
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р

—
2025

(Проект, 1-я
редакция)

ГРУНТЫ
Определение плотности дисперсных грунтов
методом замещения объема

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Москва
Российский институт стандартизации
2025

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство») — Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений имени Н.М. Герсевича (НИИОСП им. Н.М. Герсевича)

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от ____ 202__ г. № ____-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 202__

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	1
3 Термины и определения.....	2
4 Общие положения.....	2
5 Оборудование и приборы	3
6 Методика определения плотности.....	5
7 Обработка результатов.....	7
Приложение А (рекомендуемое) Форма журнала испытаний для определения плотности грунта методом замещения объема.....	9
Приложение Б (рекомендуемое) Методика определения плотности грунта пескозагрузочным аппаратом.....	10
Приложение В (рекомендуемое) Методика определения плотности грунта баллонным плотномером	13

Введение

Настоящий стандарт разработан авторским коллективом АО «НИЦ «Строительство» — НИИОСП им. Н.М. Герсевича (руководитель — канд. техн. наук А.В. Ростовцев).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРУНТЫ

Определение плотности дисперсных грунтов методом замещения объема

Soils. Determination of the density of dispersed soils by volume substitution method

Дата введения — 202__—XX—XX

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на все виды дисперсных грунтов: техногенных и естественного происхождения с содержанием частиц размером от 2 до 60 мм не менее чем 25 % по массе и устанавливает требования к полевому определению плотности.

Настоящий стандарт не распространяется на все виды мерзлых грунтов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 5180 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 10354 Пленка полиэтиленовая. Технические условия.

ГОСТ 25100 Грунты. Классификация

ГОСТ 30416 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

ГОСТ 30672 Грунты. Полевые испытания. Общие положения

ГОСТ 32848 Дороги автомобильные общего пользования. Изделия для дорожной разметки. Технические требования

ГОСТ 33341—2015 Составы низкотемпературные всепогодные и жидкости охлаждающие для теплообменных систем. Технические условия

ГОСТ Р 53172 Дороги автомобильные общего пользования. Изделия для дорожной разметки. Микростеклошарики. Технические требования

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 25100, ГОСТ 30416 и ГОСТ 30672, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 метод замещения объема: Отбор из слоя грунта пробы необходимого объема и его замещение однородной средой с известной плотностью для определения плотности техногенных грунтов и грунтов естественного сложения.

3.2 замещающая грунт среда: Материалы, используемые для проведения измерений объема выработки для определения плотности грунтов, микростеклошарики (МСШ) по ГОСТ Р 53172, сухой песок, вода, всесезонный низкотемпературный состав для теплообменных систем СВНТС по ГОСТ 33341 (далее — низкотемпературная жидкость СВНТС).

4 Общие положения

4.1 Настоящий стандарт регламентирует порядок проведения полевых определений плотности грунтов при их исследованиях для строительства.

4.2 Сущность метода заключается в определении плотности грунтов путем замены грунта из небольшой выработки замещающей средой, которая используется для измерения отобранного объема грунтов.

4.3 В качестве замещающей среды для заполнения выработки применяют сыпучие (МСШ, сухой окатанный песок) и жидкие (вода, низкотемпературная жидкость СВНТС) материалы.

4.4 Методика полевых определений, оборудование и приборы должны соответствовать требованиям ГОСТ 30672.

4.5 Определение физических характеристик испытываемых грунтов: гранулометрического состава, влажности, для заполнителя из связных глинистых грунтов — влажности, плотности, плотности частиц, влажности на границах текучести и раскатывания, для заполнителя из несвязных грунтов — гранулометрического состава, влажности, плотности частиц следует выполнять по ГОСТ 5180.

4.6 При выполнении определения плотности должна быть обеспечена неизменность физических характеристик исследуемых грунтов путем устройства защиты от атмосферных осадков и выбора времени определений при отсутствии динамических воздействий (работа строительной техники, движение большегрузного транспорта и т. п.)

4.7 Процесс выполнения испытаний и их результаты записывают в журнале, форма которого приведена в приложении А.

4.8 В отчет об испытаниях включают следующие основные сведения:

- наименование выполненных испытаний;
- данные по идентификации опыта (сведения о площадке, геодезические координаты точки испытаний, глубина испытания, номер испытания и т. п.);
- данные по методике испытаний;
- характеристика оборудования для проведения испытаний;
- сведения о материалах, использованных в качестве замещающей среды (песок, МСШ, вода, низкотемпературная жидкость СВНТС);
- результаты испытаний (таблицы со значениями размера выработки, массы извлеченного грунта, значения полученных физических характеристик грунта, вид заполнителя и его физические свойства и т. д.).

При необходимости допускается приводить другую дополнительную информацию.

5 Оборудование и приборы

5.1 Для определения плотности грунтов методом замещения объема

используют два типа оборудования: тип I — пескозагрузочные аппараты (ПЗА) с использованием сыпучей замещающей среды (МСШ, сухой окатанный песок) и тип II — баллонный плотномер (ПБД) с жидкой замещающей средой (вода, низкотемпературная жидкость СВНТС).

Конструкции оборудования приведены в приложениях Б, В.

В состав оборудования для полевого определения плотности грунтов методом замещения объема в зависимости от типа должны входить:

а) тип I — пескозагрузочный аппарат (ПЗА), состоящий из следующих основных узлов:

1) загрузочной камеры с задвижкой для перекрытия. Диаметр выпускного отверстия задвижки (15 ± 5) мм. Нижняя часть пескобака и загрузочная камера должны иметь угол наклона к оси (30 ± 5)°;

2) жесткого листа основания размерами не менее 300×300 мм или диаметром 300 мм с отверстием посередине, соответствующим выпускному отверстию ПЗА, но не менее 100 мм в диаметре;

3) калиброванного сосуда цилиндрической формы с известным объемом, внутренний диаметр которого соответствует диаметру отверстия в листе основания.

Относительная погрешность измерения объема выработки с помощью ПЗА должна быть не более 1 %;

б) тип II — плотномер баллонный (ПБД) состоящий из следующих основных узлов:

1) градуированного калиброванного цилиндра;

2) полого поршня для подачи воды или низкотемпературной жидкости СВНТС;

3) листа основания;

4) резинового баллона с толщиной стенки от 0,25 до 0,5 мм.

Относительная погрешность измерения объема выработки должна быть не более 0,5 %;

в) весы технические, позволяющие проводить измерение массы отобранного грунта с относительной погрешностью не более 0,2 %;

г) материалы замещающей среды: МСШ по ГОСТ Р 53172 или песок, вода или низкотемпературная жидкость СВНТС по ГОСТ 33341;

д) инструмент шанцевый или другие средства для выполнения земляных работ.

5.2 В качестве замещающей среды при проведении определений с помощью ПЗА (тип I) следует использовать МСШ с диаметром шариков от 1,0 до 1,18 мм по ГОСТ Р 53172.

5.3 Допускается использование в качестве замещающей среды при проведении определений с помощью ПЗА сухого окатанного песка с размерами частиц от 0,2 до 2,0 мм. При этом должно выполняться соотношение по диаметру частиц:

$$\frac{d_{\max}}{d_{\min}} \leq 2, \quad (1)$$

где $d_{\max}$ — максимальный диаметр зерен;

$d_{\min}$ — минимальная крупность зерен.

При повторном использовании песка должны быть проведены контрольные определения гранулометрического состава в целях проверки соответствия вышеприведенным требованиям.

При проведении определений следует контролировать влажность используемого песка, которая не должна превышать 3 %.

5.4 При определении плотности с применением ПБД (тип II) следует использовать воду питьевого качества. При проведении испытаний при отрицательной температуре окружающего воздуха допускается использовать низкотемпературную жидкость СВНТС, которая должна соответствовать требованиям ГОСТ 33341. При работе с низкотемпературной жидкостью СВНТС необходимо соблюдать требования безопасности и охраны окружающей среды в соответствии с требованиями ГОСТ 33341–2015 (разделы 5 и 6).

6 Методика определения плотности

6.1 Определение плотности осуществляют путем откопки выработки, взвешивания отобранного грунта и измерения ее объема с использованием оборудования типов I или II, описание которых приведено в 5.1.

Объем выработки зависит от крупности частиц преобладающей по размеру фракции исследуемого грунта (таблица 1).

Взвешивание отобранного грунта проводят на технических весах с погрешностью измерения в соответствии с требованиями 5.1.

Методом квартования из отобранного грунта отбирают пробы на определение физических характеристик в соответствии с 4.5.

Таблица 1 — Объем выработки для определения плотности

Минимальный объем выработки, см ³	Максимальный размер частиц грунта, мм
1000	10
1500	20
2000	30
3000	40
6000	60

6.2 Определение плотности исследуемых грунтов оборудованием типа I ПЗА проводят с использованием сыпучей замещающей среды в виде МСШ или сухого окатанного песка, характеристики которых приведены в 5.2 и 5.3.

6.3 Методика измерения объема с использованием сыпучей замещающей среды заключается в установлении насыпной плотности используемого материала, проведении измерений массы засыпанного в выработку материала замещающей среды и выполнении соответствующего пересчета массы на объем выработки с помощью полученных значений насыпной плотности. Подробная методика проведения измерений приведена в приложении Б.

6.4 После откопки выработки для покрытия ее стенок рекомендуется использовать полиэтиленовую пленку марки М толщиной от 0,015 до 0,05 мм, прочностью на растяжение не менее 14 МПа по ГОСТ 10354. Допускается использовать другую пленку таких же толщины и прочности. Пленка должна иметь возможность перемещаться при загрузке выработки замещающей средой. Для этого следует предусматривать возможность свободного перемещения пленки для заполнения неровностей боковой поверхности и дна пройденной выработки в процессе загрузки замещающей среды.

6.5 Определение плотности исследуемых грунтов аппаратом типа II ПБД проводят с использованием жидкой замещающей среды, характеристики материалов которой приведены в 5.4. Требования к оборудованию приведены в 5.1.

6.6 Методика выполнения определений плотности исследуемого грунта должна соответствовать требованиям 6.1. Измерения объема пройденной выработки проводят по показаниям шкалы калиброванного цилиндра ПБД. Подробные сведения по проведению определений плотности приведены в приложении В.

При заполнении выработки проводят измерение объема воды или низкотемпературной жидкости СВНТС по ГОСТ 33341 (или иной низкотемпературной жидкости с характеристиками не хуже, чем у вышеуказанной) с относительной погрешностью не более 0,2 %.

6.7 Проведение работ по определению плотности разрешается при температуре воздуха не ниже минус 15 °С. Допускается использовать для определения объема выработки низкотемпературную жидкость СВНТС с содержанием этиленгликоля не свыше 40 %. Перед проведением измерения объема жидкость должна быть охлаждена до температуры окружающего воздуха. Продолжительность проведения измерений объема выработки должна обеспечить стабильность температуры низкотемпературной жидкости СВНТС с отклонением от температуры начала проведения измерений не более 2 °С.

7 Обработка результатов

7.1 По результатам определений прибором типа I ПЗА расчет плотности испытуемого грунта (ρ) проводят по формуле

$$\rho = \frac{m}{m_5} \cdot \rho_0 \quad (2)$$

где m — масса испытуемого грунта, удаленного из выработки, г;

m_5 — масса замещающей среды, наполняющей выработку, определяемая согласно приложению Б;

ρ_0 — насыпная плотность замещающей среды, определяемая по формуле

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0}, \quad (3)$$

где m_0 — масса материала замещающей среды, необходимая для наполнения калиброванного сосуда, г;

V_0 — объем калиброванного сосуда, см³.

За результат определения плотности испытуемого грунта ρ принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений, если значения отличаются друг от друга не более чем на 0,05 г/см³. Если отличие больше, то следует провести еще одно определение.

7.2 Значение плотности грунта ρ по результатам испытаний прибором типа II ПБД определяют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V_0 - V_1}, \quad (4)$$

где m — масса грунта, извлеченного из выработки, г;

V_0 — объем воды в приборе перед извлечением грунта, см^3 ;

V_1 — объем воды в приборе после извлечения грунта, см^3 .

7.3 Результаты расчета должны быть даны с точностью до $0,01 \text{ г/см}^3$.

Приложение А
(рекомендуемое)

**Форма журнала испытаний для определения плотности грунта методом
замещения объема**

Журнал испытаний грунта методом замещения объема

Организация _____

Объект (пункт) _____

Сооружение _____

Дата испытаний: начало _____ окончание _____

Шурф № _____ Геодезические координаты X _____ Y _____

Глубина испытания, м _____ Абсолютная отметка, м _____

Характеристика испытуемого грунта _____

Тип и модель оборудования для проведения испытаний _____

Размеры выработки диаметр, глубина, см _____

Масса извлеченного грунта, г _____

Насыпная плотность замещающей среды, г/см³ _____

Объем выработки, см³ _____

Материал замещающей среды [микростеклошарики (МСШ) песок, вода,
низкозамерзающая жидкость СВНТС] _____

Температура воздуха _____

Тип, модель весов _____

Плотность грунтов, г/см³ _____

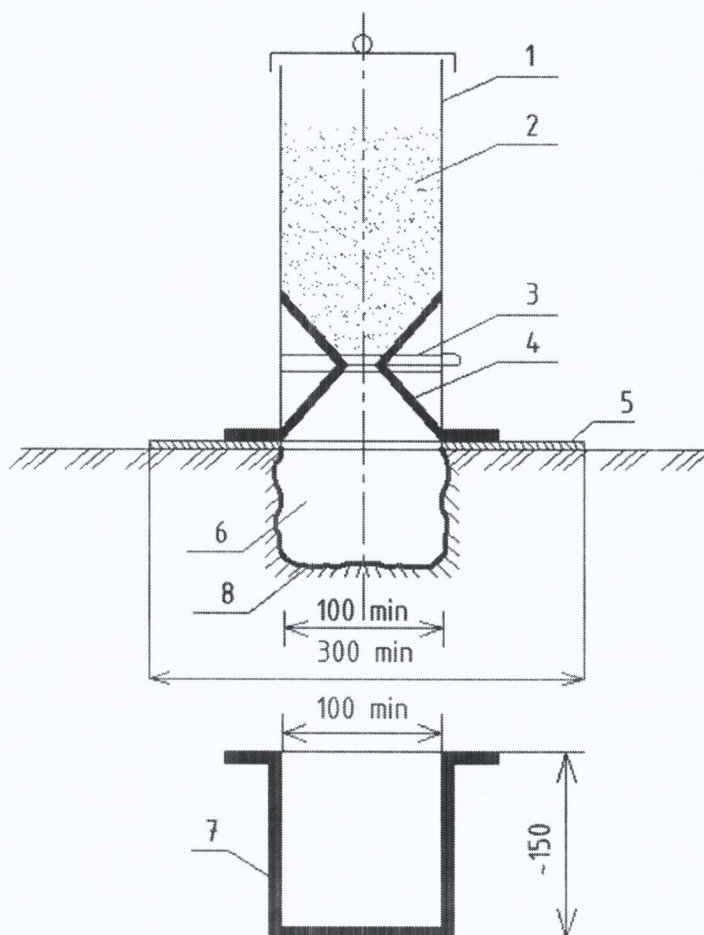
Физические характеристики грунта

Характеристика	Значение		Примечание
	грунт	заполнитель	

Приложение Б

(рекомендуемое)

Методика определения плотности грунта пескозагрузочным аппаратом



1 — пескобак; 2 — замещающая среда [микростеклошарики (МСШ) или песок]; 3 — задвижка; 4 — загрузочная камера; 5 — лист основания; 6 — выработка; 7 — калиброванный сосуд; 8 — полиэтиленовая пленка

Рисунок Б.1 — Схематическая конструкция ПЗА

Б.1 Определение массы замещающей среды 2 в конической части пескобака 1 от плоскости задвижки 3 до плоскости листа основания 5

Пескобак аппарата с закрытой задвижкой 3 помещают на горизонтальную поверхность и полностью наполняют замещающей средой 2 (МСШ или песком) и определяют его массу (m_1). Открывают задвижку, после чего МСШ или песок

высыпаются на горизонтальную поверхность. Затем задвижку закрывают, аппарат снимают с листа основания и снова определяют его массу (m_1').

Массу МСШ или песка, высыпаемого из пескобака в коническую часть загрузочной камеры 4, m_2 , вычисляют по формуле

$$m_2 = m_1 - m_1', \quad (\text{Б.1})$$

где m_1 — масса ПЗА, наполненного МСШ или песком, г;

m_1' — масса ПЗА после наполнения загрузочной камеры, г.

Б.2 Определение массы замещающей среды в калиброванном сосуде

Наполненный аппарат ПЗА при закрытой задвижке помещают на отверстие калиброванного сосуда 7. Открыв задвижку, дают высыпаться МСШ или песку и, как только движение прекращается, вновь закрывают задвижку. После этого, сняв аппарат, измеряют его массу (m_3).

Значение массы песка (m_0), наполняющего калиброванный сосуд, определяют по формуле

$$m_0 = m_1 - (m_2 + m_3), \quad (\text{Б.2})$$

где m_1 — масса ПЗА, наполненного МСШ или песком, г;

m_2 — масса МСШ или песка, высыпанных из пескобака в загрузочную камеру конической формы, г;

m_3 — масса ПЗА после наполнения калиброванного сосуда, г.

Б.3 Расчет насыпной плотности замещающей среды (ρ_0) проводят по формуле

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0}, \quad (\text{Б.3})$$

где m_0 — масса МСШ или песка, необходимая для наполнения калиброванного сосуда, г;

V_0 — объем калиброванного сосуда, см³.

За результат определения насыпной плотности замещающей среды (ρ_0) принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений, если их значения отличаются друг от друга не более чем на 0,01 г/см³. Если отличие больше, то следует повторить испытание.

Б.4 Для определения массы замещающей среды, наполняющей выработку 6, заполненный ПЗА помещают на лист основания 5, установленный над выработкой, и

открывают задвижку 3. После засыпки выработки, стенки которой покрыты полиэтиленовой пленкой 8, задвижку закрывают и проводят взвешивание аппарата с оставшимися МСШ или песком. Значение массы замещающей среды (m_5), наполняющей выработку, определяют по формуле

$$m_5 = m_1 - (m_2 + m_4), \quad (\text{Б.4})$$

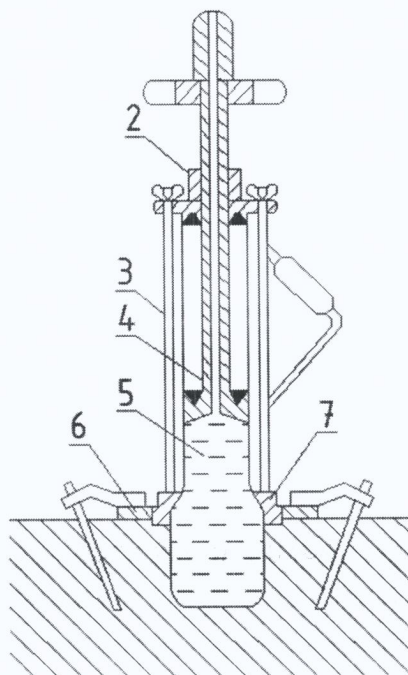
где m_1 — масса ПЗА, наполненного микростеклошариками МСШ или песком, г;

m_2 — масса МСШ или песка, высыпанного из пескобака в загрузочную камеру конической формы, г;

m_4 — масса ПЗА после наполнения лунки.

Приложение В (рекомендуемое)

Методика определения плотности грунта баллонным плотномером



1 — извлеченный из выработки грунт; 2 — шкала для считывания; 3 — калиброванный цилиндр; 4 — поршень; 5 — вода (низкозамерзающая жидкость); 6 — застопоренный лист основания; 7 — резиновый баллон с толщиной стенки от 0,25 до 0,50 мм

Рисунок В.1 — Схематическая конструкция ПБД

В.1 На выравненную поверхность подлежащего испытанию слоя грунта 1 устанавливают и закрепляют лист основания 6. Калиброванный цилиндр 3 заполняют водой (низкозамерзающей жидкостью СВНТС) 5 и вытесняют оставшийся воздух. Наполнительное отверстие в поршне 2-4 перекрывают.

В.2 Выполняют начальное измерение объема воды (низкозамерзающей жидкости) в ПБД, установленном на горизонтальной поверхности. Через отверстие в листе основания 6 выкапывают выработку объемом, соответствующим требованиям таблицы 1 (см. 6.1).

В.3 Аппарат устанавливают на листе основания 6 над отверстием над выработкой и закрепляют. Поршнем выдавливают воду (низкозамерзающую жидкость СВНТС) в выработку до тех пор, пока баллон 7 не прижмется к ее стенкам.

После этого на шкале 2 считывают значение объема (V_1). Затем без изменения положения прибора вытягиванием поршня 4 воду из резинового баллона направляют в калиброванный цилиндр 3 ПБД и повторно определяют объем V_1 . Если два считанных значения отличаются друг от друга не более чем на 2 %, то за основу следует брать их среднее значение. В противном случае следует повторить испытание.

УДК 624.131.4.001.4:006.354

ОКС 93.020

Ключевые слова: плотность крупнообломочных грунтов, метод замещения объема, материал замещающей среды

Заместитель генерального директора
по научной работе АО «НИЦ «Строительство»
д-р техн. наук

А.Г. Алексеев

Директор НИИОСП
им. Н.М. Герсевича,
АО «НИЦ «Строительство»
канд. техн. наук

Р.Ф. Шарафутдинов

Ответственный исполнитель:
Ведущий научный сотрудник лаборатории
«Методов исследований грунтов» №9,
НИИОСП им. Н.М. Герсевича,
АО «НИЦ «Строительство»
канд. техн. наук

А.В. Ростовцев