

## Влияние мобильной грунтовой лаборатории на организацию строительства в условиях Крайнего Севера

Д.В. Охалкин, А.С. Субботин

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Все строительные работы должны начинаться с инженерно-геологического анализа, в рамках которого осуществляется целый комплекс мероприятий. Одним из них является изучение характеристик грунта. Рассматриваются вопросы, связанные с ролью инженерных изысканий в строительстве, их проведением в условиях Крайнего Севера, возможностью применения мобильных грунтовых лабораторий для исследования грунтов и почвы, влияние и технология работ на многолетнемерзлых грунтах. Обсуждаются факторы, влияющие на сложность инженерных исследований в условиях Крайнего Севера.

**Материалы и методы.** Используются методы: ознакомление с соответствующими нормативными документами, относящимися к области изучения; анализ и теоретическое обобщение полученных данных; систематизация. Проанализированы русскоязычные и англоязычные источники.

**Результаты.** Исследованы конструкции мобильной грунтовой лаборатории на базе контейнера типа 1СС. Применение мобильных грунтовых лабораторий на базе контейнера 1СС способствует сокращению сроков выполнения требуемых экспертиз, осуществлению производственного контроля. Мобильная модульная лаборатория, построенная на основе контейнеров типа 1СС, может быть установлена на любом объекте, в том числе удаленном, при этом затраты финансовых и трудовых ресурсов на установку лаборатории малы, что положительно сказывается на организации строительного процесса.

**Выводы.** Показаны эффективность и рентабельность мобильной грунтовой лаборатории в условиях Крайнего Севера. Отмечены частные моменты использования мобильной грунтовой лаборатории, связанные с целесообразностью ее применения в отдельных случаях, так как оплата труда в условиях Крайнего Севера происходит в повышенном размере, в соответствии с трудовым законодательством РФ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Крайний Север, строительство, мобильная лаборатория, инженерные изыскания, организация строительства, вечная мерзлота, многолетнемерзлые грунты, технология строительства

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Охалкин Д.В., Субботин А.С. Влияние мобильной грунтовой лаборатории на организацию строительства в условиях Крайнего Севера // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11. Вып. 3. Ст. 7. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.3.7

## The influence of a mobile soil testing laboratory on construction process organization in the conditions of the Far North

Denis V. Okhapkin, Artem S. Subbotin

*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation*

### ABSTRACT

**Introduction.** This article addresses the role of engineering surveys in construction, engineering surveys in the Far North, the feasibility of using mobile soil testing laboratories for soil research, the influence and the technology of work performance in the conditions of permafrost soils. Besides, the co-authors address factors influencing the complexity of engineering surveys in the Far North.

**Materials and methods.** The co-authors used the following research methods: the study of relevant regulatory documents related to the field of research, analysis and theoretical generalization of the obtained data, systematization, the analysis of existing Russian and English-language sources.

**Results.** The design of a mobile soil laboratory in a 1SS container was studied. The use of mobile soil testing laboratories, organized in 1SS containers, contributes to the reduction of deadlines for the implementation of the required tests and production control. A mobile modular laboratory in 1SS type containers can be installed anywhere, including remote destinations, while the cost of financial and labour resources, needed to install the laboratory, is low, which positively affects the construction process organization.

**Conclusions.** The article summarizes the efficiency and profitability of a mobile soil laboratory in the Far North in terms of construction process organization. Particular aspects of use of a mobile soil testing laboratory, its expediency in individual cases are addressed, since labour remuneration in the Far North is increased in accordance with the labour legislation of the Russian Federation.

**KEYWORDS:** Far North, construction, mobile laboratory, engineering surveys, construction organization, permafrost, permafrost soils, construction technology

**FOR CITATION:** Okhapkin D.V., Subbotin A.S. The influence of a mobile soil testing laboratory on construction process organization in the conditions of the Far North. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2021; 11(3):7. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.3.7 (rus.).

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при увеличении объема строительства в рамках освоения территорий РФ возникают проблемы, связанные с инженерной инфраструктурой и сложностями выполнения изыскательных работ, особенно в регионах с суровыми климатическими условиями, где зимний период длится более шести месяцев, а температура наружного воздуха в отдельных случаях снижается до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  [1].

Любое строительство, согласно СП 48.13330.2019 «Организация строительства»<sup>1</sup>, включает проведение инженерно-геологических изысканий, что особо важно при строительстве в районах распространения многолетнемерзлых грунтов, так как они обладают криогенными связями (за счет льда), помимо структурных связей немерзлых грунтов [2–4].

К сожалению, ряд особенностей регионов Крайнего Севера отрицательно сказывается на освоении этих территорий.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Все строительные работы должны начинаться с инженерно-геологического анализа, в рамках которого осуществляется целый комплекс работ. Одной из них является изучение характеристик грунта [5].

До строительства предусмотрен ряд биологических, экологических и гидрометеорологических изысканий. В некоторых случаях требуется комплексная проверка грунтов. В других ситуациях в масштабных исследованиях нет необходимости, инженерами проводится узкоспециализированная работа. Именно грунтовая лаборатория занимается определением прочности грунтов, изучением физических и механических свойств, отбором проб грунта и т.д. На основании проб и лабораторных исследований разрабатывается отчетная документация, которая служит базой выполнения строительных работ [6, 7].

Геологические инженерные изыскания — это первый этап проектирования. Благодаря им устанавливаются ключевые нюансы строительства, прорабатывается уровень безопасности объекта в ходе дальнейшей эксплуатации. В процессе этой деятельности специалисты осуществляют анализ геологических факторов, которые включают в себя глубину залегания подземных вод, особенности почвы и др. При проведении геологических исследований в регионах Крайнего Севера упор делается на высокую организацию процесса изысканий, подготовленность инженерных бригад, а также на материально-техническое оснащение [3, 8].

<sup>1</sup> СП 48.13330.2019. Организация строительства.

По итогу изыскательных мероприятий выбирается оптимальный вариант проектирования, где учитываются все наработанные данные.

Непосредственное влияние на проведение работ оказывают природные факторы, такие как климат, состояние почвы, отдаленность рассматриваемого участка от населенных пунктов и многое другое. Большинство компаний реализуют подобные виды работ в сравнительно комфортных условиях, и только единицы способны проводить инженерные изыскания в условиях Крайнего Севера [9–14].

Крайний Север — территория, расположенная главным образом к северу от Северного полярного круга. Климат в некоторых районах чрезвычайно суровый. Крайний Север — это арктическая зона, тундра, лесотундра и районы северной тайги. Понятие «Крайний Север» в России представляет собой группу концепций с размытой пространственной локализацией, зависящей от цели рассмотрения [15]. Например, для нормативного регулирования льгот и компенсаций работникам, живущим в местностях с суровым климатом, выделяется определенная территория Крайнего Севера (и приравненных местностей)<sup>2</sup>. В то же время в целях регулирования северного завоза территория Крайнего Севера устанавливается «Перечнем районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей с ограниченными сроками завоза грузов (продукции)» и не совпадает с вышеуказанной территорией: существуют районы и местности, входящие только в один из этих перечней (рис. 1).

Проведение инженерных изысканий в районах Крайнего Севера также осложнено инженерной инфраструктурой территории. Одним из главных факторов уровня транспортной освоенности территории служит плотность сети автомобильных и железных дорог, приходящаяся на единицу площади региона. По данному показателю районы Севера занимают последние места в рейтинге регионов России. Плотность автомобильных дорог на Севере составляет 3,2 км на 1000 км<sup>2</sup> территории, что в 10–15 раз ниже, чем в целом по РФ<sup>3</sup>. Большинство дорог действуют в режиме пере-

<sup>2</sup> Перечень районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера : утв. Постановлением Совета Министров СССР от 10.11.1967 (с изменениями и дополнениями).

<sup>3</sup> Информационно-аналитическая записка Комитета Совета Федерации по делам Севера и малочисленных народов «О состоянии сети автомобильных дорог в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностей и ее развитии в свете реализации задач, поставленных в Послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации на 2007 год», декабрь 2007.

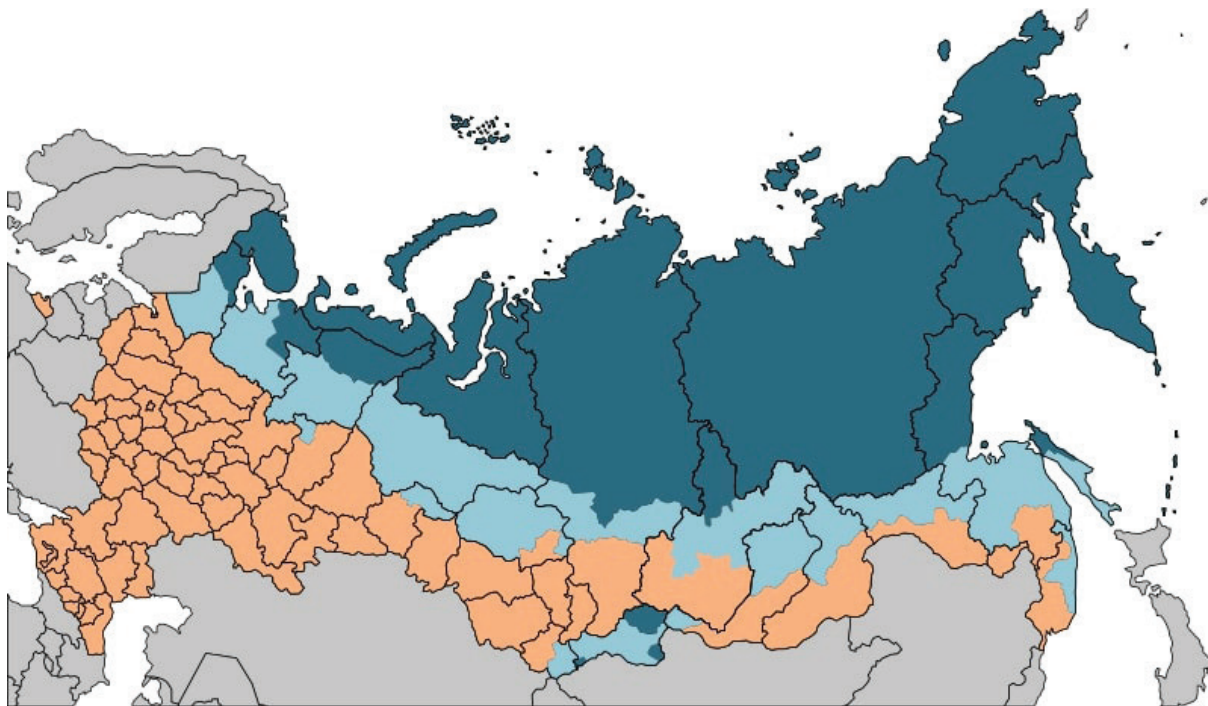


Рис. 1. Районы Крайнего Севера в РФ

грузок, что приводит к увеличению сроков транспортировки проб железнодорожным или автомобильным видом транспорта. Воздушный способ транспортировки затруднен климатическими особенностями данных регионов [16–18].

По оценке Минтранса России, себестоимость автомобильных перевозок на Севере в 5–10 раз выше, чем в Центральной части РФ, и в 1,5 раза выше, чем в аналогичных районах других государств<sup>4</sup>.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что на выполнение инженерных изысканий имеет большое влияние инфраструктура района. Перевозка образцов занимает много времени, а затраты на транспортировку отнимают большую часть бюджета.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сегодня эффективность организации инженерных исследований в условиях Крайнего Севера возможно повысить с помощью мобильных грунтовых лабораторий (рис. 2).

Конструкция мобильной грунтовой лаборатории представляет собой контейнер типа 1СС производства «Группы компаний «Гео» или аналог с установленными внутри контейнера стеллажом, верстаком, столом (рис. 3).

Каркас на базе контейнера дает дополнительные преимущества при эксплуатации, поскольку

<sup>4</sup> Шишкарёв С.Н. Выступление на парламентских слушаниях Комитета Государственной Думы по транспорту «О проблемах и перспективах развития транспортного обслуживания населения в субъектах Российской Федерации», 23.06.2009.

в период зимников лаборатория может использоваться как самоходная, также помещение возможно укомплектовать санями и вертолетной подвеской.

Габариты контейнера уменьшены с целью его транспортировки на шасси автомобилей высокой проходимости (табл. 1).

Мобильные лаборатории оснащаются всем необходимым оборудованием, позволяющим собирать информацию, осуществлять исследования непосредственно на объекте. Их применение позволяет сократить сроки на выполнение требуемых экспертиз, производственного контроля. Мобильная модульная лаборатория, построенная на основе контейнеров типа 1СС, может быть установлена на любом объекте, в том числе и удаленном [19, 20].

Мобильные грунтовые лаборатории на базе контейнеров занимают площадь от 15 до 40 м<sup>2</sup> и оснащаются предписанным стандартами оборудованием.

Современное программное обеспечение и опыт работ в области создания строительных мобильных лабораторий дает возможность производителям мобильных лабораторий на этапе проектирования обсудить с заказчиком:

- выбор стандартной длины контейнера (как правило, используется контейнер длиной 20 или 40 футов);
- оснащение лабораторной мебелью и оборудованием.

Строительные мобильные лаборатории на базе контейнера имеют целый ряд преимуществ, а именно возможности:

- выполнения входного контроля на месте строительных работ;



Рис. 2. Контейнер типа ICC



Рис. 3. Вариант компоновки оборудования внутри контейнера типа ICC

- оснащения мобильной лаборатории небольшими вспомогательными грузоподъемными механизмами для облегчения труда персонала;
- поддержания заданных климатических условий, т.е. оснащения мобильной лаборатории уста-

новками кондиционирования воздуха, системами отопления и теплоизоляции;

- полноценного использования многофункциональной лабораторной мебели из нержавеющей стали;

Табл. 1. Основные технические характеристики

| № п/п | Наименование параметров  | Величина параметров  |
|-------|--|----------------------|
| 1     | Внешние размеры: <ul style="list-style-type: none"> <li>• длина, мм</li> <li>• ширина, мм</li> <li>• высота, мм</li> </ul>                       | 6058<br>2439<br>2620 |
| 2     | Внутренние размеры (с учетом обшивки): <ul style="list-style-type: none"> <li>• длина, мм</li> <li>• ширина, мм</li> <li>• высота, мм</li> </ul> | 5650<br>2233<br>2140 |
| 3     | Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69  | УХЛ1                 |

- перемещения и погрузки контейнера на строительной площадке с помощью мощных специализированных погрузчиков;

- электроснабжение, водоснабжение, канализация и освещение;

- мобильность, т.е. возможность транспортировки контейнера на значительные расстояния автомобильным, железнодорожным и водным видами транспорта.

- Также мобильная лаборатория на базе контейнера обладает относительно невысокой стоимостью. В табл. 2 указаны ориентировочные базовые цены с НДС на габаритные блок-контейнеры в минимальной комплектации в зависимости от типа блок-контейнера и его размеров. Под заказ могут быть изготовлены любые размеры блок-контейнеров, в том числе негабаритные по ширине и высоте, а также внесены необходимые по проекту изменения в конструкцию блок-контейнера, например, двускатная кровля, наклонная кровля, дополнительные металлоконструкции.

Следует отметить, что мобильная лаборатория на базе контейнера обладает малой массой. В соответствии с габаритными размерами ее вес колеблется от 0,9 до 5,3 т, что облегчает ее транспортировку и монтаж на объекте строительства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние мобильной лаборатории на организацию строительства в условиях Крайнего Севера имеет большое значение для строительства с точки

зрения эффективности технологии работ и рентабельности. Мобильная лаборатория снимает проблему транспортировки образцов, так как большинство испытаний и исследований можно провести на объекте строительства, при этом не требует больших финансовых затрат.

Также решается вопрос о необходимом количестве проб, поскольку при транспортировке проб, прошедших первичную обработку, количество материала, отправляемого на лабораторные исследования, резко сокращается. Определение физических характеристик мерзлых грунтов на объекте позволяет получить информацию о грунтовом массиве и сделать вывод о требуемом количестве проб для дальнейшего выявления физико-механических и теплофизических характеристик в мерзлотной лаборатории.

Работа специалистов в условиях Крайнего Севера в соответствии с трудовым законодательством РФ и существующей практикой оплачивается в повышенном размере. Таким образом, экономическая целесообразность использования мобильной лаборатории должна оцениваться в каждом отдельном случае с учетом стоимости доставки проб, командировочных расходов и заработной платы персонала, длительности использования мобильной лаборатории на объекте и затрат на транспортировку самой лаборатории, а также сроков выполнения работ по контракту.

Табл. 2. Базовые цены с НДС на мобильные лаборатории в минимальной комплектации

| Комплектация/размеры | Цена с НДС, размер 6 × 2,43 × 2,59 м | Цена с НДС, размер 9 × 2,43 × 2,59 м | Цена с НДС, размер 12 × 2,43 × 2,59 м |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Стандартные/базис    | От 265 000 руб./шт.                  | Не производится                      | Не производится                       |
| Стандартные/стандарт | От 300 000 руб./шт.                  | От 434 000 руб./шт.                  | От 580 000 руб./шт.                   |
| Стандартные/комфорт  | От 320 000 руб./шт.                  | От 463 000 руб./шт.                  | От 618 000 руб./шт.                   |

## ЛИТЕРАТУРА

1. Субботин А.С., Завьялова Н.В., Мельникова А.В. Направления освоения Арктики в области возобновляемых источников энергии // Дни студенческой науки : сб. док. науч.-техн. конф. по итогам научно-исследовательских работ студентов института гидротехнического и энергетического строительства НИУ МГСУ. 2021. С. 266–274.
2. Догадайло А.И., Догадайло В.А. Механика грунтов: основания и фундаменты : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. М. : Юриспруденция, 2011. 189 с.
3. Неволин А.П. Инженерная геология. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2014. С. 85.
4. Карнаухов Н.Н., Кушнир А.С., Горелов А.С., Долгих Г.М. Механика мерзлых грунтов и принципы строительства нефтегазовых объектов в условиях Севера : учебник. М. : Изд-во Центр ЛитНефтеГаз, 2008. 432 с.
5. Фомин В.Н., Хавин Д.В. Организация строительного производства. Часть II : учебное пособие. Н. Новгород : ННГАСУ, 2008. 73 с.
6. Белый Л.Д. Инженерная геология. М. : Высш. шк., 1985. 231 с.
7. Барышников А.А., Шадрин А.А. Земляные работы в зимних условиях // Региональное развитие. 2015. № 8. С. 7.
8. Роман Л.Т., Царапов М.Н., Котов П.И., Волохов С.С., Мотенко Р.Г., Черкасов А.М. и др. Пособие по определению физико-механических свойств промерзающих, мерзлых и оттаивающих дисперсных грунтов. М., 2018. 187 с.
9. Барышников А.А. Специфика возведения зданий и сооружений в районах Крайнего Севера и приравненных к ним территориях // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. 2016. С. 281–283.
10. Акопян А.А., Потехин А.А., Будко А.А., Тышкевич А.В. Особенности строительства зданий и сооружений в условиях Севера // World Science: Problems and Innovations : сб. ст. XII Междунар. науч.-практ. конф. 2017. С. 352–354.
11. Березовский Б.И. Строительное производство в условиях Севера. Л. : Стройиздат, 1982. 183 с.
12. Березовский Б.И. Особенности организации и технология строительно-монтажных работ на Крайнем Севере. Л. : Стройиздат, 1973. 272 с.
13. Овчинникова Д.С. Особенности строительства в районах вечномерзлых грунтов // Устойчивое развитие науки и образования. 2017. № 10. С. 106–111.
14. Монич К.П. Особенности строительства в условиях Крайнего Севера и вечномерзлых грунтах // Актуальные вопросы современной научной деятельности : мат. Междунар. науч.-практ. конф. 2017. С. 182–184.
15. Кулигина Е.С. Общие сведения о строительстве на зарубежном Крайнем Севере // Молодой ученый. 2016. № 21 (125). С. 161–163.
16. Серова В.А. Проблемы транспортной обеспеченности Севера: социальный аспект // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2010. Т. 6. № 32 (89). С. 66–71.
17. Ulitsky V.M., Gorodnova E.V. The construction of transport infrastructure on permafrost soils // Procedia Engineering. 2017. Vol. 189. Pp. 421–428. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.05.067
18. Loktev A.S., Tokarev M.Y., Chuvilin E.M. Problems and technologies of offshore permafrost investigation // Procedia Engineering. 2017. Vol. 189. Pp. 459–465. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.05.074
19. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю. Быстровозводимые здания и сооружения : научное и учебно-методическое справочное пособие. СПб. : Гуманистика, 2004. 480 с.
20. Велли Ю.Я., Докучаев В.В., Федоров Н.Ф. Здания и сооружения на Крайнем Севере. Л. : Госстройиздат, 1963. 492 с.

Поступила в редакцию 10 сентября 2021 г.

Принята в доработанном виде 30 сентября 2021 г.

Одобрена для публикации 30 сентября 2021 г.

**ОБ АВТОРАХ:** **Денис Вадимович Охупкин** — студент кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; gemiotik@yandex.ru;

**Артем Сергеевич Субботин** — кандидат технических наук, бакалавр кафедры механики грунтов и геотехники; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; SPIN-код: 6170-0748, Scopus: 57152374800, ORCID: 0000-0001-7191-0544; subbotin-art@mail.ru.

## INTRODUCTION

Currently, an increase in the amount of construction work, being part of development of territories of our vast country, has caused problems with the engineering infrastructure and difficulties in carrying out survey work, especially in regions with severe climatic conditions, where the winter period lasts more than 6 months, and the outdoor air temperature falls down to  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  in some cases [1].

Any construction work, performed according to Construction Regulations 48.13330.2019 “Organization of construction”<sup>1</sup>, includes the organization of engineering and geological surveys, which are especially important for construction work in the areas of permanently frozen soils, since they have cryogenic bonds (due to the ice) in addition to the structural bonds of non-frozen soils [2–4].

Unfortunately, a number of features of the Far North regions negatively affect the development of these territories.

## MATERIALS AND METHODS

Each construction work should commence with geological engineering surveys, which include a range of works. One of them is the study of soil characteristics [5].

The whole set of biological, environmental and hydrometeorological surveys is planned before construction. In some cases, comprehensive soil testing is required. In other situations, large-scale surveys are not needed, and highly specialized work is carried out by engineers. In any case, it is the soil testing laboratory that determines the strength of soils, studies their physical and mechanical properties, obtains soil samples, etc. Samples and laboratory tests serve as the basis for the reporting documentation and construction work performance [6, 7].

Geological engineering surveys represent the first stage of design. Thanks to geological surveys, key nuances of construction are identified, and the level of safety of a construction facility is worked out during further facility operation. In the course of surveys, specialists analyze geological factors, which include the depth of the underground water, soil features, etc. When conducting geological surveys in the regions of the Far North, particular emphasis is placed on the well managed survey process, the proficiency of engineering teams, as well as material and technical infrastructure [3, 8].

Given the results of surveying activities, the optimal design option is selected, which takes into account all collected data.

<sup>1</sup> The list of regions of the Far North and localities equated with the regions of the Far North, approved by the Resolution of the Council of Ministers of the USSR on November 10, 1967, amended and revised.

Natural factors, such as the climate, soil condition, remoteness of the studied area from populated areas, and many others, directly affect the conduct of survey work. Most companies carry out this type of work in relatively comfortable conditions, and only a few of them are able to conduct engineering surveys in the Far North [9–14].

The Far North is a territory located to the north of the Arctic Circle. In some areas the climate is extremely harsh. The territory of the Far North includes the Arctic zone, tundra, forest tundra, and northern taiga regions. The concept of the “Far North” in Russia is a group of concepts with an unclear spatial localization, which depends on the purpose of consideration [15]. For example, a certain territory of the Far North (and equivalent areas) is specified<sup>2</sup> for the purpose of the legal regulation of benefits and compensations payable to employees living in the areas of an extreme climate. At the same time, in order to regulate the delivery of goods to Russia’s northern territories, the territory of the Far North is specified in the “List of Regions of the Far North and equivalent areas with a limited time for goods (products) delivery” and does not coincide with the above-mentioned territory: there are districts and localities that are only included in one of these lists (Fig. 1).

Engineering surveys in the Far North are also complexified by the engineering infrastructure in the territory. One of the main indicators of the transport development of the territory is the density of the road and railway network per unit area of a region. Hence, regions of the North rank worst among the Russian regions. The density of highways in the North is 3.2 km per 1,000 km<sup>2</sup> of the territory, which is 10–15 times lower than in the rest of the Russian Federation<sup>3</sup>. Most roads operate in overloaded mode, which leads to an increase in the time required for transporting samples by rail or road transport. Air transportation is complicated due to the climatic features of these regions [16–18].

According to the Ministry of Transport of Russia, the cost of road transportation in the North is 5–10 times higher than in the central part of the Russian

<sup>2</sup> Information and an analytical report issued by the Committee of the Federation Council for the Affairs of the North and Small Peoples “On the state of the road network in the Far North and equivalent areas and its development amid the implementation of tasks set in the Message of the President of the Russian Federation to the Federal Assembly of the Russian Federation in 2007”, December 2007.

<sup>3</sup> Information and an analytical report issued by the Committee of the Federation Council for the Affairs of the North and Small Peoples “On the state of the road network in the Far North and equivalent areas and its development amid the implementation of tasks set in the Message of the President of the Russian Federation to the Federal Assembly of the Russian Federation in 2007”, December 2007.

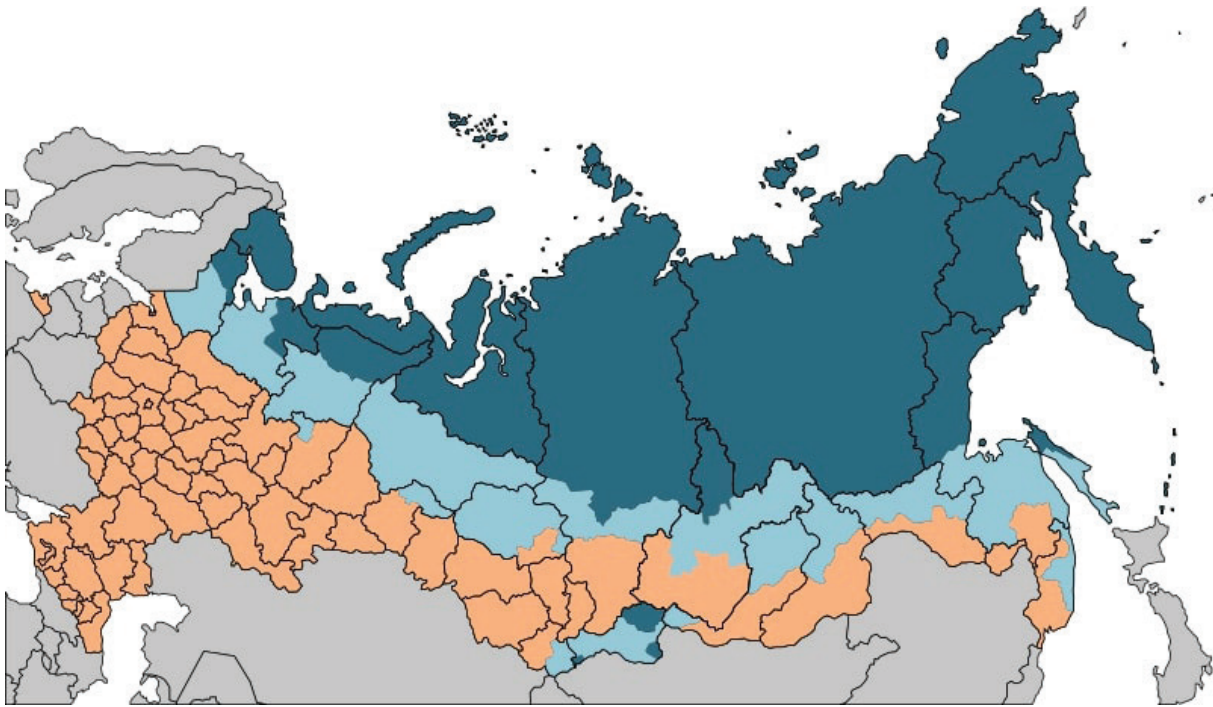


Fig. 1. Regions of the Far North in the Russian Federation

Federation and 1.5 times higher than in similar areas of other states<sup>4</sup>.

Given the above, the conclusion can be made that the performance of engineering surveys is greatly influenced by the infrastructure in a locality. Transportation of samples takes a long time, and transportation costs account for most of the budget.

## RESEARCH RESULTS

Currently, it is possible to increase the efficiency of engineering surveys in the Far North by using mobile soil testing laboratories (Fig. 2). A mobile soil laboratory represents a ISS type container manufactured by Geo Group of Companies or a similar one. It has a rack, a workbench, and a table installed inside the container (Fig. 3).

The container frame brings supplementary operational advantages, since the laboratory can be used as a self-propelled facility in the winter season, and the premises can also be equipped with a sledge and helicopter sling.

A mobile soil testing laboratory represents a ISS type container manufactured by Geo Group of Companies or a similar one; it has a rack, a workbench, and a table installed inside the container (Fig. 3).

Container dimensions are reduced to allow its transportation on the chassis of off-road vehicles (Table 1).

<sup>4</sup>Shishkarev S.N. An address at the parliamentary hearings of the State Duma Transport Committee “On problems and prospects for the development of transport services to the general public in the subjects of the Russian Federation”, 23.06.2009.

Mobile laboratories are equipped with all the necessary equipment that allows to collect information and conduct research directly on the site. Their application enables to reduce the time needed to carry out the required examination and in-process control. A mobile modular laboratory in a ISS type container can be installed at any facilities, including remote ones [19, 20].

Mobile soil testing laboratories, arranged inside containers, occupy the area from 15 to 40 m<sup>2</sup>; they have the equipment prescribed by the standards.

State-of-the-art software and an experience in creating mobile construction laboratories allows manufacturers of mobile laboratories to discuss the following issues with the customer at the design stage:

- the choice of a standard container length (usually a 20- or 40-foot container is used);
- laboratory furniture and equipment.

Container-based mobile construction laboratories feature a number of strengths:

- a receipt check on the construction site;
- equipping the mobile laboratory with small auxiliary lifting mechanisms to simplify the work performed by the personnel;
- maintaining pre-set climate conditions, installing air conditioning, heating and thermal insulation systems at the mobile laboratory;
- electricity, water supply, sewerage and lighting;
- the full use of multifunctional laboratory furniture made of stainless steel;
- the relocation and loading the container on the construction site using specialized powerful loaders;
- the mobility, or transportability of a container over long distances by road, rail, or water transport.





Fig. 2. A container of the 1SS type



Fig. 3. An option of the equipment layout inside a 1SS container

Also, a mobile container laboratory has a relatively low cost. Table 2 shows approximate base prices, including VAT, for large entry-level block containers, depending on their types and dimensions. Block containers of any size can be made to order, including oversized ones in

terms of width and height, and changes can also be made to the design of a block container, for example, a gable roof, a sloping roof, and additional metal structures.

It should be noted that a mobile container laboratory has low mass. Given its overall dimensions, its

**Table 1.** Basic technical characteristics

| No. | Parameter   | Parameter value                 |
|-----|---|---------------------------------|
| 1   | Outside dimensions: <ul style="list-style-type: none"> <li>• length, mm;</li> <li>• width, mm;</li> <li>• height, mm</li> </ul>                   | 6,058<br>2,439<br>2,620         |
| 2   | Internal dimensions (including trim): <ul style="list-style-type: none"> <li>• length, mm;</li> <li>• width, mm;</li> <li>• height, mm</li> </ul> | 5,650<br>2,233<br>2,140         |
| 3   | Climatic version according to GOST 15150-69   | UKHL1 (moderately cold climate) |

**Table 2.** Base prices, including VAT, for entry-level mobile laboratories

| Package contents/Dimensions | Price, including VAT, for a 6 × 2.43 × 2.59 m container | Price, including VAT, for a 9 × 2.43 × 2.59 m container | Price, including VAT, for a 12 × 2.43 × 2.59 m container |
|-----------------------------|---|---|--|
| Standard/Basic              | From 265,000 rubles/piece                               | Not available   | Not available  |
| Standard/Standard           | From 300,000 rubles/piece                               | From 434,000 rubles/piece                               | From 580,000 rubles/piece                                |
| Standard/Comfort            | From 320,000 rub/piece                                  | From 463,000 rubles/piece                               | From 618,000 rubles/piece                                |

weight varies from 0.9 to 5.3 tons, which simplifies its transportation and installation on the construction site.

## CONCLUSION AND DISCUSSION

The influence of a mobile laboratory on the organization of the construction process in the Far North is of great importance for construction in terms of the efficiency of the work technology and cost effectiveness. A mobile laboratory solves the problem of sample transportation, since most tests and studies can be carried out on the construction site, and no large costs are to be born.

The issue of the number of samples is also addressed, since when samples, pre-exposed to the primary processing, are transported, the amount of ma-

terial, sent for laboratory research, plummets. On-site identification of physical characteristics of frozen soils allows to get information about the soil body and make a conclusion about the number of samples needed for the further identification of their physical, mechanical and thermal characteristics at the permafrost laboratory.

Pursuant to the labour legislation of the Russian Federation and the current practice, the work of specialists in the Far North is paid for at higher rates. Thus, the economic feasibility of a mobile laboratory should be assessed on a case-by-case basis, taking into account the cost of the sample delivery, travel expenses and staff salaries, the onsite lab use time and the cost of the lab transportation, as well as the time frame for the work performance under a contract.

## REFERENCES

1. Subbotin A.S., Zavyalova N.V., Melnikova A.V. Directions of Arctic development in the field of renewable energy sources. *Days of Student science : collection of reports of the scientific and technical conference on the results of research works of students of the Institute of Hydraulic Engineering and Power Engineering of the National Research University MGSU*. 2021; 266-274. (rus.).
2. Dogadailo A.I., Dogadailo V.A. *Soil mechanics: bases and foundations : textbook, 2nd ed.* Moscow, Yurisprudentsiya, 2011; 189. (rus.).
3. Nevolin A.P. *Engineering geology. Engineering and Geological surveys for construction*. Perm National Research Polytechnic University Press, 2014; 85. (rus.).
4. Karnaukhov N.N., Kushnir A.S., Gorelov A.S., Dolgikh G.M. *Mechanics of frozen soils and principles of construction of oil and gas facilities in the North*. Moscow, LitNefteGaz, 2008; 432. (rus.).
5. Fomin V.N., Khavin D.V. *Organization of construction production. Part II: Training manual*. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2008; 73. (rus.).
6. Bely L.D. *Engineering Geology*. Moscow, High School, 1985; 231. (rus.).
7. Baryshnikov A.A., Shadrina A.A. Earthworks in winter conditions. *Regional Development*. 2015; 8:7. (rus.).
8. Roman L.T., Tsarapov M.N., Kotov P.I., Volokhov S.S., Motenko R.G., Cherkasov A.M. et al. *Manual*

for determining the physical and mechanical properties of frozen, frozen and thawing dispersed soils. Moscow, 2018; 187. (rus.).

9. Baryshnikov A.A. Specifics of building buildings and structures in the regions of the Far North and territories equated to them. *Traditions and Innovations in Construction and architecture. Construction*. 2016; 281-283. (rus.).

10. Akopyan A.A., Potekhin A.A., Budko A.A., Tyshkevich A.V. Features of construction of buildings and structures in the North. *World science: problems and innovations: collection of articles of the XII International Scientific and Practical Conference*. 2017; 352-354. (rus.).

11. Berezovsky B.I. *Construction production in the North*. Leningrad, Stroyizdat, 1982; 183. (rus.).

12. Berezovsky B.I. *Peculiarities of organization and technology of construction and installation works in the far North*. Leningrad, Stroyizdat, 1973; 272. (rus.).

13. Ovchinnikova D.S. Features of construction in areas of permafrost soils. *Sustainable Development of Science and Education*. 2017; 10:106-111. (rus.).

14. Monich K.P. Peculiarities of construction in the far North and permafrost. *Actuale issues of modern*

*scientific activity: materials of international scientific-practical conference*. 2017; 182-184. (rus.).

15. Kuligina E.S. General information about construction in the Foreign Far North. *Young Scientist*. 2016; 21(125):161-163. (rus.).

16. Serova V.A. Problems of transport security in the North: social aspect. *National Interests: Priorities and Security*. 2010; (6):32(89):66-71. (rus.).

17. Ulitsky V.M., Gorodnova E.V. The construction of transport infrastructure on permafrost soils. *Procedia Engineering*. 2017; 189:421-428. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.05.067

18. Loktev A.S., Tokarev M.Y., Chuvilin E.M. Problems and technologies of offshore permafrost investigation. *Procedia Engineering*. 2017; 189:459-465. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.05.074

19. Asaul A.N., Kazakov Yu.N., Bykov V.L., Knyaz I.P., Erofeev P.Yu. *Prefabricated buildings and structures : Scientific and educational-methodical reference manual*. St. Petersburg, Humanistics, 2004; 480. (rus.).

20. Velli Yu.Ya., Dokuchaev V.V., Fedorov N.F. *Buildings and structures on the territory of the Russian Federation the Far North*. Leningrad, Gosstroyizdat, 1963; 492. (rus.).

Received September 10, 2021.

Adopted in revised form on September 30, 2021.

Approved for publication on September 30, 2021

**B I O N O T E S:** Denis V. Okhapkin — student of the Department of Construction of Thermal and Nuclear Power Facilities; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; gemiotik@yandex.ru;

**Artem S. Subbotin** — Candidate of Technical Sciences, Bachelor of the Department of Soil Mechanics and Geotechnics; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; SPIN-code: 6170-0748, Scopus: 57152374800, ORCID: 0000-0001-7191-0544; subbotin-art@mail.ru.