

# ПРЕДСЛОВИЕ

## Об этой книге

Раз уж вы обратили внимание на эту книгу, то, вероятно, у вас есть к данной теме интерес или вопросы, не так ли? Возможно, вы спрашивали себя: «Что это за штука такая – механика грунтов?» Такие мысли помогают мне и сегодня ощущать твердую почву под ногами.

Данная книга для тех, кто думает, например:

- «Я хотел бы изучить механику грунтов, но...»;
- «Я уже изучал механику грунтов, однако...»;
- «В манге всякие сложные дисциплины преподносятся в понятной форме...» и т. д.

Кроме того, я писал эту книгу с надеждой, что по мере обучения понятие «почва» будет становиться читателям все ближе. Движущей силой книги был вопрос «Что это за штука такая – механика грунтов?» Роль этой книги я вижу в том, чтобы, используя преимущества манги, дать наглядное общее представление о механике грунтов. В манге представлены материалы для начинающих знакомство с предметом и для продолжающих изучение данной темы.

Каждая глава книги состоит из:

- объяснения, что такое механика грунтов на знакомых нам примерах (собственно манга);
- более углубленного дополнительного материала (текстовая часть);
- обобщения изложенной информации с примерами и пояснениями (приложение).

Книга состоит из 7 глав, в которых рассматриваются вопросы от повседневных до инженерных. Если читать даже только эту мангу, общее представление о предмете будет получено, но чтение дополнительных материалов позволит углубить знания. Содержание каждой главы ориентировано на читателей, желающих систематически изучать механику грунтов, и написано в соответствии с учебниками по этой теме. Для тех же, кто хочет получить более глубокие знания, я рекомендую читать эту мангу параллельно с другими специализированными книгами.

## О механике грунтов

Грунт представляет собой смесь твердых, жидких и газообразных тел. Кроме того, как природное вещество он подвергается воздействию различных условий, поэтому существует множество видов грунтов. И поэтому трудно представить почву в одной последовательной теории. Механика грунтов же является наукой, систематизирующей

знания и опыт в решении проблем путем упрощения и моделирования (см. «Грунтовые очки») явлений, происходящих в почвах. И ещё остаются области, вызывающие интерес и вопросы (см. «Задача от Терцаги»). Для изучения такой непростой дисциплины, как механика грунтов, необходимы и взгляд на землю с точки зрения птицы в полёте, и взгляд на частицы почвы с точки зрения муравья. В этой книге мы попытаемся взглянуть на поведение грунтов с обеих точек зрения, для чего будем опираться и на знакомые всем явления, и на интуитивное «чувство почвы», накладывая их на опыт и представления читателей. Знание основ механики грунтов, поддерживающей фундамент общества, полезно не только потому, что отвечает на интересные вопросы или помогает в сдаче экзаменов, оно также является хорошим инструментом для тренировки подхода к сложным явлениям с разных точек зрения (птицы и муравья). И я буду счастлив, если эта книга хоть немного поможет заложить основы такого подхода.

При написании этой книги я опирался на многочисленные работы, перечисленные в приведенном в конце списке литературы. Я пытался сделать книгу дружественной и понятной для тех, кто впервые сталкивается с этой темой, однако из-за природы почв или, пожалуй, скорее из-за моей натуры история Соуты получилась довольно длинной. Не могу отрицать, что особенно во второй половине книги я слишком увлекся. Но благодаря сотрудникам Ohmsha, G-grape и художнику Курохати получилась гармоничная и лёгкая для чтения книга с использованием уникальных возможностей манги. Кроме того, с момента планирования данной книги до её научного редактирования множеством советов помогали профессора Университета Нихон Нисио Синья и Акиба Сёти. Выражаю всем глубочайшую благодарность.

Апрель 2016 года

Каноу Ёсуке

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	<b>V</b>
<b>ПРОЛОГ</b> .....	<b>1</b>
<b>Глава 1. ПОЧВА? ОТПОРНЫЙ СЛОЙ?</b> .....	<b>11</b>
1.1. Что такое механика грунтов.....	13
1.2. История возникновения почвы.....	16
1.3. Возникновение грунта.....	21
1.4. Исследование грунта.....	27
Дополнительный материал.....	32
<b>Глава 2. КАКАЯ ПОЧВА?</b> .....	<b>37</b>
2.1. Что такое почва в механике грунтов?.....	41
2.2. Состояние почвы.....	45
2.3. Свойства почв.....	52
2.4. Виды почв.....	56
Дополнительный материал.....	64
<b>Глава 3. ВОДА В ПОЧВЕ?</b> .....	<b>73</b>
3.1. Давление воды в грунтах.....	77
3.2. Течение подземных вод.....	80
3.3. Водопроницаемость почвы.....	87
3.4. Определение расхода воды.....	92
Дополнительный материал.....	98
<b>Глава 4. ВНУТРЕННЯЯ СИЛА ГРУНТА?</b> .....	<b>105</b>
4.1. Скрытые в земле ответы.....	110
4.2. Напряжение грунта под собственным весом.....	115
4.3. Напряжение грунта под нагрузкой.....	122

4.4. Напряжение грунта из-за фильтрационного потока .....	132
Дополнительный материал.....	143
<b>Глава 5. КОНСОЛИДАЦИЯ ГРУНТА .....</b>	<b>149</b>
5.1. Что такое консолидация грунта? .....	152
5.2. Процесс консолидации.....	156
5.3. Уравнение консолидации .....	163
5.4. Прогноз проседания уплотнённого грунта .....	170
Дополнительный материал.....	177
<b>Глава 6. ПРОЧНОСТЬ ГРУНТА .....</b>	<b>185</b>
6.1. Что такое прочность грунта .....	190
6.2. Критерий прочности грунта.....	196
6.3. Испытание грунта на сдвиг .....	202
6.4. Виды грунта и особенности сдвига.....	207
Дополнительный материал.....	212
<b>Глава 7. ПРОБЛЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ И ПОДДЕРЖКИ ГРУНТОВ .....</b>	<b>219</b>
7.1. Что такое давление грунта на подпорную стену .....	222
7.2. Теория давления грунта Кулона и Ранкина.....	230
7.3. Устойчивость склона .....	233
7.4. Анализ устойчивости склона.....	239
7.5. Несущая способность фундамента .....	246
7.6. Определение несущей способности .....	254
Дополнительный материал.....	264
<b>Эпилог .....</b>	<b>275</b>

# ΠΡΟΛΟΓ





Университет  
производства

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ!

ПРИГЛАШАЕМ!

ОГО, СКОЛЬКО ВСЯКИХ  
ФАКУЛЬТАТИВОВ!

ТЕНИС -  
ЭТО НЕПЛОХО.

И ЛАКРОСС ЗВУЧИТ  
ИНТЕРЕСНО.

Ивасита Ами

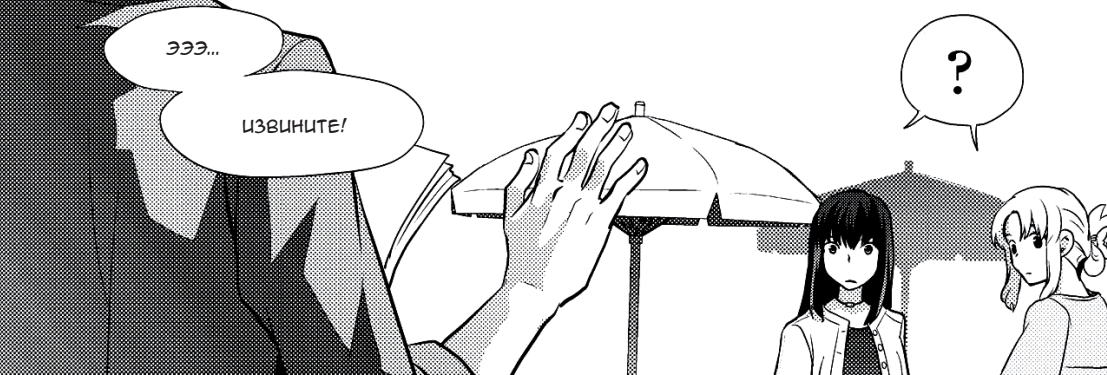
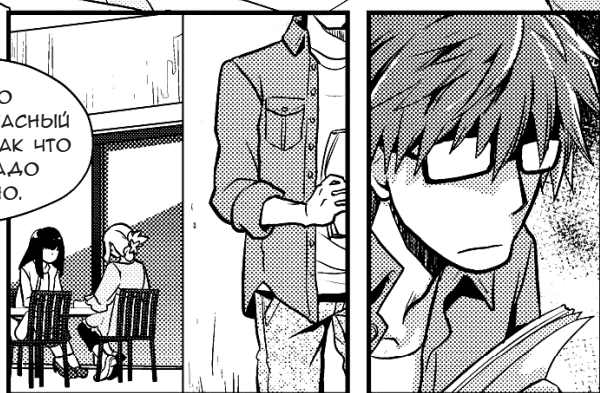
ДА И МУЗЫКА  
ТОЖЕ!

Сунахара Сиори



ЭТО ТОЛЬКО  
НА ПЕРВЫЙ ВЗГЛЯД  
ОНИ ВСЕ КАЖУТСЯ  
ПРОСТЫМИ.

НО МОЖНО  
ПОПАСТЬ НА ОПАСНЫЙ  
ФАКУЛЬТАТИВ, ТАК ЧТО  
ВЫБИРАТЬ НАДО  
ОСТОРОЖНО.



эээ...

ИЗВИНИТЕ!

?

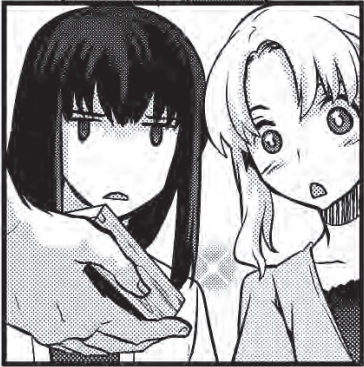


НЕ МОГЛИ БЫ ВЫ  
СЕЙЧАС ЗАПОЛНИТЬ  
НЕБОЛЬШУЮ АНКЕТУ?

СРЕДИ ТЕХ, КТО ОТВЕТИТ  
НА ВОПРОСЫ АНКЕТЫ, БУДЕТ  
ПРОВЕДЕНА ЛОТЕРЕЯ, И МОЖНО  
ВЫИГРАТЬ БРАСЛЕТ ИЗ БИРЮЗЫ.

ЧТО СКАЖЕТЕ?

Домон Соута



ВЫГЛЯДИТ  
ДОРОГО... ЧТО-ТО  
ПОДОЗРИТЕЛЬНО  
ЭТО ВСЁ.

СИОРИ,  
УХОДИМ.

**ДА, ДА, ДА!  
Я УЧАСТВУЮ!**



ВСЁ-ТАКИ  
В УНИВЕРСИТЕТЕ  
ТАК ЗАОРОВО!



КАК ХОРОШО,  
ЧТО Я СЮДА ПОСТУПИЛА.

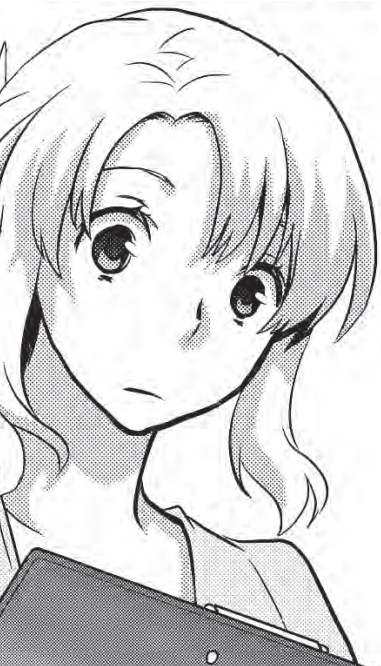


.....



ВОТ ЭТА АНКЕТА!

НАПИШИТЕ, ЧТО ВЫ ДУМАЕТЕ.



Исследовательская группа грунтов  
представляет:  
**Весенний университетский опрос**

Совместно с заявкой  
на вступление  
в исследовательское  
общество грунтов

1. Интересует ли вас почва? (да, нет)
2. Знаете ли вы о замечательных свойствах грунтов? (да, нет)
3. Хотите ли вы больше узнать о грунтах? (да, нет)
4. Интересуют ли вас проблемы грунтов? (да, нет)
5. Знаете ли вы о причинах оползней? (да, нет)
6. Если вы ответили «нет» на предыдущий вопрос, то хотели бы узнать о причинах оползней? (да, нет)



Студенческий номер:  
Имя:



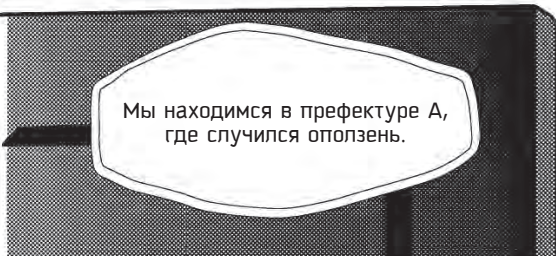
А? ЧТО ЭТО?  
ТУТ ЖЕ ВСЁ  
ТОЛЬКО О ГРУНТАХ!



ЭТО "НЕТ", И ЭТО "НЕТ",  
И ЭТО, И ЭТО! ВСЕ ОТВЕТЫ  
"НЕТ", РАЗВЕ НЕ ПОНЯТНО?!

ПРАВДА, СЮРИ?





НУ КАК, ВЫ ОБЕ  
ЗАКОНЧИЛИ ОТВЕЧАТЬ?

**ХММ**



ская группа грунтов  
дставляет:  
**университетский опрос**

Совместно с заявкой  
на вступление  
в исследовательское  
общество грунтов

Интересует ли вас почва?

(да, ~~нет~~)

Знаете ли вы о замечательных  
свойствах грунтов?

(да, ~~нет~~)

3. Хотите ли вы больше узнать  
о грунтах?

(да, ~~нет~~)

4. Интересуют ли вас проблемы  
грунтов?

(да, ~~нет~~)

Знаете ли вы о причинах оползней?

(да, ~~нет~~)

**ВОТ ТУТ!  
ТУТ НАПИСАНО "С ЗАЯВКОЙ  
НА ВСТУПЛЕНИЕ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ  
ОБЩЕСТВО ГРУНТОВ"!**

Ну...  
это...

ЧТО ЭТО  
ВООБЩЕ ТАКОЕ?


ОБЪЯСНИ  
КАК СЛЕДУЕТ!



**ПЛЮ!**

СКАЗАТЬ  
ПО ПРАВАЕ...

Я ГЛАВА  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ОБЩЕСТВА ГРУНТОВ.



В СЛЕДУЮЩЕМ ГОДУ  
ОБЩЕСТВУ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ГРУНТОВ ИСПОЛНЯЕТСЯ 50 ЛЕТ,  
А В НЁМ СЕЙЧАС НИКОГО,  
КРОМЕ МЕНЯ, НЕТ.

НЕПОПУЛЯРНАЯ  
НЫНЧЕ ТЕМА...




ВОТ И Я УЖЕ  
ЧЕТВЕРОКУРСНИК...


И ЕСЛИ СЕЙЧАС НЕ ПОЯВЯТСЯ  
НОВЫЕ ЧЛЕНЫ ОБЩЕСТВА,  
ТО ЕГО ИСТОРИЯ ЗАКОНЧИТСЯ  
49 ГОДАМИ... ПОЭТОМУ...



ВОТ КАК! ПОНИМАЮ.



ВОТ ЕЩЁ!  
ТЫ РАЗВЕ НЕ ПОНИМАЕШЬ,  
ЧТО ТОЛЬКО ЧТО НАС ЧУТЬ  
НЕ ОБМАНУЛИ?!



Я ПОНИМАЮ,  
ЧТО НЕЛЬЗЯ ТАК БЫЛО  
ДЕЛАТЬ, НО У МЕНЯ НЕТ  
ДРУГОГО ВЫХОДА.


НУ, ПОШЛИ.



ПОДОЖДИТЕ  
НЕМНОГО!

ПРОШУ  
ПРОЩЕНИЯ!

ЕСЛИ ВЫ  
ВСТУПИТЕ В  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ  
ГРУППУ  
ГРУНТОВ...



...ТО ДЛЯ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
МОЖНО БУДЕТ  
СКОЛЬКО УГОДНО  
ЕЗДИТЬ НА МОРЕ  
И В ГОРЫ...



КРОМЕ ТОГО,

ВЫ ПОЛУЧИТЕ  
МНОГО БАЛЛОВ ДЛЯ КУРСА  
"МЕХАНИКА ГРУНТОВ",  
С КОТОРЫМ СТУДЕНТАМ  
ОБЫЧНО ПРИХОДИТСЯ  
ТЯЖКО.

*XMooo*

*Емме...*



ЭТО ТОЖЕ  
НАВЕРНЯКА ЛОЖЬ.

БОЛЬШЕ ТЕБЕ НАС  
НЕ ОБМАНУТЬ!



НО ВЫ ЖЕ  
ОБЕ ОТВЕТИЛИ,

ЧТО ХОТЕЛИ БЫ ЗНАТЬ  
О ПРИЧИНАХ ОПОЛЗНЕЙ?

...от ли вас проблемы (да, нет)

...о причинах оползней? (да, нет)

...ветили «нет»  
...ыдущий вопрос, то хотели  
...ать о причинах оползней? (да, нет)



А?

*Али ммм...*



ВОТ МЫ СЕЙЧАС СТОИМ  
НА ЗЕМЛЕ, ТАК?

ЕЁ ПОВЕРХНОСТНЫЙ  
ОПОРНЫЙ СЛОЙ СОСТОИТ  
ИЗ ПОЧВЫ И КАМНЕЙ.

ЕСЛИ ЭТОТ СЛОЙ  
БУДЕТ ОСЕДАТЬ ИЛИ  
РАЗРУШАТЬСЯ, ЧТО  
ПРОИЗОЙДЁТ?



ОПОРНЫЙ СЛОЙ  
ПОДДЕРЖИВАЕТ  
ИНФРАСТРУКТУРУ, БЕЗ КОТОРОЙ  
НАШЕ ОБЩЕСТВО НЕ МОЖЕТ  
СУЩЕСТВОВАТЬ!

КАК НЕВЕДОМЫЙ МИРУ  
ГЕРОЙ, КОТОРЫЙ  
ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЖИЗНЬ  
ВСЕГО ОБЩЕСТВА!

ЧТОБЫ ИЗУЧИТЬ  
СВОЙСТВА ГРУНТОВ  
И ОПОРНОГО СЛОЯ,  
НУЖНО ПРОВОДИТЬ  
ИССЛЕДОВАНИЯ.

ЕСЛИ ЖЕ ВЫ  
ПРИСОЕДИНИТЕСЬ К ГРУППЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВ,  
ТО НАУЧИТЕСЬ ОЦЕНИВАТЬ  
ИХ БЕЗОПАСНОСТЬ.



А ЕСЛИ ИССЛЕДОВАНИЕМ  
ГРУНТОВ ЗАНИМАЕТСЯ ДЕВОЧКА,  
ЭТО ВООБЩЕ КРУТО!



СЛУШАЙ, АМИ.  
Я... ПОЖАЛУЙ,  
ПОПРОБУЮ ВСТУПИТЬ  
В ЭТУ ГРУППУ.

ЧТО?

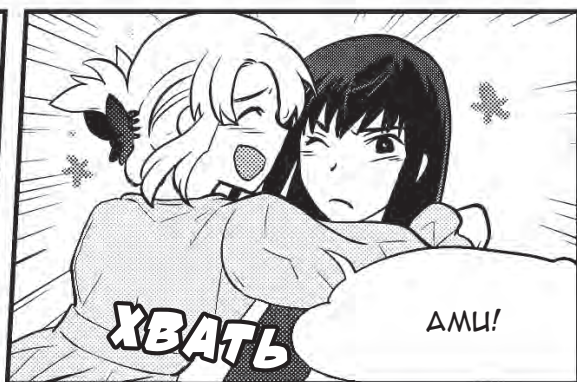


КАК Я РАД!  
ТЕПЕРЬ ГРУППА  
ИССЛЕДОВАНИЙ ГРУНТОВ  
СМОЖЕТ ВСТРЕТИТЬ  
ПЯТИДЕСЯТИЛЕТНЕ!



ЭХ, ЧТО Ж.  
НИЧЕГО НЕ ПОДЕЛАЕШЬ.  
Я ТОЖЕ ВСТУПАЮ!

НЕ МОГУ ОСТАВИТЬ  
СИОРИ ОДНУ С ЭТИМ  
МОШЕННИКОМ!



ХВАТЬ

АМИ!



НО УЧТИ, ЕСЛИ ЕЩЁ РАЗ  
ВЫКИНЕШЬ ЧТО-НИБУДАЬ ТАКОЕ,  
Я СООБЩУ В УНИВЕРСИТЕТ,  
И ТВОЙ ФАКУЛЬТАТИВ  
СРАЗУ ЗАКРОЮТ!

!!!

ЗЫРК

ХОРОШО.

**ГЛАВА 1**

**ПОЧВА?  
ОПОРНЫЙ СЛОЙ?**





ИТАК, ДАВАЙТЕ Я ВАМ СРАЗУ РАССКАЖУ ПРО ПОЧВУ.

ХОРОШО.



КАК Я УЖЕ СКАЗАЛ, ЖИЗНЬ ОБЩЕСТВА ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ТАК НАЗЫВАЕМОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ (СМ. СТР. 3Э),

КОТОРАЯ, В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, ПОДДЕРЖИВАЕТСЯ ОПОРНЫМ СЛОЕМ.

Социальная Инфраструктура

Опорный слой



ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНОЙ ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА НЕОБХОДИМО ИЗУЧИТЬ ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ ЭТО ОБЩЕСТВО ОПОРНЫЙ СЛОЙ...



...ВОЗНИКЛА ДИСЦИПЛИНА ПОД НАЗВАНИЕМ ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ.



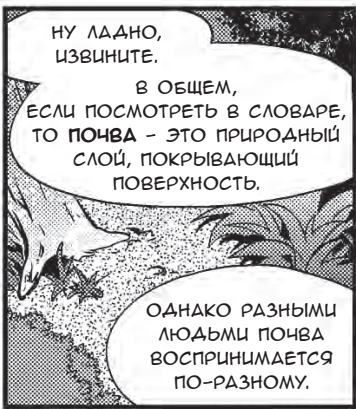
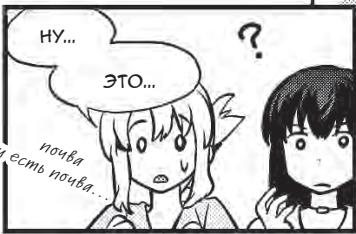
НО РАЗВЕ

ДО ЭТОГО ТЫ ГОВОРИЛ НЕ О МЕХАНИКЕ ГРУНТОВ?





# 1.1. ЧТО ТАКОЕ МЕХАНИКА ГРУНТОВ





ДА, В ЭТИХ ТЕРМИНАХ ЛЕГКО ЗАПУТАТЬСЯ.

ДРУГИМИ СЛОВАМИ, **МЕХАНИКА ГРУНТОВ<sup>1</sup>** - ЭТО НАУКА, КОТОРАЯ СМОТРИТ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНЖЕНЕРА-СТРОИТЕЛЯ И НАПРАВЛЕНА НА РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ГРУНТАМИ.

ДЛЯ ЭТОГО ОНА ОПИРАЕТСЯ НА МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, СТРУКТУРНУЮ МЕХАНИКУ, ГИДРАВЛИКУ И ДРУГИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Материаловедение  
Структурная механика

Гидравлика  
Гидравлическая механика  
...

Механика грунтов

↓

Геотехническая инженерия

Планирование строительства  
Предотвращение катастроф

Минимизация последствий катастроф

*Решает инженерные проблемы с грунтами!*

ПОЭТОМУ МЕХАНИКА ГРУНТОВ СОСТОИТ ИЗ ДВУХ БОЛЬШИХ ЧАСТЕЙ: МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ГРУНТОВ И СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ.

В ОДНОМ РАЗДЕЛЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, А В ДРУГОМ - МЕХАНИЧЕСКИЕ...

Социальная инфраструктура

Механика грунтов

Неведомый миру

Теория

Практика

герой

Материаловедение грунтов

Строительная механика грунтов

...ГРУНТОВ И ПОЧВЕННЫХ СТРУКТУР, К КОТОРЫМ ПРИМЕНЯЕТСЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА.

ОДНАКО ДАЖЕ ЕСЛИ ОБЪЯСНИТЬ ГРУНТОВ ЯВЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИ...

...ЭТО НЕ ЗНАЧИТ, ЧТО НА САМОМ ДЕЛЕ ГРУНТ БУДЕТ ВЕСТИ СЕБЯ ИМЕННО ТАК.

ПОЭТОМУ НЕОБХОДИМО НЕ ТОЛЬКО ХОРОШО ИЗУЧИТЬ ТЕОРИЮ, НО И ПРОВЕСТИ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА УСЛОВИЯМИ НА МЕСТЕ И УЧЕсть РЕАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ВЕЩЕЙ.

И ЭТО НЕЛЬЗЯ СДЕЛАТЬ, НАХОДЯСЬ ТОЛЬКО В АУДИТОРИИ... И ЭТО САМОЕ ИНТЕРЕСНОЕ!

НАЧАЛОМ НАУЧНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ "МЕХАНИКА ГРУНТОВ" СЧИТАЕТСЯ 1925 ГОД, КОГДА ТАК НАЗЫВАЕМЫЙ ОТЕЦ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ КАРЛ ТЕРЗАГГИ (TERZAGHI К.) ПРЕДСТАВИЛ ОДНОИМЕННУЮ РАБОТУ...

ХРРР

ХРРР

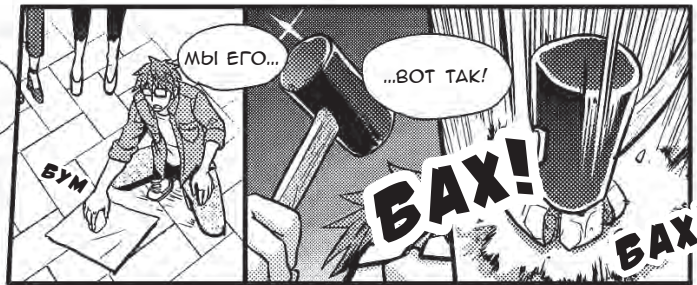
АМИ! АМИ!

М?

ХРРР

<sup>1</sup> Научная дисциплина, решающая инженерные задачи и проблемы, связанные с грунтами, опираясь на такие дисциплины, как механика почв, теория упругости, теория пластичности, гидравлика и другие (Геотехническое общество).

## 1.2. ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЧВЫ





ТЕПЕРЬ ПОНЯТНО,  
ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ  
ПОЧВА?

НУ...  
ИЗ КАМНЕЙ,  
ЧТО ЛИ?

АА!

ПОЧВА ОБРАЗУЕТСЯ,  
КОГДА БОЛЬШЕ СКАЛЫ  
И КАМНИ СТАНОВЯТСЯ ОЧЕНЬ  
МЕЛКИМИ, ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ  
ВЫВЕТРИВАНИЕМ.

ЧТО?

РАЗВЕ ПОЧВА  
ПОЛУЧАЕТСЯ ПОТОМУ,  
ЧТО МНОЖЕСТВО ЛЮДЕЙ  
РАБОТАЮТ МОЛОТКАМИ?

**ЗАВОД  
ПО ПРОИЗВОДСТВУ  
ПОЧВЫ**

КАКОЙ ПРЕКРАСНЫЙ  
МИР ТОГДА БЫ БЫЛ!

НА САМОМ  
ДЕЛЕ КРУПНЫЕ  
ГОРНЫЕ ПОРОДЫ  
ПОДВЕРГАЮТСЯ  
ФИЗИЧЕСКОМУ

ВЫВЕТРИВАНИЮ  
ИЗ-ЗА ИЗМЕНЕНИЙ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ  
ТЕМПЕРАТУРЫ  
И ВЛАЖНОСТИ.

А ТАКЖЕ  
ИЗ-ЗА ХИМИЧЕСКОЙ  
РЕАКЦИИ  
С ДОЖДЕВОЙ  
ВОДОЙ.

ЕСТЬ ЕЩЕ  
БИОЛОГИЧЕСКОЕ  
ВЫВЕТРИВАНИЕ.

И ВСЁ ЭТО  
ВМЕСТЕ ПРИВОДИТ  
К ОБРАЗОВАНИЮ  
ПОЧВЫ.

КРОМЕ  
ВЫВЕТРИВАНИЯ,  
ГОРНЫЕ ПОРОДЫ  
РАЗРУШАЮТСЯ ТАКЖЕ  
ВОДОЙ И ВЕТРОМ.  
ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ  
ЭРОЗИЕЙ.

НУ И ХОЛОД

ЖАРА

Я ТАЮ

БОЛЬШО

ПОПЗЕР

ПРОЩАЙТЕ

ОХ...  
ИСЧЕЗАЮ...

НАДО ЖЕ, СИЛЫ  
ПРИРОДЫ ТАК ВЕЛИКИ!

1.2. ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЧВЫ

КАК ОБРАЗУЕТСЯ ПОЧВА, ТЕПЕРЬ ПОНЯТНО...



...НО КАК ТОГДА ОБРАЗУЮТСЯ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, ИЗ КОТОРЫХ ПОТОМ ПОЛУЧАЕТСЯ ПОЧВА?

ХОРОШИЙ ВОПРОС!

ПРЕЖДЕ ВСЕГО ЕСТЬ МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ, КОТОРЫЕ ОБРАЗУЮТСЯ ИЗ ЗАСТЫВШЕЙ И ЗАТВЕРДЕВШЕЙ МАГМЫ.



Магматические горные породы

Вулканические породы

Горные породы, образованные вследствие быстрого остывания и затвердевания магмы на поверхности земли или около её поверхности. Минеральные зёрна мелкие.

Плутонические породы

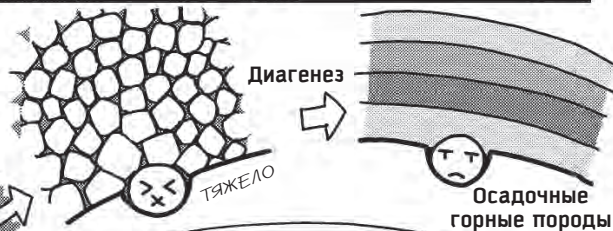
Горные породы, образованные вследствие медленного остывания и затвердевания магмы глубоко под землёй. Минеральные зёрна крупные

ПО ТИПУ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОНИ ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА ДВА ВИДА.

ЗАТЕМ ЧАСТИЦЫ ПОЧВЫ ЗАПОЛНЯЮТ ЩЕЛИ И ЯМКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗОВАВШЕЙСЯ ПОРОДЫ, ФОРМИРУЯ НОВЫЙ СЛОЙ ЗЕМЛИ.



Образуются так называемые осадки разного рода



ПО МЕРЕ ОСАЖИВАНИЯ СЛОЙ СТАНОВИТСЯ ВСЁ ТОЛЩЕ, И ИЗ-ЗА ДАВЛЕНИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ (СМ. ГЛ. 4) И ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ОН НАЧИНАЕТ ЗАТВЕРДЕВАТЬ, ПРЕВРАЩАЯСЬ В ОСАДОЧНУЮ ГОРНУЮ ПОРОДУ.

ДАННЫЙ ПРОЦЕСС НАЗЫВАЕТСЯ **АИАГЕНЕЗОМ**.

ЗАТЕМ МАГМАТИЧЕСКИЕ И ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ ПОДВЕРГАЮТСЯ ВОЗАЕИСТВИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ, ДАВЛЕНИЯ И ПРОЧИХ ФАКТОРОВ, ВСЛЕДСТВИЕ ЧЕГО В НИХ ПРОИСХОДЯТ МИНЕРАЛЬНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ.

ТАКИЕ ПОРОДЫ НАЗЫВАЮТСЯ **МЕТАМОРФИЧЕСКИМИ ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ**.



ХММ

ТАКИМ ОБРАЗОМ, ЕСЛИ ГОВОРИТЬ УПРОЩЁННО, ТО ГОРНЫЕ ПОРОДЫ МОЖНО РАЗДЕЛИТЬ НА ТРИ ВИДА ПО ТИПУ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ.



И я тоже прошёл все эти стадии

Метаморфические

Я ко всему остыл

Магматические

Осадочные

Такое большое давление извне



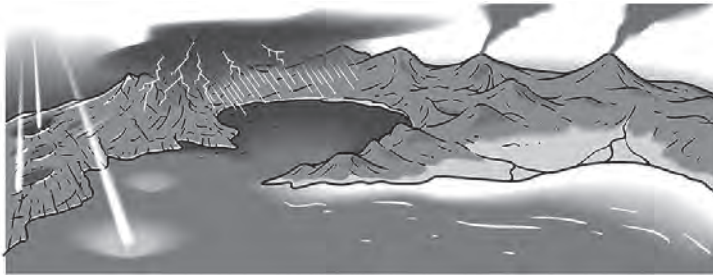
Представьте себе, когда только образовалась земная кора, ещё не существовало ни почвы, ни какой-либо жизни на Земле, были только вода, атмосфера и магматические горные породы. Затем на Земле происходили масштабные извержения вулканов, образования гор, поверхность Земли то поднималась, то опускалась, многократно повторялось выветривание и осаживание пород, и так получилась Земля, какой мы её знаем сейчас. Как вам? Здорово, правда?



Да!



Да, да.



*Вид Земли в пору образования земной коры*



Геологические явления, вызываемые разнообразными воздействиями природы, называются **агентами**. Эндогенные агенты возникают из-за вулканической деятельности, сейсмического движения и тому подобных явлений. А экзогенные возникают под воздействием воды, воздуха, солнечного света, живых существ и т. д.



Земной коре потребовалось несколько десятков тысяч лет, чтобы эндогенные агенты сформировали такие большие перепады высот. В то же время под воздействием экзогенных агентов горные породы, находящиеся близко к поверхности земли, постоянно выветриваются и разрушаются, постепенно превращаясь в почву и меняя свой внешний вид. Здорово, правда?



Ага!



...



*Под воздействием эндогенных и экзогенных агентов меняется вид Земли*



Теперь понятно, как образуется почва?



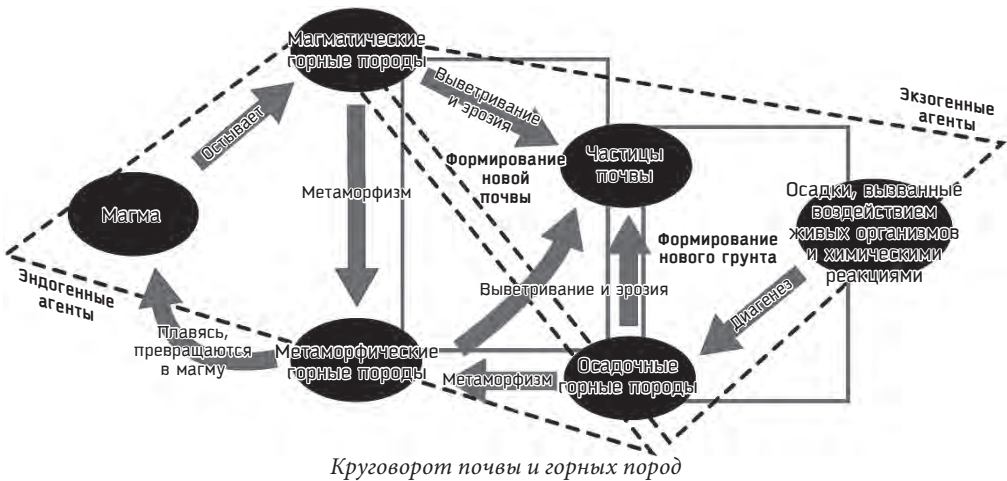
Почва образуется в результате выветривания и эрозии горных пород, верно?



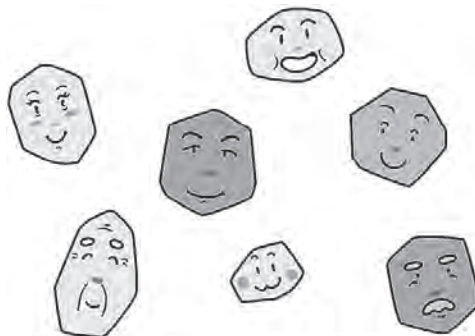
Но в конце концов и горные породы образуются из почвы...



Такой круговорот получается!



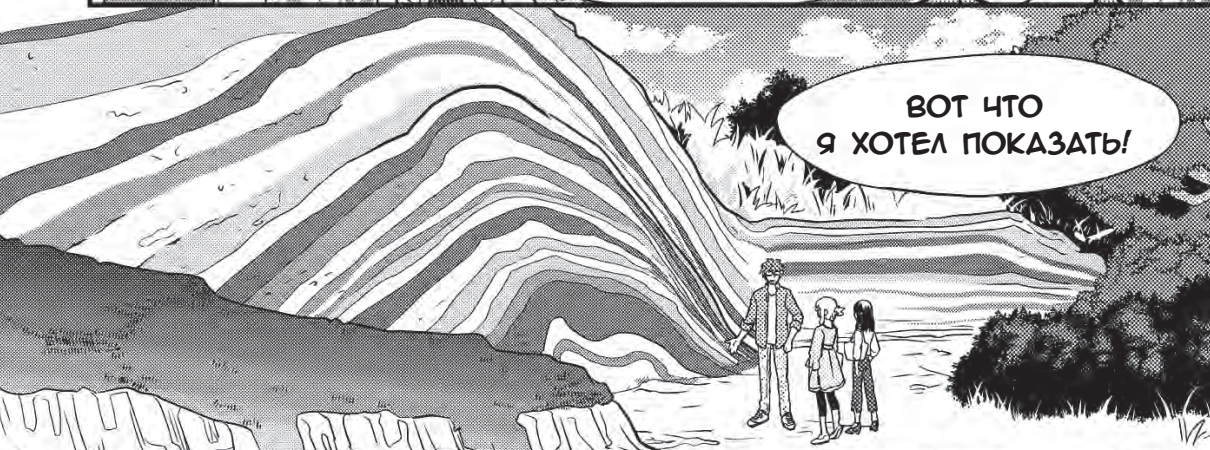
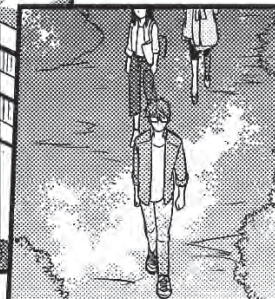
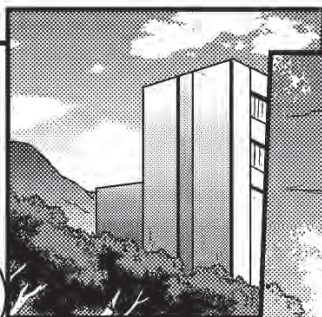
Да, именно! И почвы определяются не только степенью выветривания и эрозии, но также они обретают разные характеристики в зависимости от первоначальной горной породы и от места, где находятся. Другими словами, характеры почв, как и у людей, различаются в зависимости от их личной истории.



Почвы с разными характерами



### 1.3. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГРУНТА



ПРЕЖДЕ ВСЕГО ПЛАСТЫ ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА **КОРЕННЫЕ ПОЧВЫ**, ТО ЕСТЬ ПОЧВЫ, ОБРАЗОВАННЫЕ ОСАДКАМИ В ТОМ ЖЕ МЕСТЕ, ГДЕ ПРОИСХОДИЛО

ВЫВЕТРИВАНИЕ И ЭРОЗИЯ, И НА **ДРЕЙФУЮЩИЕ ПОЧВЫ**, ТО ЕСТЬ ПОЧВЫ, ОБРАЗОВАННЫЕ ОСАДКАМИ, ПЕРЕНЕСЕННЫМИ В ДРУГОЕ МЕСТО.

КРОМЕ ТОГО, КОРЕННЫЕ ПОЧВЫ МОЖНО ЕЩЕ ПОДРАЗДЕЛИТЬ НА СЛЕДУЮЩИЕ ТИПЫ.



В ЯПОНИИ ОСТАТОЧНЫЕ ПОЧВЫ ОБРАЗОВАНЫ ИЗ ГРАНИТНЫХ ПОРОД И НАЗЫВАЮТСЯ **ДЕКОМПОЗИРОВАННЫМ ГРАНИТОМ**.

Способ переноса	Тип дрейфующей почвы	Отличительные особенности
Гравитация	Коллювиальные почвы	Почвы, перемещенные на небольшие расстояния под влиянием силы тяжести При образовании вследствие выветривания горных пород называются осыпями
Водные потоки	Аллювиальные почвы	Почвы, переносимые потоками воды и осаждаемые на равнинах и в эстуариях В зависимости от мест осадков бывают морские отложения и озерные отложения
Ветер	Золовые почвы	Отложения, принесённые ветром Типичным представителем является китайский желтозём
Вулкан	Вулканогенно-осадочные породы	Образуются вследствие отложений вулканического песка, вулканического пепла и т. д. после извержения вулканов Подразделяются на вулканогенные крупнозернистые почвы и на вулканогенные хомогенные почвы
Ледник	Ледниковые почвы	Породы, переносимые ледниками и оседающие на суше или в море Примером такой породы, осевшей в море, являются быстрые глины

ДРЕЙФУЮЩИЕ ЖЕ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПЕРЕНОСА ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ СЛЕДУЮЩИМ ОБРАЗОМ.

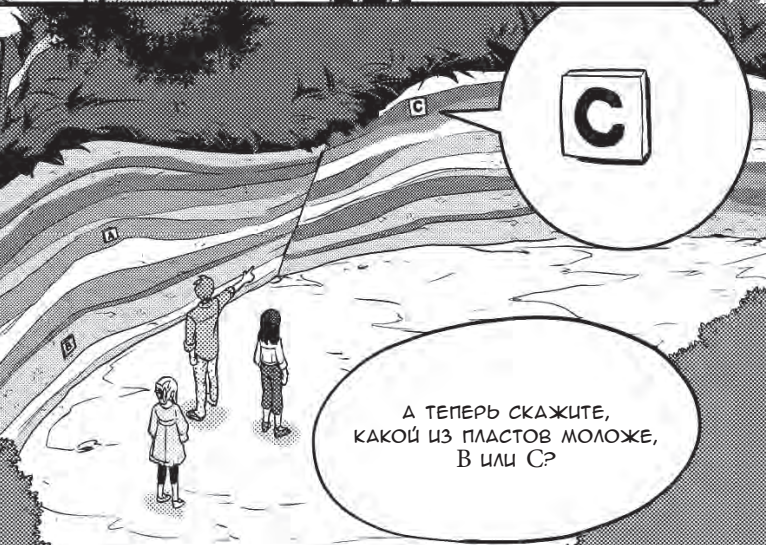
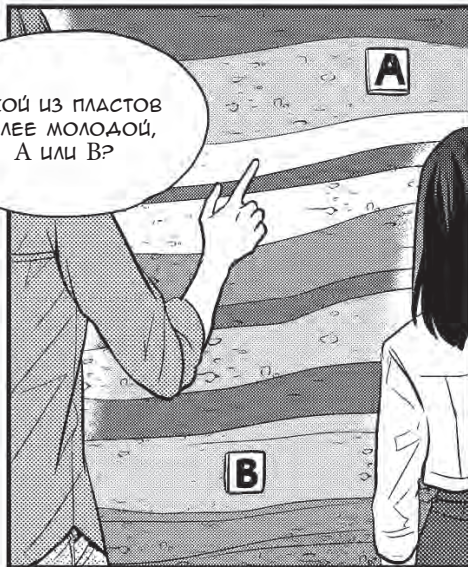
ОГО-ГО, СКОЛЬКО ИХ...

ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, ВИДОВ ДРЕЙФУЮЩИХ ПОЧВ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО СПОСОБАМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ, ДОВОЛЬНО МНОГО.

КСТАТИ ГОВОРЯ, МНОГИЕ ИЗ КРУПНЫХ ЯПОНСКИХ ГОРОДОВ НАХОДЯТСЯ НА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РАВНИНАХ, ОБРАЗОВАННЫХ ИЗ ПЛАСТОВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ.



КАКОЙ ИЗ ПЛАСТОВ  
БОЛЕЕ МОЛОДОЙ,  
А ИЛИ В?





ХММ...

ОНИ ТАК ДАЛЕКО...  
ДА ЕЩЁ  
ПОСЕРЕДИНЕ...

НО ПЛАСТ С ВЫШЕ,  
ЗНАЧИТ, НАВЕРНОЕ,  
ЭТО С.



ХА,  
ВОТ ЧТО ЗНАЧИТ  
НОВИЧКИ...

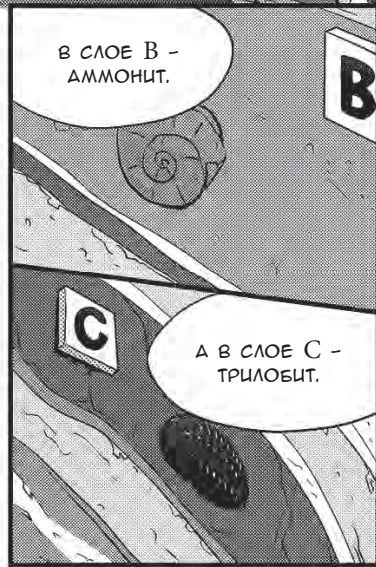
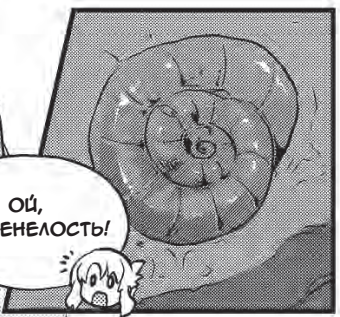


**ШУТКА!  
ШУТКА!**



ПОСМОТРИТЕ  
ВОН ТУДА  
И ВОТ СЮДА.

ОЙ,  
ОКАМЕНЕЛОСТЬ!



В СЛОЕ В -  
АММОНИТ.

А В СЛОЕ С -  
ТРИЛОБИТ.



АММОНИТЫ ЖИЛИ  
ТОЛЬКО В МЕЗОЗОЙС-  
КУЮ ЭРУ, ПОЭТОМУ  
МОЖНО БЫТЬ УВЕ-  
РЕННЫМ, ЧТО СЛОЙ В  
ОБРАЗОВАЛСЯ  
В МЕЗОЗОЙ.

А ТРИЛОБИТЫ ЖИЛИ  
В ПАЛЕЗОЙСКОЙ  
ЭРЕ, ПОЭТОМУ...



ПЛАСТ С  
ОБРАЗОВАЛСЯ  
В ПАЛЕЗОЙ, ДА?

АГА.  
А ТАК КАК  
МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА  
БЫЛА ПОСЛЕ  
ПАЛЕЗОЙСКОЙ,  
МЫ ПОНИМАЕМ, ЧТО  
ПЛАСТ В БОЛЕЕ  
МОЛОДОЙ.



Эра	Период	Эпоха	Век	Млн лет назад
Кайнозой	Четвер- тичный	Голоцен		0,0117
		Плейстоцен	поздний	(0,126)
			средний	(0,78)
			ранний	2,58
	Неоген	Плиоцен	поздний	3,60
			ранний	5,33
	Палеоген	Миоцен		23,0
		Олигоцен		33,9
		Эоцен		55,8
		Палеоцен		65,5



ПЛАСТЫ, СФОРМИРОВАННЫЕ ПОСЛЕ КОНЕЧНОГО ПЕРИОДА ПЛЕЙСТОЦЕНА (10–20 ТЫС. ЛЕТ НАЗАД), НАЗЫВАЮТСЯ АЛЛЮВИЕМ И СЧИТАЮТСЯ МОЛОДЫМИ И МЯГКИМИ.

А УЖЕ СФОРМИРОВАВШИЕСЯ ТВЁРДЫЕ ПЛАСТЫ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА НАЗЫВАЮТСЯ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫМИ, И ИМЕННО ОНИ ИСПОЛЗУЮТСЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ КОНСТРУКЦИЙ.

*Я ещё не готов*

**Аллювий**

*А я уже сформировался*

**Плейстоцен**

*А я обеспечиваю поддержку молодёжи*

**До четвертичного периода**

ПОРОДЫ, ОБРАЗОВАВШИЕСЯ ЕЩЁ РАНЬШЕ, В НЕОГЕНЕ И ПАЛЕОГЕНЕ, ОЧЕНЬ ТВЁРДЫЕ. ОДНАКО ОНИ НАХОДЯТСЯ СЛИШКОМ ГЛУБОКО, ПОЭТОМУ НАПРЯМУЮ С НИМИ СОПРИКАСАТЬСЯ ПРИХОДИТСЯ ДОВОЛЬНО РЕАКО.

ТО ЕСТЬ, ЕСЛИ ОБОБЩИТЬ, ЧЕМ СТАРШЕ ЭПОХА, ТЕМ ТВЁРЖЕ СЛОЙ.

ТВЁРДОСТЬ ПЛАСТОВ ОТЛИЧАЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ПОЛОЖЕНИЯ НА ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ШКАЛЕ.

ПОЛУЧАЕТСЯ, ЧТО ПОЧВЕ И ГОРНЫМ ПОРОДАМ ТРЕБУЕТСЯ НЕСКОЛЬКО ДЕСЯТКОВ ТЫСЯЧ ЛЕТ, ЧТОБЫ СФОРМИРОВАТЬ ПЛАСТ.

ОДНАКО КОГДА ПЛАСТЫ СТАНОВЯТСЯ УЖЕ СВОЕГО РОДА ВЕТЕРАНАМИ, ОНИ ОБЛАДАЮТ ОГРОМНОЙ СИЛОЙ. ПРИ ЭТОМ, ПРАВАА, ОСТАЮТСЯ СКРЫТЫМИ ГЛУБОКО ОТ НАШИХ ГЛАЗ.

ХММ, ЭТО ДАЖЕ ИНТЕРЕСНО...

## 1.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУНТА



Многие из крупных городов в Японии находятся на аллювиальных равнинах, то есть они располагаются на мягких грунтах. Поэтому для безопасного социального строительства очень важно понимать свойства таких грунтов. Как думаете, что для этого можно предпринять?



Ну... может, как-то прямо у грунта спросить?



Вроде того. Исследование грунта делится на предварительное - для чернового варианта проекта, и основное - для детального проекта и плана строительства. Основное исследование, в свою очередь, подразделяется на полевое, которое проводится непосредственно на месте предполагаемого строительства, и на лабораторное, когда материалы увозятся с места и подвергаются тестированию в лаборатории.



Схема исследований грунта с момента планирования до момента строительства



Само собой, время и финансы неограниченны, поэтому важно выбрать наиболее подходящий способ исследований и испытаний.



Кстати, Ивасита-сан, ты знаешь, что такое бурение?



Это когда в земле сверлят отверстия, вроде так?



И это знает... При бурении в грунте делается скважина диаметром около 10 см, и проводится наблюдение за уровнем грунтовых вод и состоянием грунта.

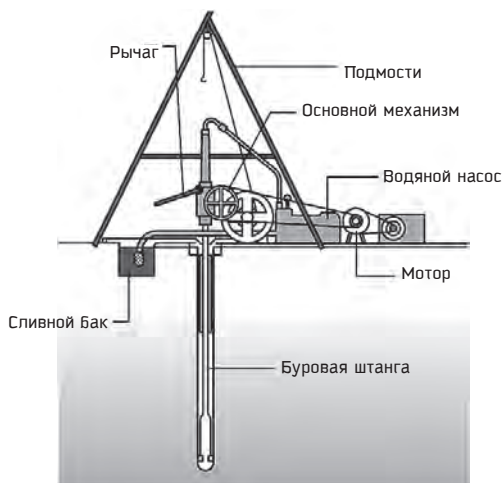


Схема буровой установки



Через скважину, сделанную буровой установкой, проводят исследования грунта, которые подразделяются на следующие виды.



Обзор полевых исследований





А до какой глубины обычно бурят?



Это зависит от задачи, бывает, что исследования проводят на глубине более 1000 метров.



1000 метров?!



Удивительно, правда? Затем во время выемки грунта в скважину закачивается вода под давлением. Это необходимо для того, чтобы на поверхность всплыли обломки пород и куски почв, а кроме того, давление воды поддерживает стены скважины, предотвращая скважину от обрушения.

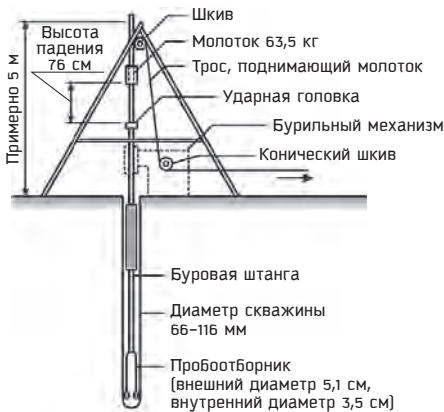


А что такое зондирование?



Зондирование часто используется на этапе предварительных исследований как метод определения относительной прочности грунта. Его используют на глубине, где трудно провести непосредственное наблюдение, а принцип действия немного похож на прослушивание стетоскопом<sup>2</sup>.

Метод состоит в том, что наконечник буровой штанги снабжается резистором, измеряющим сопротивление. Зонд постепенно погружают, вращают и тянут на разной глубине, делая замеры показателей сопротивления грунта (см. стр. 34).



Стандартный тест на проникновение – это один из видов полевых испытаний, который часто проводится в ходе предварительных изысканий. Пробоотборник устанавливается в скважину, пробуренную на заданную глубину. Специальный молоток весом 63,51 кг свободно опускается с высоты 76 см, и замеряется количество падений молотка (N), необходимое для того, чтобы пробоотборник погрузился на 30 см. Кроме того, во время стандартного теста на проникновение одновременно с таким зондированием можно взять образцы грунта в целевых участках и, сопоставляя их со значением N, определить свойства грунта.

Схема стандартного теста на проникновение

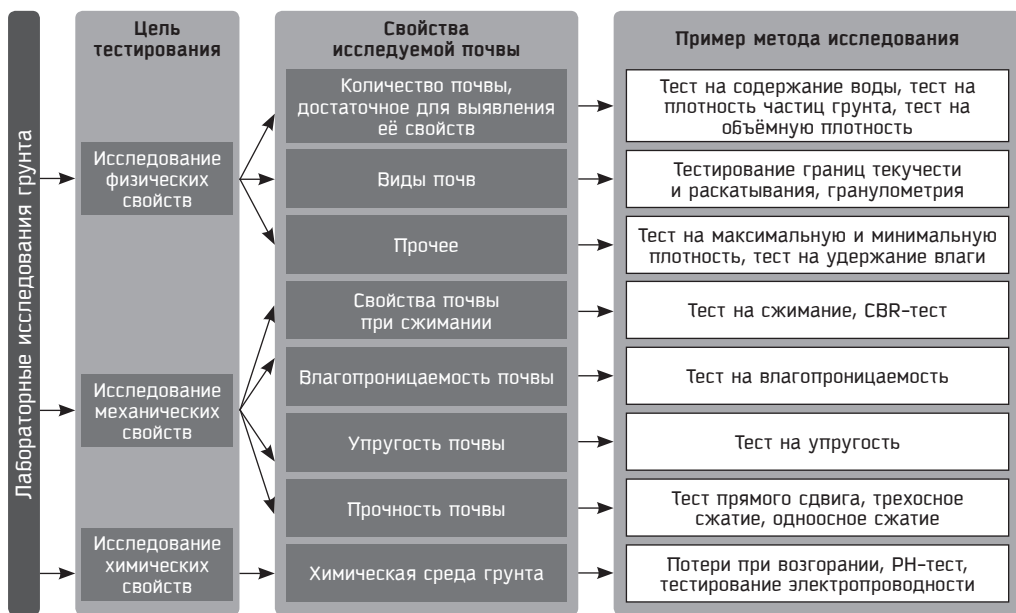
<sup>2</sup> Примерами такого тестирования являются стандартный тест на проникновение, конусное проникновение, шведский метод зондирования и другие.



А как проводят исследования грунта в лабораториях?



Прежде всего после бурения до нужной глубины происходит взятие проб, то есть отбор грунта для анализа с интересующих участков. Эти пробы забирают в лабораторию, где и проводятся лабораторные исследования грунта. В зависимости от цели тестирования и от свойств исследуемой почвы лабораторные исследования подразделяются на следующие виды.



Обзор лабораторных исследований грунта



Ой, сколько их!



Так как много разных видов почв и их свойств, то и методов их исследования много. В нашей исследовательской группе грунтов мы можем провести все эти тесты!

МЕХАНИКА ГРУНТОВ РАСКРЫВАЕТ  
ВСЕВОЗМОЖНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ,  
БЛАГОДАРЯ ЧЕМУ ПОДДЕРЖИВАЕТ  
СОЦИАЛЬНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ.

ДРУГИМИ СЛОВАМИ,  
ЭТО НАУКА, ПОДДЕРЖИВАЮЩАЯ  
НАШИ С ВАМИ ЖИЗНИ.  
ПОНЯЛИ, НАКОНЕЦ?

И ХОТЯ СУЩЕСТВУЕТ  
МНОЖЕСТВО ТЕОРИЙ  
И МЕТОДОВ РАСЧЕТА...

...НЕОБХОДИМЫЕ ДАННЫЕ  
МОЖНО ПОЛУЧИТЬ, ТОЛЬКО  
ИССЛЕДУЯ РЕАЛЬНЫЕ  
ГРУНТЫ.

ДОСТОВЕРНОСТЬ  
ТЕОРИЙ И ВЫЧИСЛЕНИЙ  
ЗАВИСИТ ОТ РЕАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ, АА?

ТОЧНО!  
СХВАТЫВАЕШЬ  
НА ЛЕТУ!

**УРА!**

НЕУЖЕЛИ  
В ОДИН ДЕНЬ Я НАШЁЛ  
ДВУХ ТАКИХ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ  
КАНДИДАТОВ В НАШУ  
ГРУППУ ГРУНТОВ...

А ГДЕ

НАХОДИТСЯ АУДИТОРИЯ  
ЭТОГО ФАКУЛЬТАТИВА?

ЭЭЭ...  
АУДИТОРИИ-ТО  
НЕТ...

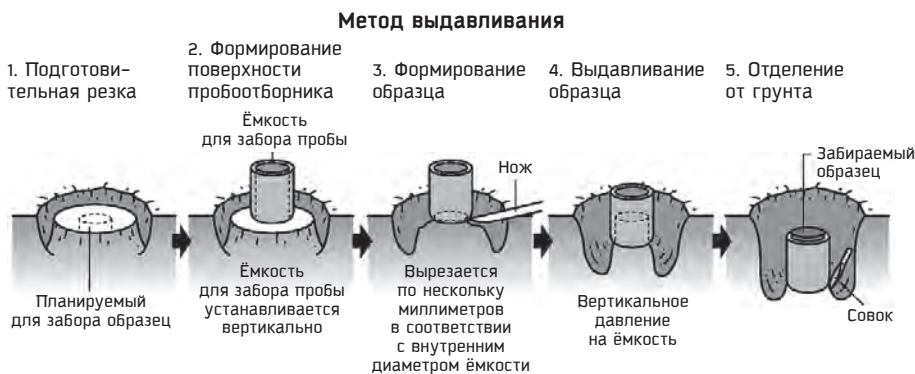
НО МОЖНО  
СКАЗАТЬ...

ЧТО НАША АУДИТОРИЯ -  
ЭТО ВСЯ ЗЕМЛЯ!

СИРИ, МЫ ВСЁ-ТАКИ  
ПОЙДЕМ НА ДРУГОЙ  
ФАКУЛЬТАТИВ.

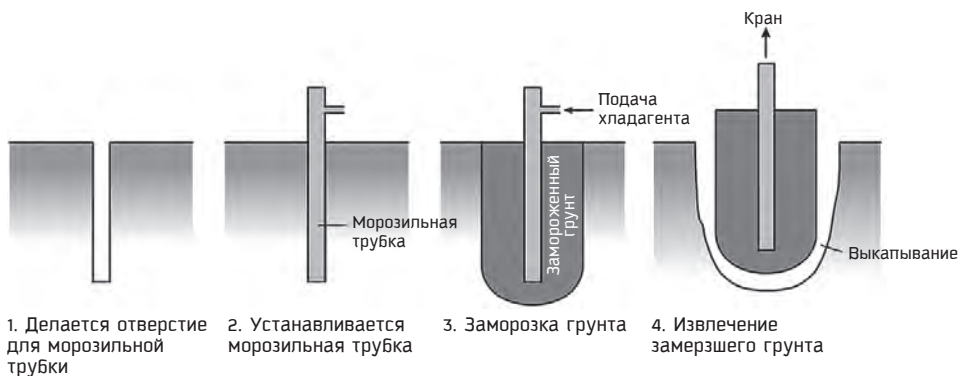
*Эй, подождите  
немного.*

1. **Отбор проб с ненарушенной структурой (блочный) (JGS 1231<sup>3</sup>)**. Данный способ применяется на песчаных грунтах рядом с поверхностью земли или в местах, не достигающих до уровня грунтовых вод. Он состоит в непосредственном вырезании блока грунта и выкапывании его посредством лопаты или совка. Бывает двух типов: метод вырезания и метод выдавливания.



2. **Пробоотборник с тонкими стенками (пробоотборник с фиксированным поршнем) (JGS 1221)**. Используется в основном для забора образцов мягкого глинистого грунта. Пробы берутся путём статического вдавливания трубки пробоотборника в грунт.
3. **Вращающийся пробоотборник с двойной трубкой (пробоотборник Denison) (JGS 1222)**. Используется для взятия образцов глинистого грунта средней твердости и твёрдого. Наружная трубка с насадкой на конце вращается и режет грунт, а неподвижная внутренняя трубка проталкивается в грунт для сбора образца.
4. **Вращающийся пробоотборник с тройной трубкой (JGS 1223)**. Используется в основном для взятия образцов песчаного грунта. Наружная трубка с насадкой на конце вращается и режет грунт, неподвижная внутренняя трубка проталкивается в грунт для сбора образца в ещё одну внутреннюю трубку.
5. **Взятие проб с помощью заморозки**. Используется для песчаных грунтов с небольшим количеством мелких частиц и для грунтов, смешанных с гравием, которые трудно собирать обычными методами. Земля замораживается, например, жидким азотом, и затем образец извлекается в виде керна.

<sup>3</sup> Стандартный номер, установленный Геотехническим обществом (JGS – Japanese Geotechnical Society).



6. **Пробоотборник GP (gel-push).** Пробоотборник с одной трубкой заполняется концентрированной смазкой, взятие пробы осуществляется вращением и резкой. Поскольку в этом методе не используется подача воды, то поверхность образца не размывается, и таким образом можно получить образцы высокого качества, как и при методе заморозки.

7. **Зондирование.** Зондирование – это исследование прочности и стабильности грунта посредством прикрепления резистора на конце штанги. По мере погружения зонда в грунт замеряется уровень сопротивления проникновению, вращению и вытаскиванию зонда. Ниже приведены типичные примеры зондирования:

1) *шведский тип зондирования* – используется в полевых испытаниях с целью определения твёрдости грунта и толщины слоя мягкого грунта. Проводится испытание на проникновение под нагрузкой и на проникновение при вращении. При этом методе используется простое оборудование, также метод обладает хорошей проникающей способностью, поэтому его часто используют для предварительных исследований на глубине не более 10 м;

