

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Луковникова

\_\_\_\_\_ 31 мая \_\_\_\_\_ 20 23 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.09.03 Механика грунтов**

Закреплена за кафедрой **Строительных конструкций и технологий  
строительства**

Учебный план bs080301\_23\_ПГС.plx  
Направление: 08.03.01 Строительство

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Зачет 1

**Распределение часов дисциплины по курсам**

| Курс              | 1  |    | Итого |    |
|-------------------|----|----|-------|----|
|                   | уп | рп |       |    |
| Лекции            | 2  | 2  | 2     | 2  |
| Лабораторные      | 2  | 2  | 2     | 2  |
| В том числе инт.  | 2  | 2  | 2     | 2  |
| Итого ауд.        | 4  | 4  | 4     | 4  |
| Контактная работа | 4  | 4  | 4     | 4  |
| Сам. работа       | 64 | 64 | 64    | 64 |
| Часы на контроль  | 4  | 4  | 4     | 4  |
| Итого             | 72 | 72 | 72    | 72 |

Программу составил(и):  
к.т.н., доц., Куликов О.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

### **Механика грунтов**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 08.03.01 Строительство  
утвержденного приказом ректора от 17.02.2023 № 72.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

### **Строительных конструкций и технологий строительства**

Протокол от 12.04.2023г. № 10

Срок действия программы: 2023-2026уч.г.

Зав. кафедрой Дудина И.В.

Председатель МКФ

доцент, к.э.н., Грудистова Е.Г.                      11.05.2023г.                      протокол №9

Ответственный за реализацию ОПОП \_\_\_\_\_ Дудина И.В.  
(подпись)

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Сотник Т.Ф.  
(подпись)

№ регистрации \_\_\_\_\_ 25 \_\_\_\_\_  
(методический отдел)

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Строительных конструкций и технологий строительства**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Строительных конструкций и технологий строительства**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Строительных конструкций и технологий строительства**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Строительных конструкций и технологий строительства**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Формирование у обучающихся базовых знаний по закономерностям физико-механических свойств грунтов и получение фундаментальных знаний по оценке напряженно-деформированного состояния грунтовых массивов. |
|-----|---|

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

|                    |  |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.О.09.03   |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |
| 2.1.1              | Техническая механика   |
| 2.1.2              | Инженерная геология  |
| 2.1.3              | Теоретическая механика   |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1              | Обследование и испытание зданий и сооружений   |
| 2.2.2              | Основания и фундаменты   |

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата**

|             |   |
|-------------|---|
| Индикатор 1 | ОПК-1.2 Решает инженерные задачи с использованием знаний технических, экономических наук и математического аппарата |
|-------------|---|

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |   |
|------------|---|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>   |
| 3.1.1      | теоретические и практические основы механики грунтов  |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>   |
| 3.2.1      | применять основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области строительства;             |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>   |
| 3.3.1      | основными законами технических, экономических наук и математическим аппаратом, необходимыми для решения инженерных задач. |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Вид занятия | Наименование разделов и тем  | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература   | Инте ракт. | Примечание                 |
|-------------|-------------|--|----------------|-------|-------------|--|------------|----------------------------|
|             | Раздел      | <b>Раздел 1. Основные понятия механики грунтов. Физическая природа грунтов</b>                                     |                |       |             |  |            |                            |
| 1.1         | Лек         | Предмет и задачи курса. Природа грунтов. Структурные связи. Структура и текстура.                                  | 1              | 0,5   | ОПК-1       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0          |                            |
| 1.2         | Лаб         | Определение физических характеристик, классификационных показателей и условного расчетного сопротивления грунтов . | 1              | 1     | ОПК-1       | Л1.1<br>Л1.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8         | 0,5        | тренинг;<br>ОПК-1.2        |
| 1.3         | Лек         | Физические свойства и классификационные показатели.  | 1              | 0,5   | ОПК-1       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0,5        | проблемная лекция ОПК -1.2 |

|      |        |  |   |     |       |  |     |                                       |
|------|--------|--|---|-----|-------|--|-----|---------------------------------------|
| 1.4  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: природа грунтов  | 1 | 2   | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8     | 0   | ОПК-1.2                               |
| 1.5  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: физические свойства и классификационные показатели грунтов | 1 | 10  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0   | ОПК-1.2                               |
| 1.6  | Зачёт  | Основные понятия механики грунтов. Физическая природа грунтов                              | 1 | 0   |       |  | 0   |                                       |
|      | Раздел | <b>Раздел 2. Основные закономерности механики грунтов</b>                                  |   |     |       |  |     |                                       |
| 2.1  | Лаб    | Исследование сжимаемости грунтов способом компрессии в одометре.                           | 1 | 0,5 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8             | 0,5 | разбор конкретных ситуаций<br>ОПК-1.2 |
| 2.2  | Лаб    | Исследование предельного сопротивления сдвигу глинистого грунта.                           | 1 | 0,5 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8             | 0   | ОПК-1.2                               |
| 2.3  | Лек    | Сжимаемость грунтов.   | 1 | 0,5 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8     | 0,5 | проблемная лекция ОПК-1.2             |
| 2.4  | Лек    | Водопроницаемость грунтов.   | 1 | 0   | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8     | 0   | ОПК-1.2                               |
| 2.5  | Лек    | Испытание на одноплоскостной сдвиг.  | 1 | 0,5 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8     | 0   |                                       |
| 2.6  | Лек    | Иные методы испытания на сдвиг.  | 1 | 0   | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8     | 0   | ОПК-1.2                               |
| 2.7  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: сжимаемость грунтов, закон уплотнения                      | 1 | 8   | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0   | ОПК-1.2                               |
| 2.8  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: закон ламинарной фильтрации, коэффициент фильтрации        | 1 | 4   | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8     | 0   | ОПК-1.2                               |
| 2.9  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: контактное сопротивление грунтов сдвигу                    | 1 | 8   |       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0   | ОПК-1.2                               |
| 2.10 | Ср     | Самостоятельная работа на тему: другие методы испытаний грунтов на сдвиг                   | 1 | 3   |       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8     | 0   | ОПК-1.2                               |

|      |        |  |   |    |       |  |   |         |
|------|--------|--|---|----|-------|--|---|---------|
| 2.11 | Зачёт  | Основные закономерности механики грунтов   | 1 | 4  |       |  | 0 |         |
|      | Раздел | <b>Раздел 3. Теория распределения напряжений в массивах грунта</b>   |   |    |       |  |   |         |
| 3.1  | Лек    | Распределение напряжений в грунтовом массиве.  | 1 | 0  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0 | ОПК-1.2 |
| 3.2  | Лек    | Плоская и пространственная задача (напряжения от равномерно распределенной нагрузки). Напряжение от собственного веса грунта.                            | 1 | 0  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0 | ОПК-1.2 |
| 3.3  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: расчет напряжений в массиве грунта   | 1 | 7  |       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0 | ОПК-1.2 |
| 3.4  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: напряжение в грунте в случае плоской и пространственной задачи   | 1 | 6  |       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0 | ОПК-1.2 |
| 3.5  | Зачёт  | Теория распределения напряжений в массивах грунта  | 1 | 0  |       |  | 0 |         |
|      | Раздел | <b>Раздел 4. Прочность и устойчивость грунтовых массивов</b>   |   |    |       |  |   |         |
| 4.1  | Лек    | Теория предельного напряженного состояния. Критические нагрузки. Устойчивость откосов и склонов. Определение давления грунта на ограждающие конструкции. | 1 | 0  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0 | ОПК-1.2 |
| 4.2  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: задачи теории предельного напряженного состояния   | 1 | 6  |       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0 | ОПК-1.2 |
| 4.3  | Зачёт  | Прочность и устойчивость грунтовых массивов  | 1 | 0  |       |  | 0 |         |
|      | Раздел | <b>Раздел 5. Деформации грунтов и расчет осадок оснований сооружений</b>   |   |    |       |  |   |         |
| 5.1  | Лек    | Виды деформаций. Теория компрессионного уплотнения. Теория фильтрационной консолидации. Методы расчета стабилизированных осадок.                         | 1 | 0  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0 | ОПК-1.2 |
| 5.2  | Ср     | Самостоятельная работа на тему: расчет осадок фундаментов  | 1 | 10 |       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 Э8 | 0 | ОПК-1.2 |
| 5.3  | Зачёт  | Прочность и устойчивость грунтовых массивов  | 1 | 0  |       |  | 0 |         |

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

|   |
|---|
| Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)   |
| Технология дистанционного обучения (получение образовательных услуг без посещения университета, с помощью современных систем телекоммуникации (электронная почта, Интернет и др.))  |
| Традиционная (репродуктивная) технология (преподаватель знакомит обучающихся с порядком выполнения задания, наблюдает за выполнением и при необходимости корректирует работу обучающихся)   |
| Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)               |
| Технология проблемного обучения (постановка научной и учебной задачи перед обучающимися, в процессе решения задачи обучающиеся учатся самостоятельно находить необходимую информацию, способы решения, осуществляется развитие познавательной активности, творческого мышления и иных личных качеств) |
| Технология модульного обучения (деление учебной дисциплины на модули (блоки), каждый из которых состоит из учебного содержания и технологии овладения им)   |

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Контрольные вопросы и задания

- Лабораторная работа № 1 – Определение физических характеристик, классификационных показателей и условного расчетного сопротивления грунтов .  
Цель работы: Определение естественной влажности грунта методом высушивания до постоянной массы (ГОСТ 5180-84).  
Задание:  
Определить естественную влажность грунта методом высушивания до постоянной массы.
- Лабораторная работа № 2 – Исследование сжимаемости грунтов способом компрессии в одометре.  
Цель работы: определение показателей сжимаемости (деформируемости) грунтов:  
- коэффициента сжимаемости  $m_0$ ;  
- коэффициента относительной сжимаемости  $m_v$ ;  
- модуля деформации  $E$ .  
Задание: определить показатели сжимаемости (деформируемости) грунтов: коэффициента сжимаемости  $m_0$ ; коэффициента относительной сжимаемости  $m_v$ ; модуля деформации  $E$ .
- Лабораторная работа № 3 – Исследование предельного сопротивления сдвигу глинистого грунта.  
Цель работы: определить параметры прочности грунта (удельное сцепление  $c$ , угол внутреннего трения  $\varphi$ ).  
Задание: определить параметры прочности грунта (удельное сцепление  $c$ , угол внутреннего трения  $\varphi$ ).

### 6.2. Темы письменных работ

отчет по лабораторным работам

### 6.3. Фонд оценочных средств

1. Основные понятия механики грунтов. Физическая природа грунтов
  - 1.1 Составные элементы грунтов.
  - 1.2 Основные виды структурных связей в грунтах.
  - 1.3 Что понимают под текстурой грунтов.
  - 1.4 Что называется весовой влажностью грунта?
  - 1.5 Может ли величина весовой влажности грунта быть больше 100%?
  - 1.6 В чем заключается методика высушивания грунта до постоянной массы в процессе определения влажности?
  - 1.7 Что называется плотностью частицы грунта?
  - 1.8 Как определить объем твердых частиц грунта пикнометрическим методом?
  - 1.9 Для чего кипятят суспензию при определении плотности частиц грунта?
  - 1.10 Что называют плотностью грунта? Какова методика его определения?
  - 1.11 Как определить наименование глинистого грунта?
  - 1.12 Как устанавливается физическое состояние глинистого грунта?
  - 1.13 Какими сведениями о глинистом грунте необходимо располагать, чтобы определить величину условного расчетного сопротивления по СНиП?
  - 1.14 Что называется влажностью глинистого грунта на границах текучести и раскатывания?
  - 1.15 Как приготовить глинистое тесто?
2. Основные закономерности механики грунтов
  - 2.1 Что называется компрессией?
  - 2.2 Какова цель компрессионных испытаний грунта
  - 2.3 Как устроен одометр?
  - 2.4 Сформулируйте закон уплотнения грунта?
  - 2.5 Как вычисляются показатели деформируемости грунта?
  - 2.6 Как построить компрессорную кривую по результатам испытаний в одометре?

|      |   |
|------|---|
| 2.7  | Закон ламинарной фильтрации Дарси.  |
| 2.8  | Как устроен прибор прямого среза?   |
| 2.9  | В чем заключается методика консолидированного среза?  |
| 2.10 | Какова цель работы по испытанию грунта на срез?   |
| 2.11 | Закон Кулона для песчаных и глинистых грунтов.  |
| 2.12 | В каких расчетах используются характеристики прочности грунтов?                                   |
| 3.   | Теория распределения напряжений в массивах грунта   |
| 3.1  | Какая теория используется для расчета напряжений в грунтовом массиве: пределы ее применимости?    |
| 3.2  | Как распределяются напряжения в грунте от сосредоточенной силы?                                   |
| 3.3  | Что называют плоской задачей?   |
| 3.4  | Как распределяются напряжения от равномерно-распределенной нагрузки от собственного веса грунтов? |
| 3.5  | Что называют предельным напряженным состоянием?   |
| 3.6  | Виды поверхностей скольжения в зависимости от глубины заложения фундаментов.                      |
| 3.7  | Что называют критическими нагрузками и расчетным сопротивлением грунта?                           |
| 3.8  | Оценка результатов расчетов величин критических нагрузок.   |
| 4.   | Прочность и устойчивость грунтовых массивов   |
| 4.1  | Для каких инженерных объектов требуется расчет устойчивости?                                      |
| 4.2  | Элементарные задачи устойчивости.   |
| 4.3  | Инженерные методы расчета устойчивости.   |
| 4.4  | Виды подпорных стенок.  |
| 4.5  | Мероприятия по повышению устойчивости откосов и склонов.  |
| 5.   | Деформации грунтов и расчет осадок оснований сооружений   |
| 5.1  | Виды деформаций.  |
| 5.2  | Как определить стабилизированную осадку слоя грунта ограниченной толщины?                         |
| 5.3  | Область применения теории фильтрационной консолидации.  |

#### 6.4. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по лабораторным работам, перечень вопросов к зачету.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

|          | Авторы,           | Заглавие   | Издательство,                  | Кол-во | Эл. адрес   |
|----------|-------------------|--|--------------------------------|--------|---|
| Л1.<br>1 | Добров Э.М.       | Механика грунтов: Учебник для вузов  | Москва:<br>Академия, 2008      | 20     |   |
| Л1.<br>2 | Далматов Б.<br>И. | Механика грунтов, основания и фундаменты (включая специальный курс инженерной геологии): Учебник для вузов | Санкт-Петербург:<br>Лань, 2022 | 1      | <a href="https://e.lanbook.com/book/254639">https://e.lanbook.com/book/254639</a> |

##### 7.1.2. Дополнительная литература

|          | Авторы,   | Заглавие   | Издательство,        | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|---|--|----------------------|--------|-----------|
| Л2.<br>1 | Мальшев М.<br>В.                                  | Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах-ответах): учебное пособие | Москва: АСВ,<br>2015 | 10     |           |
| Л2.<br>2 | Мангушев<br>Р.А., Карлов<br>В.Д.,<br>Сахаров И.И. | Механика грунтов: Учебник  | Москва: АСВ,<br>2015 | 10     |           |

##### 7.1.3. Методические разработки

|          | Авторы,                               | Заглавие  | Издательство,         | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|---------------------------------------|---|-----------------------|--------|-----------|
| Л3.<br>1 | Куликов<br>О.В.,<br>Курамшина<br>Р.П. | Механика грунтов: Методические указания к выполнению лабораторных работ | Братск: БрГУ,<br>2006 | 115    |           |

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |  |  |
|----|--|--|
| Э1 | Университетская библиотека online                    | 1. <a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>   |
| Э2 | ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»; | 2. <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>   |
| Э3 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU           | 3. <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>   |
| Э4 | электронный каталог библиотеки БрГУ                  | 4. <a href="http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_13/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK&amp;LNG">http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_13/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK&amp;LNG</a> |
| Э5 | электронная библиотека БрГУ                          | 5. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog">http://ecat.brstu.ru/catalog</a>   |



|    |  |                          |
|----|--|--------------------------|
| Э6 | система дистанционного обучения                      | 6.http://ilogos.brstu.ru |
| Э7 | электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» | 7.http://e.lanbook.com   |
| Э8 | ИС "Техэксперт"                                      | hot@kodeks.ru.           |
| Э9 |  |                          |

### 7.3.1 Перечень программного обеспечения

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| 7.3.1.1 | Adobe Acrobat Reader DC        |
| 7.3.1.2 | doPDF                          |
| 7.3.1.3 | Ай-Логос                       |
| 7.3.1.4 | КОМПАС-3D V13                  |
| 7.3.1.5 | Microsoft Windows (Win Pro 10) |

### 7.3.2 Перечень информационных справочных систем

|         |   |
|---------|---|
| 7.3.2.1 | ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система                          |
| 7.3.2.2 | Справочно-правовая система «Консультант Плюс»                           |
| 7.3.2.3 | Издательство "Лань" электронно-библиотечная система                     |
| 7.3.2.4 | «Университетская библиотека online»                                     |
| 7.3.2.5 | Электронный каталог библиотеки БрГУ                                     |
| 7.3.2.6 | Электронная библиотека БрГУ   |
| 7.3.2.7 | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" |
| 7.3.2.8 | Национальная электронная библиотека НЭБ                                 |
| 7.3.2.9 | Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)              |

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Аудитория | Назначение                                     | Оснащение аудитории   | Вид занятия |
|-----------|--|---|-------------|
| 3520      | Лаборатория испытаний строительных конструкций | <p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стенд испытания строительных конструкций;</li> <li>- комплект металлической опалубки;</li> <li>- универсальная испытательная гидравлическая машина WAW-500С;</li> <li>- электропечь лаб. СНОЛ 67/350 (50...350С) (эл. терморегулятор (E5CSV));</li> <li>- шкаф сушильный СНОЛ-3,5</li> <li>- комплект оборудования для исследования физических свойств и классификационных показателей грунтов;</li> <li>- прибор для испытания грунтов на сдвиг ГПП-30;</li> <li>- электронные весы DL-1200;</li> <li>- машина МК-50;</li> <li>- пресс П-125;</li> <li>- измеритель прочности бетона отрывом со скалыванием ОНИКС-ОС;</li> <li>- твердомер динамический ТЭМП-4к;</li> <li>- динамометр на сжатие ДЭПЗ-3Д-500С-2;</li> <li>- ультразвуковой измеритель прочности Пульсар-1.0;</li> <li>- микроскоп для измерения трещин в бетоне Elcometer 900;</li> <li>- МФУ лазерный монохромный Canon;</li> <li>- акустическая система JetBalancet Jb-115U;</li> <li>-ПК i5-2500/H67/4Gb/500Gb (монитор TFT19 Samsung E1920NR;</li> <li>- мультимедийный проектор.</li> </ul> <p>Дополнительно:<br/>меловая доска - 1 шт.</p> <p>Учебная мебель:<br/>- комплект мебели (посадочных мест) – 25 шт.; <li>- комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.</li> </p> | Лек         |
| 3520      | Лаборатория испытаний строительных конструкций | <p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стенд испытания строительных конструкций;</li> <li>- комплект металлической опалубки;</li> <li>- универсальная испытательная гидравлическая машина WAW-500С;</li> <li>- электропечь лаб. СНОЛ 67/350 (50...350С) (эл. терморегулятор (E5CSV));</li> <li>- шкаф сушильный СНОЛ-3,5</li> <li>- комплект оборудования для исследования физических свойств и классификационных показателей грунтов;</li> <li>- прибор для испытания грунтов на сдвиг ГПП-30;</li> <li>- электронные весы DL-1200;</li> </ul>   | Лаб         |

|      |  |   |       |
|------|--|---|-------|
|      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- машина МК-50;</li> <li>- пресс П-125;</li> <li>- измеритель прочности бетона отрывом со скалыванием ОНИКС-ОС;</li> <li>- твердомер динамический ТЭМП-4к;</li> <li>- динамометр на сжатие ДЭПЗ-3Д-500С-2;</li> <li>- ультразвуковой измеритель прочности Пульсар-1.0;</li> <li>- микроскоп для измерения трещин в бетоне Elcometer 900;</li> <li>- МФУ лазерный монохромный Canon;</li> <li>- акустическая система JetBalant Jb-115U;</li> <li>-ПК i5-2500/H67/4Gb/500Gb (монитор TFT19 Samsung E1920NR;</li> <li>- мультимедийный проектор.</li> </ul> <p>Дополнительно:<br/> меловая доска - 1 шт.<br/> Учебная мебель:<br/> - комплект мебели (посадочных мест) – 25 шт.; <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.</li> </ul> </p>   |       |
| 3520 | Лаборатория испытаний строительных конструкций | <p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стенд испытания строительных конструкций;</li> <li>- комплект металлической опалубки;</li> <li>- универсальная испытательная гидравлическая машина WAW-500С;</li> <li>- электропечь лаб. СНОЛ 67/350 (50...350С) (эл. терморегулятор (E5CSV);</li> <li>- шкаф сушильный СНОЛ-3,5</li> <li>- комплект оборудования для исследования физических свойств и классификационных показателей грунтов;</li> <li>- прибор для испытания грунтов на сдвиг ГПП-30;</li> <li>- электронные весы DL-1200;</li> <li>- машина МК-50;</li> <li>- пресс П-125;</li> <li>- измеритель прочности бетона отрывом со скалыванием ОНИКС-ОС;</li> <li>- твердомер динамический ТЭМП-4к;</li> <li>- динамометр на сжатие ДЭПЗ-3Д-500С-2;</li> <li>- ультразвуковой измеритель прочности Пульсар-1.0;</li> <li>- микроскоп для измерения трещин в бетоне Elcometer 900;</li> <li>- МФУ лазерный монохромный Canon;</li> <li>- акустическая система JetBalant Jb-115U;</li> <li>-ПК i5-2500/H67/4Gb/500Gb (монитор TFT19 Samsung E1920NR;</li> <li>- мультимедийный проектор.</li> </ul> <p>Дополнительно:<br/> меловая доска - 1 шт.<br/> Учебная мебель:<br/> - комплект мебели (посадочных мест) – 25 шт.; <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.</li> </ul> </p> | Ср    |
| 3520 | Лаборатория испытаний строительных конструкций | <p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стенд испытания строительных конструкций;</li> <li>- комплект металлической опалубки;</li> <li>- универсальная испытательная гидравлическая машина WAW-500С;</li> <li>- электропечь лаб. СНОЛ 67/350 (50...350С) (эл. терморегулятор (E5CSV);</li> <li>- шкаф сушильный СНОЛ-3,5</li> <li>- комплект оборудования для исследования физических свойств и классификационных показателей грунтов;</li> <li>- прибор для испытания грунтов на сдвиг ГПП-30;</li> <li>- электронные весы DL-1200;</li> <li>- машина МК-50;</li> <li>- пресс П-125;</li> <li>- измеритель прочности бетона отрывом со скалыванием ОНИКС-ОС;</li> <li>- твердомер динамический ТЭМП-4к;</li> <li>- динамометр на сжатие ДЭПЗ-3Д-500С-2;</li> <li>- ультразвуковой измеритель прочности Пульсар-1.0;</li> <li>- микроскоп для измерения трещин в бетоне Elcometer 900;</li> <li>- МФУ лазерный монохромный Canon;</li> <li>- акустическая система JetBalant Jb-115U;</li> <li>-ПК i5-2500/H67/4Gb/500Gb (монитор TFT19 Samsung E1920NR;</li> <li>- мультимедийный проектор.</li> </ul> <p>Дополнительно:<br/> меловая доска - 1 шт.<br/> Учебная мебель:</p>   | Зачёт |

- комплект мебели (посадочных мест) – 25 шт.;
- комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для освоения обучающимися дисциплины и достижения запланированных результатов обучения, учебным планом предусмотрены практические занятия, самостоятельная работа, подготовка и защита контрольных работ.

В условиях рейтинговой системы контроля результаты текущего оценивания студента используются как показатель его текущего рейтинга.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины. Внутренняя установка обучающегося на самостоятельную работу делает его учебную деятельность целеустремленным, активным и творческим процессом, насыщенным личностным смыслом обязательных достижений. Обучающийся, пользуясь рабочей программой, основной и дополнительной литературой, сам организует процесс познания. В этой ситуации преподаватель лишь опосредованно управляет его деятельностью.

Самостоятельная работа способствует сознательному усвоению, углублению и расширению теоретических знаний; формируются необходимые профессиональные умения и навыки и совершенствуются имеющиеся; происходит более глубокое осмысление методов научного познания конкретной науки, овладение необходимыми умениями творческого познания.

Основными формами такой работы являются:

- конспектирование лекций и прочитанного источника;
- проработка материалов прослушанной лекции;
- самостоятельное изучение программных вопросов, указанных преподавателем на лекциях и выполнение домашних заданий;
- формулирование тезисов;
- обзор и обобщение литературы по интересующему вопросу;
- подготовка к практическим занятиям, зачету и экзамену;
- подготовка и защита контрольной работы.

Лабораторная работа – самостоятельный труд обучающегося, который способствует углубленному изучению пройденного материала.

Цель выполняемой работы - получить специальные знания по выбранной теме.

Основные задачи выполняемой работы - закрепление полученных ранее теоретических знаний; выработка навыков самостоятельной работы; выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Для освоения дисциплины обучающимися предусмотрены проработка лекционного материала, изучение теоретического курса по литературе, указанной настоящей рабочей программе. Освоение разделов теоретического курса, относящихся к выполнению основных лабораторных работ:

- определение показателей физических свойств и классификационных показателей грунтов;
- изучение сжимаемости грунтов способом компрессии;
- изучение сопротивлению сдвигу глинистых грунтов на приборах одноплоскостного среза рекомендуется изучать по литературе, приведенной в соответствующем разделе настоящей РПД.

Для подготовки к лабораторным работам и получения навыков практической работы со стандартным оборудованием строительной лаборатории, имеющейся во всех крупных строительных организациях, рекомендуется самостоятельно изучить учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Самостоятельная работа обучающегося по оформлению отчета по лабораторному практикуму по механике грунтов связана с изучением современных отечественных норм и стандартов. Оформление текстовых и графических материалов соответствует СПДС (Системе проектной документации для строительства).

Самостоятельная работа студентов с литературой, проработка лекционного курса, методических указаний к лабораторному практикуму, использование нормативной литературы для обработки данных непосредственных испытаний грунтов способствует углублению и расширению профессиональных знаний и получению навыков профессиональной работы.

Защита отчетов по лабораторным работам проводится по заранее подготовленным вопросам, приведенным в учебно-методическом обеспечении для самостоятельной работы обучающихся

Лабораторная работа № 1 – Определение физических характеристик, классификационных показателей и условного расчетного сопротивления грунтов .

Порядок выполнения:

1.1.1 Взвешивают заранее высушенный и пронумерованный стаканчик с крышкой,  $m_1$ .

1.1.2 В стаканчик помещают пробу грунта массой не менее 15г, плотно закрывают крышкой и взвешивают,  $m_2$ .

1.1.3 Стаканчик открывают и вместе с крышкой, одетой на его дно, помещают в нагретый сушильный шкаф и высушивают до постоянной массы при температуре  $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ,  $m_3$ .

Первое взвешивание производится для песчаных грунтов через 3ч, для остальных — через 5ч. Последующие взвешивания после высушивания повторяют: песчаных грунтов в течении 1ч, остальных — 2ч. После каждого высушивания стаканчик с грунтом помещают в эксикатор с  $\text{CaCl}_2$ , охлаждают до комнатной температуры и взвешивают.

Если разность масс грунта в стаканчике между двумя последующими взвешиваниями не будет превышать 0,02 г, грунт считают высушенным.

1.2 Определение границы текучести глинистого грунта (ГОСТ 5180-84)

Влажность на границе текучести,  $W_L$  соответствует такой влажности приготовленной из грунта пасты, при которой

балансирный конус погружается в нее под действием собственного веса на 10 мм за 5 с.

Подготовка к опыту.

1.2.1 Образец грунта в воздушно-сухом состоянии (для грунтов, не содержащих органических веществ) растирают в ступке, не допуская дробления частиц грунта, и просеивают сквозь сито с сеткой №1. Затем образец увлажняют дистиллированной водой до состояния густой пасты, перемешивая шпателем, и выдерживают в закрытом стеклянном сосуде не менее 2ч.

Проведение опыта.

1.2.2 Подготовленную грунтовую пасту перемешивают шпателем и укладывают в форму (стаканчик) вровень с ее краями.

Поверхность заглаживают.

1.2.3 Смазанный вазелином балансирный конус плавно опускают на поверхность пасты. Если конус под действием собственного веса погрузился в пасту до круговой риски в течение 5с, то влажность грунта соответствует границе текучести.

1.2.4 Если за указанное время конус опустился на глубину менее 10мм, то грунтовую пасту увлажняют дистиллированной водой и повторяют операции, указанные в пп. 2.2.2-2.2.3.

1.2.5 При погружении конуса за 5с на глубину более 10мм пасту подсушивают на воздухе, перемешивая пробу. Затем повторяют операции согласно пп.1.2.2-1.2.3.

1.2.6 По достижении границы текучести (п. 1.2.3) из пасты отбирают пробу массой не менее 15г и прodeлывают операции согласно пп. 1.1.1-1.1.4.

1.3 Определение границы раскатывания (ГОСТ 5180-84). Влажность на границе раскатывания WP соответствует влажности, при которой раскатанный из пасты жгут распадается на кусочки длиной 3-10мм при диаметре 3мм.

Грунтовую пасту готовят в соответствии с п. 1.2.1.

1.3.1 Пасту раскатывают до образования жгута между ладонью и пластинкой из пластика, причем длина жгута не должна быть более ширины ладони. Если при диаметре 3мм жгут сохраняет пластичность, то грунт собирают в комок и снова раскатывают в жгут до указанного диаметра. Раскатывание заканчивают когда жгут начинает крошиться на кусочки длиной 3-10мм.

1.3.2 Кусочки грунта массой не менее 15г собирают в стаканчик и определяют WP согласно пп. 1.1.2-1.1.4.

1.4 Определение плотности грунта методом режущего кольца (ГОСТ 5180-84).

1.4.1 Плотность грунта определяется отношением массы образца грунта к его объему.

Проведение испытаний.

1.4.2 Взвешивают режущее кольцо с крышками,  $m_1$ . Для опытов с немерзлыми пылевато-глинистыми грунтами используют стандартные кольца с внутренним объемом .

1.4.3 Кольцо внутри смазывают тонким слоем вазелина.

1.4.4 На зачищенную поверхность образца грунта устанавливают кольцо-пробоотборник и вдавливают рукой (или прессом) на 1-2мм. Снаружи кольца грунт подрезают на глубину 5-10мм ниже режущей кромки, формируя столбик грунта диаметром на 1-2мм больше наружного диаметра кольца. Такие операции повторяют до тех пор, пока кольцо не заполнится грунтом.

Грунт, выступающий за края кольца, срезают ножом, зачищают поверхность грунта вровень с краями кольца и закрывают крышками. Кольцо с грунтом и крышками взвешивают,  $m_2$ .

1.5 Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом (ГОСТ 5108-84).

Подготовка к испытаниям

1.5.1 Пробу грунта, высушенного при комнатной температуре, размельчают в ступке и просеивают через сито с сеткой №2.

1.5.2 Из просеянного грунта берут навеску и высушивают до постоянной массы в соответствии с п.п. 1.1.1-1.1.3.

1.5.3 Взвешивают навеску высушенного грунта массой  $m_1=10г$  и через сухую воронку пересыпают в пикнометр.

1.5.4 Пикнометр заполняют на 1/3 дистиллированной водой, взбалтывают и ставят кипятить на песчаную баню. Время кипячения (с момента начала кипения), необходимого для удаления воздуха из пор грунта, составляет для песков и супесей — 30мин, для суглинков и глин — 1ч.

1.5.5 После кипячения пикнометр охлаждают в ванне с водой до комнатной температуры и доливают дистиллированной водой до кольцевой риски. Положение мениска в нем поправляют, добавляя воду пипеткой. Если капли воды находятся выше риски, их удаляют, промокнув фильтровальной бумагой (низ мениска воды должен совпадать с риской). Причем температуру пикнометра определяют по температуре воды в ванне. Затем пикнометр обтирают насухо и взвешивают,  $m_2$ .

1.5.6 Содержимое пикнометра выливают, его ополаскивают и наполняют дистиллированной водой. Затем пикнометр выдерживают в ванне с водой до той же температуры что и в п. 1.5.5, поправляют положение мениска воды и взвешивают,  $m_3$ .

1.6 Определение наименования глинистого грунта и его состояния.

1.7 Вычисляемые характеристики грунта.

1.7.1 Коэффициент пористости  $e$

1.7.2 Плотность сухого грунта (скелета грунта)  $\rho_d$

1.7.3 Удельный вес грунта

1.7.4 Удельный вес частиц грунта

1.7.5 Удельный вес сухого грунта

1.8 Определение условного расчетного сопротивления грунтов основания  $R_0$

Лабораторная работа № 2 – Исследование сжимаемости грунтов способом компрессии в одометре.

Порядок выполнения:

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образца грунта в компрессионном приборе (одометре) в условиях компрессии.

Необходимое оборудование:

- компрессионный прибор (одометр);
- индикаторы часового типа — 2шт.;
- влажные бумажные фильтры — 2шт.;
- образец грунта;
- грузы — 3шт. по 4кг.

Исходные данные:

- площадь образца  $A=60\text{см}^2$ ;
- высота образца  $h=31,5\text{мм}$ ;
- коэффициент рычажной передачи  $n=1:10$ ;
- начальный коэффициент пористости  $e_0$

#### 2.1 Подготовка к испытанию.

Образец глинистого грунта для испытаний вырезают рабочим кольцом прибора в соответствии с требованиями п. 1.4.4 и покрывают с двух сторон влажными фильтрами.

Сжатие образца грунта происходит при свободном удалении поровой воды через дырчатые поддон и штамп прибора. Нагрузку прикладывают с помощью рычажной системы. Отношение плеч рычага, передающего нагрузку  $n=1:10$ . Диапазон давлений в опыте определяется проектным заданием. В учебных целях опыт проводится при трех значениях нагрузки, создаваемой гирями массой 4,8 и 12кг.

После приложения каждой ступени давления образец выдерживают до стабилизации деформаций. По ГОСТ 12248-2010 [10] критерием стабилизации для глинистых грунтов является деформация не более 0,01мм за 16ч. (в учебных целях принято время условной стабилизации на каждой ступени давления равным 12мин.).

Для измерения вертикальных деформаций грунта используют два индикатора часового типа.

#### 2.2 Порядок проведения испытаний.

2.2.1 Снимают одометр со станины и разбирают его.

2.2.2 В соответствии с указанной выше методикой вырезают образец грунта и накрывают его с двух сторон влажными фильтрами.

2.2.3 Собирают одометр и устанавливают на станину прибора. Подкручивают стопорную гайку, находящуюся под станиной, и переводят грузочный рычаг в горизонтальное положение.

2.2.4 Закрепляют индикаторы часового типа (ножка индикатора должна быть «утоплена») и поворотом шкалы устанавливают нулевые отсчеты.

2.2.5 На подвеску рычага устанавливают гирю массой 4кг и берут отсчет по часам.

2.2.6 В журнал испытаний записывают показания по красной шкале индикаторов через 1, 2, 4, 8 и 12мин с момента приложения нагрузки.

2.2.7 На подвеску устанавливают еще одну гирю массой 4кг и повторяют операции п.2.2.6.

2.2.8 Устанавливают на подвеску третью гирю массой 4кг и повторяют те же операции согласно п.2.2.6.

#### 2.3 Обработка результатов

2.3.1 Определяют абсолютную деформацию образца грунта  $S$  как среднее арифметическое значение показаний индикаторов (при вычислениях следует учитывать деформацию компрессионного прибора по тарировочной кривой, построенной при различных давлениях).

2.3.2 Для каждой ступени нагружения строят график зависимости осадки образца  $S$  от времени  $t$ .

2.3.3 Вычисляют значения коэффициента пористости

2.3.4 Строят график зависимости коэффициента пористости  $e$  от напряжения (компрессионную кривую). Рекомендуемый масштаб графика: по горизонтали 40мм — 0,1МПа, по вертикали 50мм — 0,1.

2.3.5 По компрессионной кривой для выбранного интервала изменения давления определяют показатели сжимаемости с точностью 0,001МПа-1.

Лабораторная работа № 3 – Исследование предельного сопротивления сдвигу глинистого грунта.

Порядок выполнения:

Параметры прочности используются при оценке:

- устойчивости откосов грунтовых массивов;
- несущей способности оснований зданий и сооружений;
- давления на ограждающие конструкции.

Оборудование:

- образцы грунта;
- одноплоскостной срезной прибор ГПП-30;
- индикатор часового типа;
- грузы.

Исходные данные:

- — площадь среза образца;
- — высота образца;
- — отношение плеч рычага для передачи вертикальной нагрузки;
- — отношение плеч рычага для передачи сдвигающей нагрузки.

Для определения характеристик прочности необходимо выполнить несколько опытов по определению предельного касательного напряжения при различных значениях нормального напряжения и значения  $\sigma_1$  и с определить как параметры прямой зависимости в соответствии с формулой (3.1).

В учебных целях проводят три опыта на срез при нормальных к плоскости сдвига напряжениях ; ; .

Для глинистых грунтов независимо от их степени влажности в стабилизированном состоянии испытания проводят по консолидированно-дренированной схеме по ГОСТ 12248-2010 [10].

В связи с этим перед опытами образцы грунта предварительно уплотняют заданным нормативным давлением в

уплотнителя ГПП-29. При небольшом количестве опытов уплотнение можно производить непосредственно в срезном приборе по методике, указанной в п. 3.1.

В опытах используется одноплоскостной срезной прибор с фиксированной поверхностью среза ГПП-30 конструкции Н.Н.Маслова-Ю.Ю. Лурье.

Срез достигается путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

### 3.1 Подготовка к испытанию

3.1.1 Предварительное уплотнение образца, за исключением образцов просадочных грунтов, испытываемых в водонасыщенном состоянии, производят при нормальных давлениях  $p$ , при которых определяют сопротивление срезу. Нормальные давления передают на образец грунта ступенями.

Величина ступени зависит от состояния глинистого грунта и принимается по [10]. В учебных целях к образцу прикладывают давление  $P=12\text{кг}$  и выдерживают в течение 5 мин. Затем вертикальная нагрузка полностью снимается.

### 3.2 Проведение испытания.

3.2.1 С помощью двух установочных винтов устанавливают зазор в 0,5-1 мм между верхней и нижней обоймами срезавателя. Следует иметь в виду, что установочные винты должны быть подняты и не должны мешать перемещению верхней обоймы относительно неподвижной нижней части в ходе опыта.

3.2.2 Образец грунта нагружают вертикальным давлением, при котором будет происходить испытание на срез. В первом опыте напряжение создается с помощью гири массой 4 кг

3.2.3 Устанавливают индикатор часового типа для измерения горизонтальных деформаций. Поворотом шкалы устанавливают нулевой отсчет.

3.2.4 Освобождают секторный рычаг, передающий горизонтальную нагрузку, от тормоза.

3.2.5 К горизонтальной загрузочной системе прикладывают нагрузку по величине ступени составляющую 5% от вертикальной. Например, если вертикальная нагрузка создается гирей массой 4 кг, то ступень горизонтальной нагрузки составляет 0,2 кг.

3.2.6 После стабилизации деформации среза, за которую принимают скорость деформации не более 0,01 мм/мин

3.2.7 Прикладывают следующую ступень горизонтальной нагрузки. Испытания продолжают до тех пор, пока не произойдет мгновенный срез или общая деформация среза превысит 5 мм (в учебных целях принято — 3 мм).

3.2.8 Разгружают подвески сначала горизонтальной, а затем вертикальной загрузочных систем. Прибор очищают от грунта, промывают и насухо вытирают.

3.2.9 Перезаряжают прибор грунтом и в соответствии с п.3.1.1-3.2.8 проводят опыты при  $p$  и  $\tau$ , которые создаются с помощью гирь массой 8 и 12 кг.

### 3.3 Обработка результатов испытания.

3.3.1 По результатам опыта строят график зависимости горизонтальных деформаций от касательных напряжений в плоскости среза

3.3.2 Строят график зависимости касательных (сдвигающих) напряжений от нормальных напряжений (диаграмма сопротивления срезу) в соответствии с рисунком 5.3.

Масштабы напряжений по осям  $\tau$  и  $p$  должны быть одинаковыми.

Рекомендуемый масштаб графика:

по горизонтали 50 мм — 0,1 МПа для  $\tau$ ;

по вертикали 50 мм — 0,1 МПа для  $p$ .

Результаты эксперимента, отраженные точками, теоретически должны лежать на одной прямой. В случае разброса данных экспериментов прямую необходимо провести таким образом, чтобы она занимала среднее положение между тремя точками.

3.3.3 — На прямой необходимо выбрать две точки и определить нормативные значения угла внутреннего трения и удельного сцепления  $c$ .

- высота образца  $h=31,5\text{мм}$ ;
- коэффициент рычажной передачи  $n=1:10$ ;
- начальный коэффициент пористости  $e_0$

### 2.1 Подготовка к испытанию.

Образец глинистого грунта для испытаний вырезают рабочим кольцом прибора в соответствии с требованиями п. 1.4.4 и покрывают с двух сторон влажными фильтрами.

Сжатие образца грунта происходит при свободном удалении поровой воды через дырчатые поддон и штамп прибора. Нагрузку прикладывают с помощью рычажной системы. Отношение плеч рычага, передающего нагрузку  $n=1:10$ . Диапазон давлений в опыте определяется проектным заданием. В учебных целях опыт проводится при трех значениях нагрузки, создаваемой гирями массой 4,8 и 12кг.

После приложения каждой ступени давления образец выдерживают до стабилизации деформаций. По ГОСТ 12248-2010 [10] критерием стабилизации для глинистых грунтов является деформация не более 0,01мм за 16ч. (в учебных целях принято время условной стабилизации на каждой ступени давления равным 12мин.).

Для измерения вертикальных деформаций грунта используют два индикатора часового типа.

2.2 Порядок проведения испытаний.

2.2.1 Снимают одометр со станины и разбирают его.

2.2.2 В соответствии с указанной выше методикой вырезают образец грунта и накрывают его с двух сторон влажными фильтрами.

2.2.3 Собирают одометр и устанавливают на станину прибора. Подкручивают стопорную гайку, находящуюся под станиной, и переводят загрузочный рычаг в горизонтальное положение.

2.2.4 Закрепляют индикаторы часового типа (ножка индикатора должна быть «утоплена») и поворотом шкалы устанавливают нулевые отсчеты.

2.2.5 На подвеску рычага устанавливают гирию массой 4кг и берут отсчет по часам.

2.2.6 В журнал испытаний записывают показания по красной шкале индикаторов через 1, 2, 4, 8 и 12мин с момента приложения нагрузки.

2.2.7 На подвеску устанавливают еще одну гирию массой 4кг и повторяют операции п.2.2.6.

2.2.8 Устанавливают на подвеску третью гирию массой 4кг и повторяют те же операции согласно п.2.2.6.

2.3 Обработка результатов

2.3.1 Определяют абсолютную деформацию образца грунта  $S$  как среднее арифметическое значение показаний индикаторов (при вычислениях следует учитывать деформацию компрессионного прибора по тарировочной кривой, построенной при различных давлениях).

2.3.2 Для каждой ступени нагружения строят график зависимости осадки образца  $S$  от времени  $t$ .

2.3.3 Вычисляют значения коэффициента пористости

2.3.4 Строят график зависимости коэффициента пористости  $e$  от напряжения (компрессионную кривую). Рекомендуемый масштаб графика: по горизонтали 40мм — 0,1МПа, по вертикали 50мм — 0,1.

2.3.5 По компрессионной кривой для выбранного интервала изменения давления определяют показатели сжимаемости с точностью 0,001МПа-1.

Лабораторная работа № 3 – Исследование предельного сопротивления сдвигу глинистого грунта.

Цель работы: определить параметры прочности грунта (удельное сцепление  $c$ , угол внутреннего трения  $\varphi$ ).

Задание: определить параметры прочности грунта (удельное сцепление  $c$ , угол внутреннего трения  $\varphi$ ).

Порядок выполнения:

Параметры прочности используются при оценке:

- устойчивости откосов грунтовых массивов;
- несущей способности оснований зданий и сооружений;
- давления на ограждающие конструкции.

Оборудование:

- образцы грунта;
- одноплоскостной срезной прибор ГПП-30;
- индикатор часового типа;
- грузы.

Исходные данные:

- — площадь среза образца;
- — высота образца;
- — отношение плеч рычага для передачи вертикальной нагрузки;
- — отношение плеч рычага для передачи сдвигающей нагрузки.

Для определения характеристик прочности необходимо выполнить несколько опытов по определению предельного касательного напряжения при различных значениях нормального напряжения и значения  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$  и с определить как параметры прямолинейной зависимости в соответствии с формулой (3.1).

В учебных целях проводят три опыта на срез при нормальных к плоскости сдвига напряжениях  $\sigma_1$ ;  $\sigma_3$  ;  $\sigma_1$  ;  $\sigma_3$  .

Для глинистых грунтов независимо от их степени влажности в стабилизированном состоянии испытания проводят по консолидированно-дренированной схеме по ГОСТ 12248-2010 [10].

В связи с этим перед опытами образцы грунта предварительно уплотняют заданным нормативным давлением в уплотнителе ГПП-29. При небольшом количестве опытов уплотнение можно производить непосредственно в срезном приборе по методике, указанной в п. 3.1.

В опытах используется одноплоскостной срезной прибор с фиксированной поверхностью среза ГПП-30 конструкции Н.Н.Маслова-Ю.Ю. Лурье.

Срез достигается путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

3.1 Подготовка к испытанию

3.1.1 Предварительное уплотнение образца, за исключением образцов просадочных грунтов, испытываемых в водонасыщенном состоянии, производят при нормальных давлениях  $p$ , при которых определяют сопротивление срезу .

Нормальные давления передают на образец грунта ступенями .

Величина ступени  $\Delta p$  зависит от состояния глинистого грунта и принимается по [10]. В учебных целях к образцу

прикладывают давление  $P=12\text{кг}$  и выдерживают в течение 5 мин. Затем вертикальная нагрузка полностью снимается.

### 3.2 Проведение испытания.

3.2.1 С помощью двух установочных винтов устанавливают зазор в 0,5-1 мм между верхней и нижней обоймами срезователя. Следует иметь в виду, что установочные винты должны быть подняты и не должны мешать перемещению верхней обоймы относительно неподвижной нижней части в ходе опыта.

3.2.2 Образец грунта нагружают вертикальным давлением, при котором будет происходить испытание на срез. В первом опыте напряжение создается с помощью гири массой 4 кг

3.2.3 Устанавливают индикатор часового типа для измерения горизонтальных деформаций. Поворотом шкалы устанавливают нулевой отсчет.

3.2.4 Освобождают секторный рычаг, передающий горизонтальную нагрузку, от тормоза.

3.2.5 К горизонтальной загрузающей системе прикладывают нагрузку по величине ступени составляющую 5% от вертикальной. Например, если вертикальная нагрузка создается гирей массой 4 кг, то ступень горизонтальной нагрузки составляет 0,2 кг.

3.2.6 После стабилизации деформации среза, за которую принимают скорость деформации не более 0,01 мм/мин

3.2.7 Прикладывают следующую ступень горизонтальной нагрузки. Испытания продолжают до тех пор, пока не произойдет мгновенный срез или общая деформация среза превысит 5 мм (в учебных целях принято — 3 мм).

3.2.8 Разгружают подвески сначала горизонтальной, а затем вертикальной загрузающих систем. Прибор очищают от грунта, промывают и насухо вытирают.

3.2.9 Перезаряжают прибор грунтом и в соответствии с п.3.1.1-3.2.8 проводят опыты при и , которые создаются с помощью гирь массой 8 и 12 кг.

### 3.3 Обработка результатов испытания.

3.3.1 По результатам опыта строят график зависимости горизонтальных деформаций от касательных напряжений в плоскости среза

3.3.2 Строят график зависимости касательных (сдвигающих) напряжений от нормальных напряжений (диаграмма сопротивления срезу) в соответствии с рисунком 5.3.

Масштабы напряжений по осям и должны быть одинаковыми.

Рекомендуемый масштаб графика:

по горизонтали 50 мм — 0,1 МПа для ;

по вертикали 50 мм — 0,1 МПа для .

Результаты эксперимента, отраженные точками, теоретически должны лежать на одной прямой. В случае разброса данных экспериментов прямую необходимо провести таким образом, чтобы она занимала среднее положение между тремя точками.

3.3.3 — На прямой необходимо выбрать две точки и определить нормативные значения угла внутреннего трения и удельного сцепления  $c$ .