

# Инженерная геология



«наука о земле» («гео» - земля, «логос» - наука).

**Геоло́гия** (от др.-греч. γῆ «Земля» + Λόγος «учение, наука») — совокупность наук о строении Земли, её происхождении и развитии, основанных на изучении геологических процессов, вещественного состава, структуры земной коры и литосферы всеми доступными методами с привлечением данных других наук и дисциплин<sup>[1][2]</sup>. Коротко геологию можно определить как науку о составе, строении и закономерностях развития Земли и изучение её поверхности

**Палеонтология**- развитие органического мира Земли в геологическом прошлом

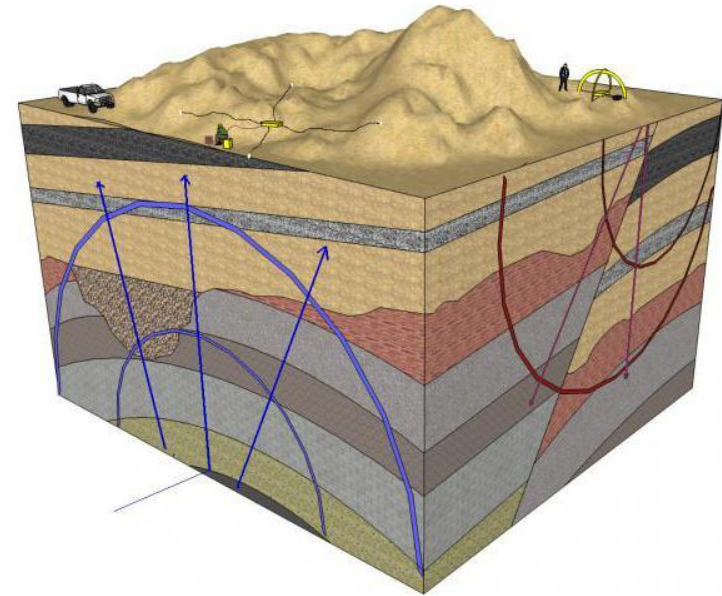


**Геоморфология** – изучает формирование рельефа Земной поверхности

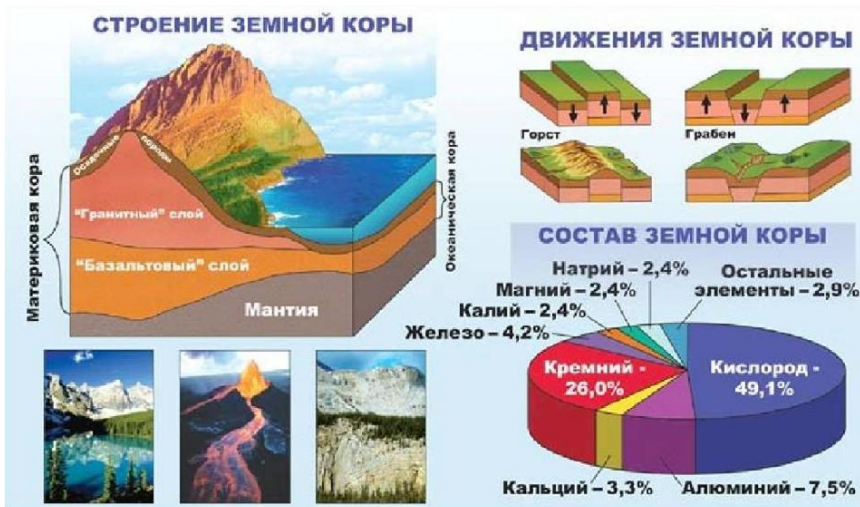


**Минералогия** – наука о минералах, их составе, физических свойствах и процессах образования.

**Геофизика** – использует для изучения строения земной коры различных физических свойств горных пород (электрические, упругие, магнитные).



**Геотектоника** – наука о закономерностях строения и движения земной коры и порождающих их процессов



**Инженерная геология** – наука, изучающая геологические процессы верхних слоев земной коры и физико-механические свойства горных пород в связи с инженерно-строительной деятельностью человека

Механика  
грунтов

Основания и  
фундаменты

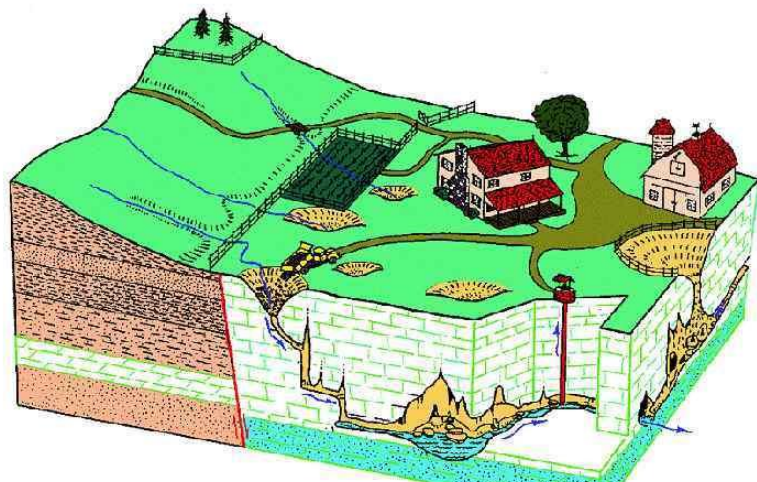


# Инженерная геология

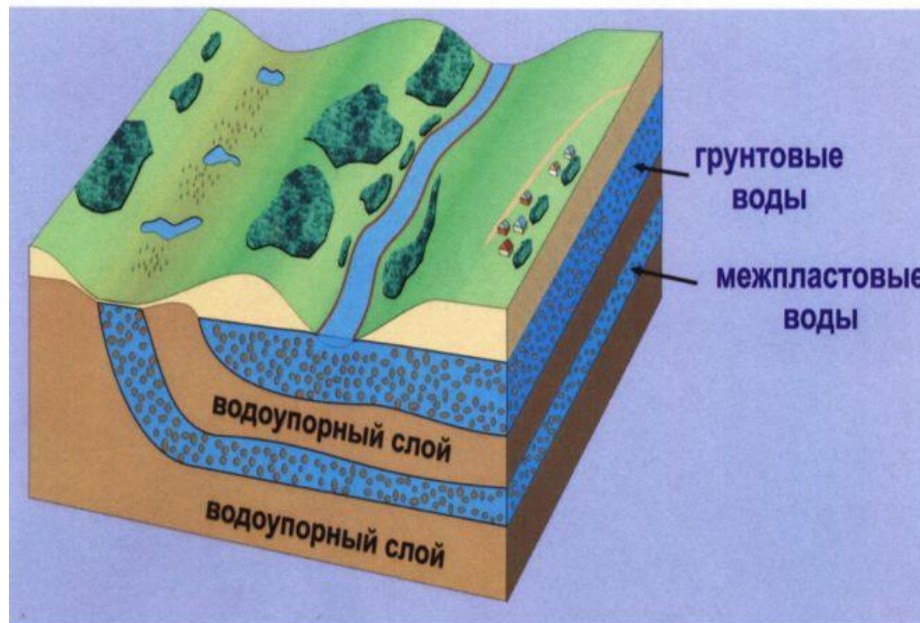
## Грунтоведение



## Инженерно-геологические



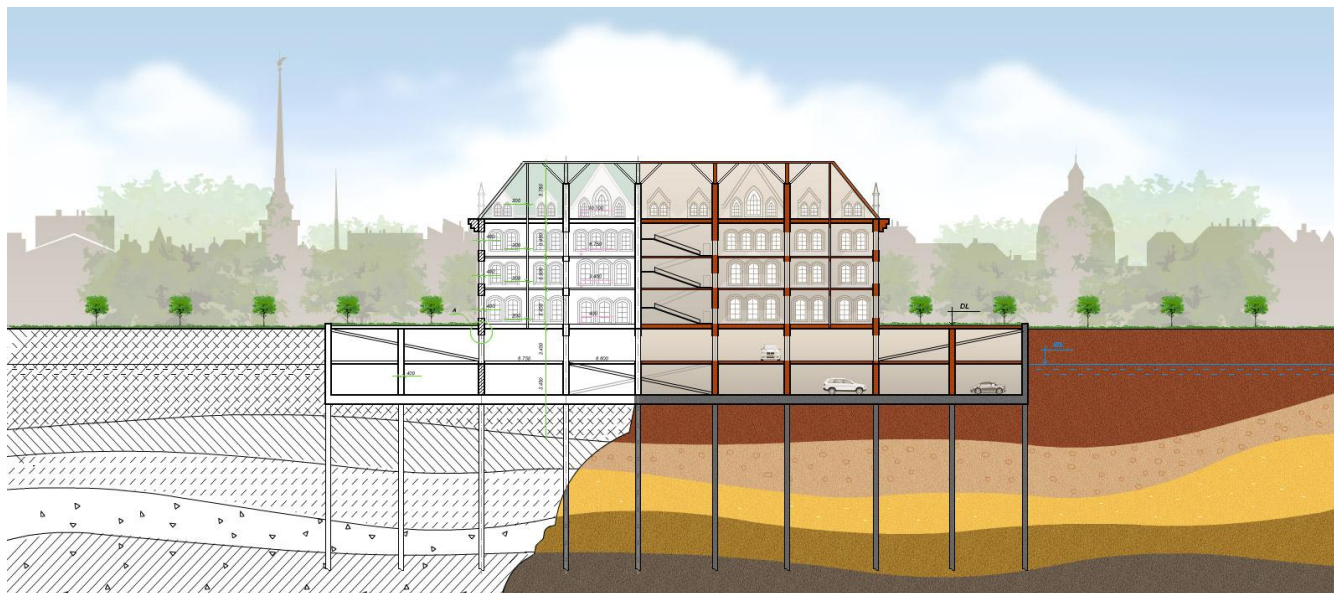
гидрогеологи  
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ



**Основными задачами** инженерной геологии являются:

- изучение горных пород как грунтов основания, среды для размещения сооружений и строительного материала для различных сооружений;
- изучение геологических процессов, влияющих на инженерную оценку территории, выяснение причин, обуславливающих возникновение и развитие процессов;
- разработка мероприятий по обеспечению устойчивости сооружений и защите их от вредного влияния различных геологических явлений.

**Предмет** изучения инженерной геологии – знания о морфологии, динамике и региональных особенностях верхних горизонтов земной коры (литосферы) и их взаимодействии с инженерными сооружениями (элементами техносферы) в связи с осуществленной, текущей или планируемой инженерно-хозяйственной деятельностью человека









# ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

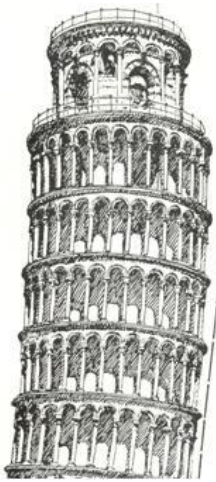
- инженерно-геодезические,
- инженерно-геологические
- инженерно-геотехнические,
- инженерно-гидрометеорологические
- инженерно-экологические

# СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства.

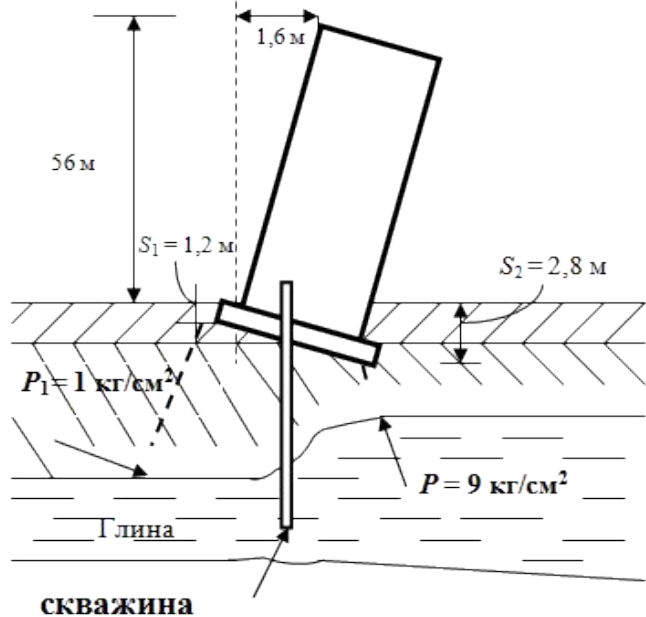
Геологическая среда – грунты, процессы



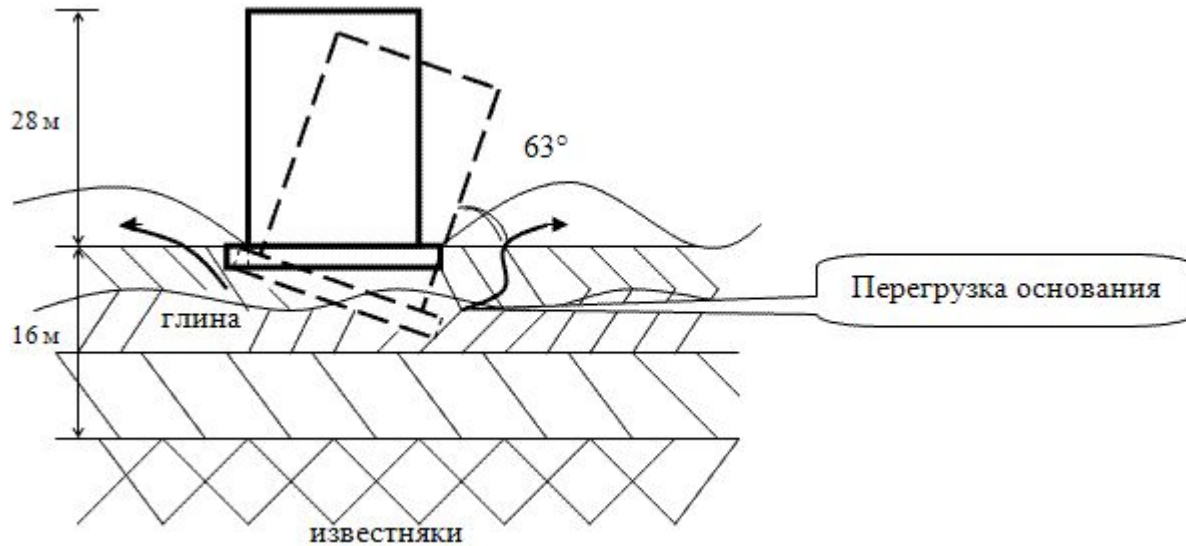
# Примеры строительных ошибок



Пизанская башня



Авария Трансконского элеватора в Канаде



# Оценка инженерно-геологических условий, состав инженерно-геологических

## изысканий

сбор, изучение и обобщение архивных материалов изысканий на изучаемой площадке

выявление гидрогеологического режима, химического состава подземных вод и фильтрационных характеристик грунтов;

исследование геологического строения площадки

исследование закономерностей и факторов развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов в пространстве и во времени;

исследования физико-механических свойств грунтов

составление прогноза изменений на площадке инженерно-геологических условий в связи со строительством и возможных опасных геологических и инженерно-геологических процессов

оценка геологического риска социальных и экономических потерь, обусловленных развитием карстово-суффозионных, оползневых и других опасных геологических и инженерно-геологических процессов

# Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий

Характеристику проектируемого здания или сооружения, в том числе ожидаемых техногенных воздействий на окружающую среду

сведения об архивных материалах изысканий Изученность инженерно-геологических условий

геолого-геоморфологическое описание площадки

Характеристика гидрогеологических условий

Сведения об опасных геологических и инженерно-геологических процессах, закономерностях, факторах и механизме их развития, интенсивности и частоте (вероятности) проявления

прогноз развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений

характеристику структуры, состава и физико-механических свойств грунтов, наличие специфических грунтов

Характеристику экологической обстановки





# эколого-гидрогеологические ИЗЫСКАНИЯ

## Задачи изысканий

оценка существующей на момент строительства ситуации с подтоплением территории

прогноза изменения гидрогеологических условий в период строительства сооружения (оценки водопритоков в строительный котлован, влияния строительного дренажа, загрязнения пород зоны аэрации и подземных вод)

прогноз изменений гидрогеологических условий в период эксплуатации сооружения (влияние дренажей, подтопление, загрязнение подземных вод)

## Состав изысканий

описание геологического строения, геоморфологии и гидрогеологических условий участка (площадки, трассы и т. д.) разработки проекта строительства, реконструкции

оценка современного экологического состояния подземной гидросферы

оценка геологических рисков  
прогнозы изменения режима подземных вод





# Гидрогеологические условия

наличие водоносных горизонтов, которые могут испытывать негативное влияние в процессе строительства и эксплуатации объекта

условия залегания, распространения и естественную защищенность этих горизонтов

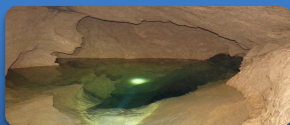
состав, фильтрационные и сорбционные свойства грунтов зоны аэрации и водовмещающих пород

Наличие верховодки, глубину залегания первого от поверхности водоупора



возможность влияния техногенных факторов на изменение гидрогеологических условий

Закономерности движения грунтовых вод, условия их питания и разгрузки, режим



химический состав грунтовых вод, их загрязненность вредными компонентами и возможность влияния на условия проживания населения

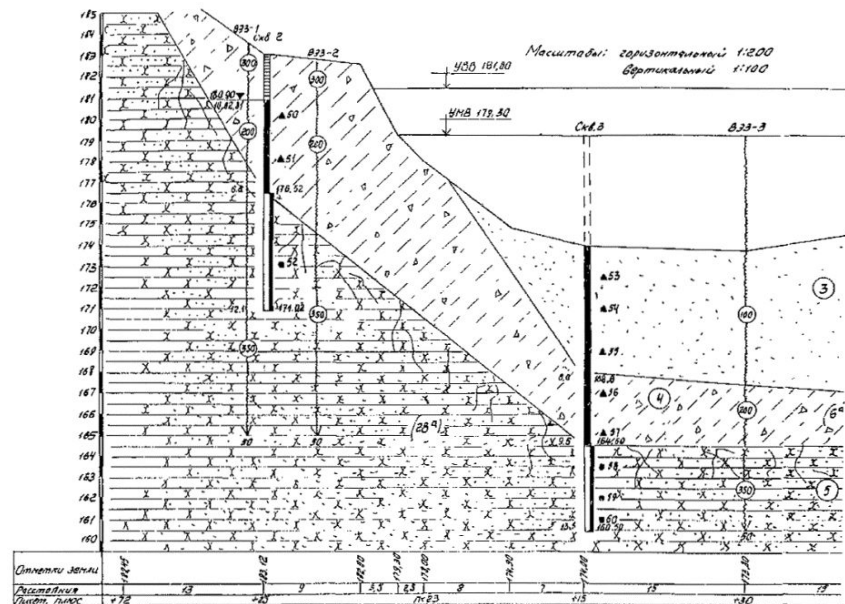
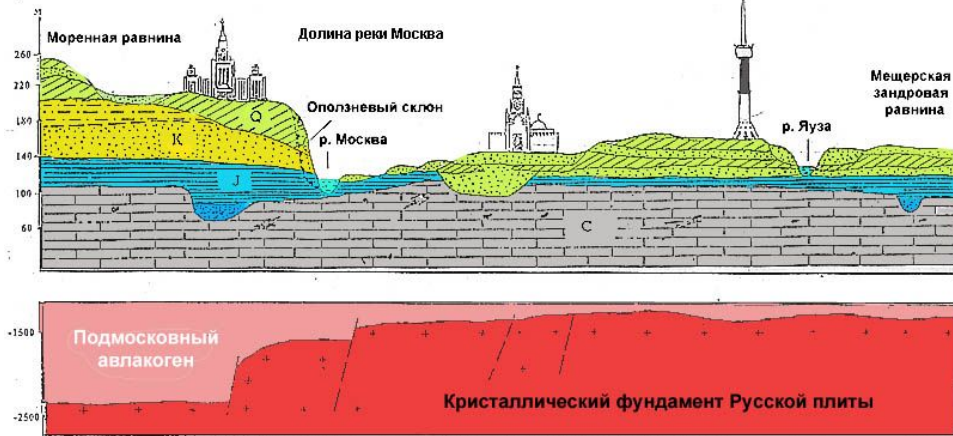
# Инженерно-геологическая документация

Итогом геологических изысканий являются геологические документы:  
карты,  
разрезы,  
геологические отчеты.

Инженерно-геологический разрез представляет собой графическое отображение на вертикальной плоскости особенностей геологического строения по заданному направлению. Он строится по данным буровых работ, геолого-литологическим колонкам скважин, когда ряд буровых скважин на топографической или геологической карте объединяется линией и по этой линии выстраивается геологический профиль (разрез).

Инженерно-геологические разрезы служат для характеристики геологического строения местности, залегания подземных вод и вписывания строительных объектов в местность (например, подпорных стенок, причальных портовых сооружений, плотин гидроузлов и др.).

# Схематический геологический разрез



Условные обозначения

- ① — Номер инженерно-геологического элемента
- Скв.7 — Скважина в разрезе и ее номер
- 101.00 / 12.027 — Абсолютная отметка установившейся уровня грунтовой воды и дата замера
- 8.0 / 18.0 — Место отбора пробы грунта нарушенной структуры и ее номер
- 10.0 / 15.0 — Место отбора пробы грунта ненарушенной структуры и ее номер
- 12.0 / 16.0 — Скв.4: глубина подошвы слоя и лобовая скважина; скважина: обозначения отметки, лобовый слой и лобовая скважина
- 823-4 — Точка динамического замирования и ее номер
- 823-4 — Увеличенное электротомографическое сопротивление в Ом·м
- 3.0 / 3.0 — Глубина замирования, м
- 823-2 — Точка статического замирования и ее номер
- 15.5 — Увеличенное сопротивление грунта конусу в МПа
- 15.5 — Глубина замирования, м
- 823-1 — Точка динамического замирования и ее номер
- 823-1 — Увеличене сопротивления фрунтов динамическому замированию в МПа
- 3.0 / 3.0 — Глубина замирования, м
- 823-1 — Подпятный номер классификации грунтов по трудности разработки

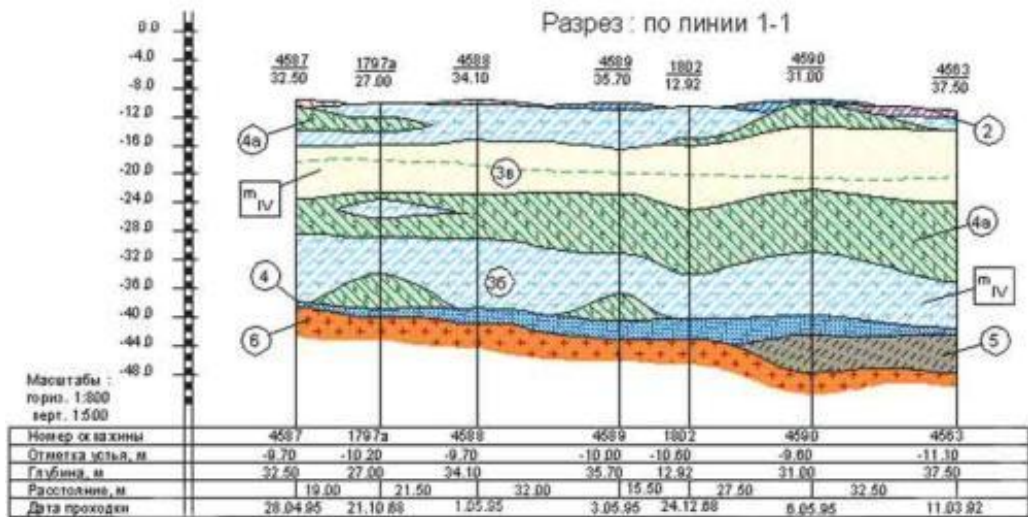
Составные группы

Песок	Сугилеси	Сугилеси и глины
—	—	Твердые
Мелкопесчаные	Твердые	Луготвердые
Вязкие	Липкие	Пластичные
Несвязные	Толстые	Толстые

Грунт содержащий грабитационную воду в отдельных малонасыщенных линзах, гнездах, тонких прослойках, трещинах (в основном глинистый грунт)

Обводненная толща

- ① — Скважина обработанная и ее номер
- 823-1 — Точка динамического замирования
- 823-2 — Точка статического замирования
- 823-1 — Точка вертикального электротомографического замирования
- 823-1 — Точка вертикального электротомографического замирования
- 823-1 — Точка вертикального электротомографического замирования
- 823-1 — Точка вертикального электротомографического замирования
- 823-1 — Точка вертикального электротомографического замирования
- 823-1 — Точка вертикального электротомографического замирования

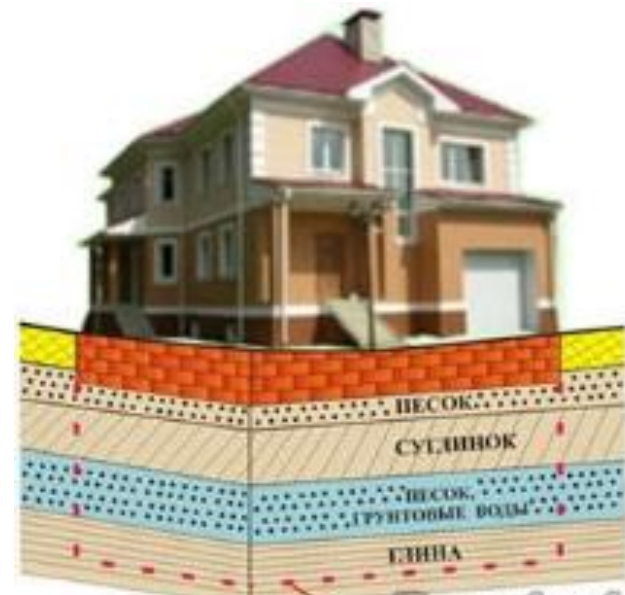


# Инженерно-геологические условия

**Инженерно-геологические условия** — комплекс современных геологических особенностей, определяющих условия инженерных изысканий, строительства и эксплуатации инженерных сооружений или условия инженерно-хозяйственной деятельности человека в целом.

## Задачи инженерно-геологических изысканий

- Выбор места, наиболее благоприятного в геологическом, отношении для данного сооружения
- Выявление инженерно-геологических условий в целях выбора наиболее рациональных фундаментов, а также технологический процесс выполнения строительных работ.
- Рекомендации необходимых мероприятий по инженерному улучшению выбранной территории (это: замачивание грунтов, крепление, мелиорация и т.д).



# Геологическая карта с железными дорогами РОССИИ



# Основные понятия

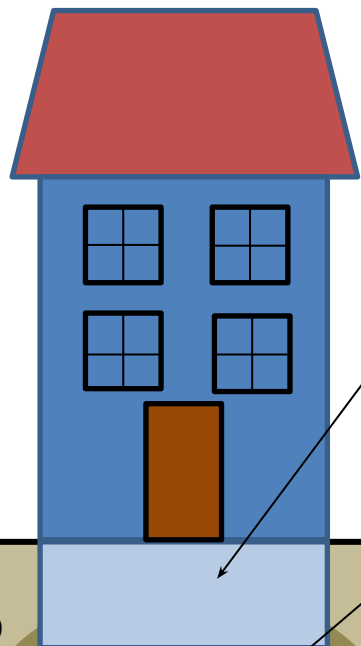
**Фундамент** – подземная часть сооружения, принимающая нагрузку

**Основание** – область грунта, воспринимающая давление от сооружения

**Несущий слой грунта** – слой грунта под подошвой фундамента

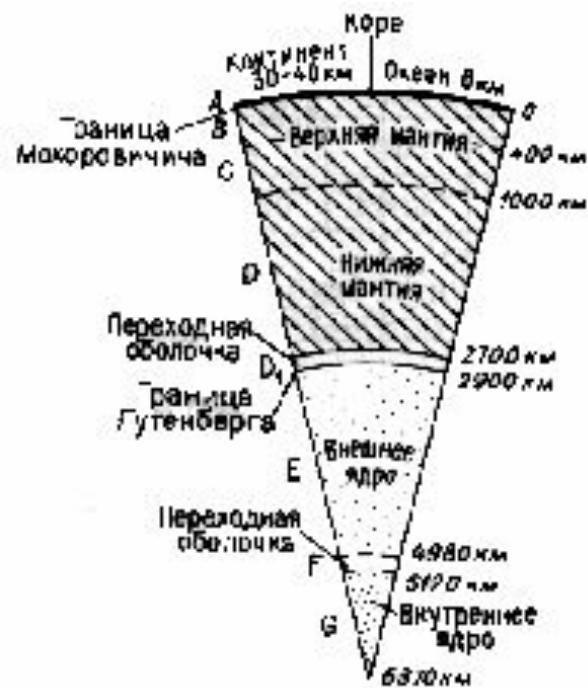
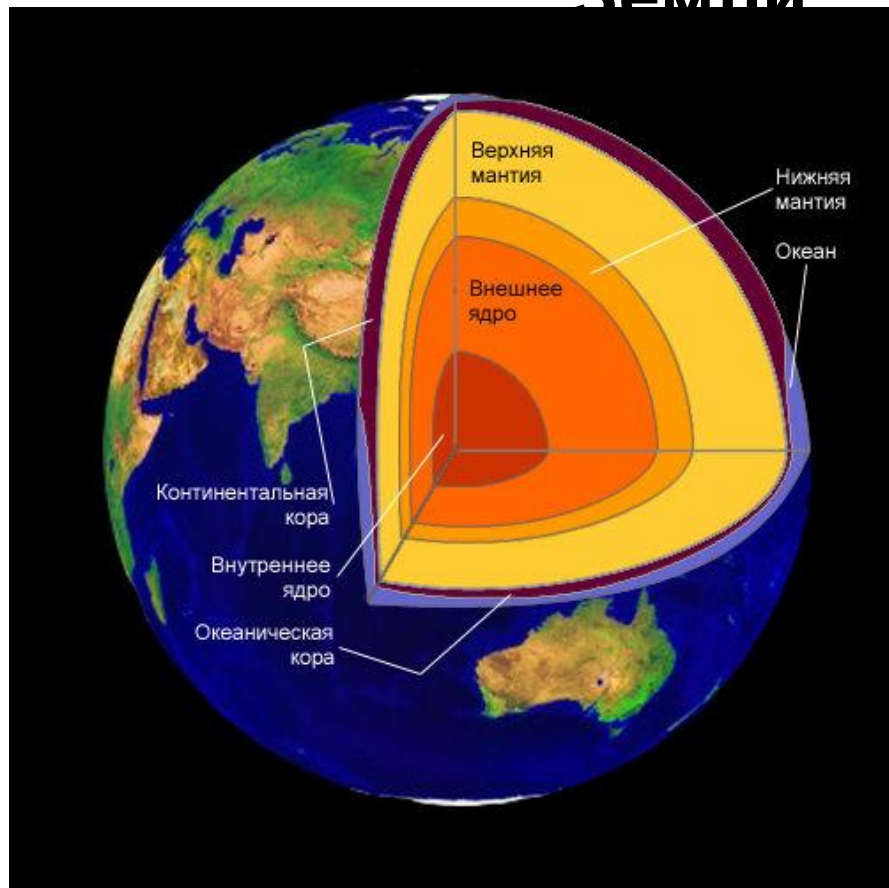
**грунты**

песок  
к супес  
ь глини  
а глини  
а



Подошва  
фундамента

# Строение Земли



# Минералы

Классификационная группа	Распространение в земной коре	Основные минералы
1. Самородные элементы	Около 90 минералов - 0,1% массы земной коры	Золото, платина, серебро - драгоценные металлы, медь - цветной металл, алмаз - драгоценный камень, графит, сера, мышьяк
2. Сульфиды	Около 200 минералов - 0,25 % массы земной коры	Сфалерит - цинковая руда, галенит - свинцовая руда, халькопирит - медная руда, пирит - сырье для химической промышленности, киноварь - ртутная руда
3. Сульфаты	Около 260 минералов, ~ 0,1% массы земной коры	Гипс, ангидрит, барит - цементное сырье, поделочный камень и др.
4. Галлоиды	Около 100 минералов	Галит - каменная соль, сильвин - калийное удобрение, флюорит - фторид
5. Фосфаты	Около 350 минералов - 0,7% массы земной коры	Фосфорит - удобрение
6. Карбонаты	Около 80 минералов, ~ 1,8% массы земной коры	Кальцит, арагонит, доломит - строительный камень; сидерит, родохрозит - руды железа и марганца
7. Окислы	Около 200 минералов, ~ 17% массы земной коры	Вода, лед; кварц, халцедон, яшма, опал, кремний, корунд - драгоценные и полудрагоценные камни; бокситовые минералы - руды алюминия, минералы руд железа, олова, марганца, хрома и др.
8. Силикаты	Около 800 минералов, ~ 80% земной коры	Пироксены, амфиболы, полевые шпаты, слюды, серпентин, глинистые минералы - основные породообразующие минералы; гранаты, оливин, топаз, адуляр, амазонит - драгоценные и полудрагоценные камни



# Самородные элементы



графит



алмаз

# сульфиды



ЗОЛОТ



# Минералы



## Полевые шпаты



лабрадо  
р



Альби



ортокла  
з



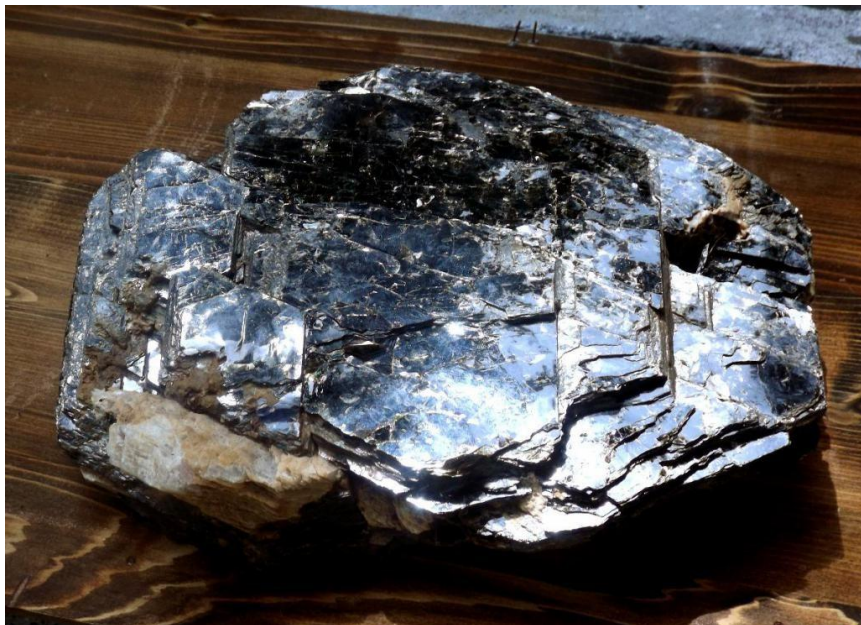
микрокли  
н



# Шкала твердости



# СЛЮДЫ



БИОТИ  
Т



МУСКОВИ  
Т

Таблица 1 . Важнейшие минералы магматических горных пород

Группа минералов	Наименование минерала	Химический состав	Содержание SiO <sub>2</sub> , %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Твердость	Отношение к выветриванию
Кварц	Кварц	SiO <sub>2</sub>	100	2,65	7	Не выветривается
Полевые шпаты	Ортоклаз	K <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SiO <sub>2</sub>	64,8	2,56	6	Выветриваются легче остальных минералов, превращаясь в каолинит
	Плагиоклазы: альбит	Na <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SiO <sub>2</sub>	68,7	2,62	6	
	олигоклаз	Изоморфная смесь Na <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6 SiO <sub>2</sub> и CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2 SiO <sub>2</sub>	-	-	6	
	андезин		-	-	6	
	лабрадор		-	-	6	
	битовнит		-	-	6	
	анортит	CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2 SiO <sub>2</sub>	43,2	2,76	6	
Слюды	Мусковит	Калиевая слюда	56	2,75	2-2,5	Мусковит выветривается труднее биотита
	Биотит	Железомагнетизальная слюда	32	3,2	2-2,5	
Темноокрашенные минералы	Авгит	Силикаты и алю-минаты кальция магния и железа	Около 40	3,0-3,6	6	Выветриваются труднее полевых шпатов
	Роговая обманка					
	Оливин					

# Горные породы

природные агрегаты минералов более или менее постоянного состава и строения, образующие самостоятельные геологические тела.

Структура – строение  
породы

Текстура – сложение  
породы

Минералогический  
состав

# МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Содержание $SiO_2$	Кислые $SiO_2$ 78-64%	Средние $SiO_2$ 64-53%	Основные $SiO_2$ 53-45%	Ультраосновные $SiO_2$ 30-45%	Характерные	
					структуры	Текстуры
<b>интрузивные</b>	Гранит, гранодиорит, гранитный пегматит, аплит, гранит-порфир	Диорит, сиенит, диорит-порфир, сиенит-порфир,	Габбро, лабрадорит, пироксенит, долерит	Перидотиты, дунит	от мелко- до крупнокристаллических; полнокристаллические; равномернозернистые, иногда порфировидные, пегматитовые	плотные; массивные пятнистые
<b>Эффузивные</b>	риолит, дацит, пемза, перлит, обсидиан	Андезит, трахит	базальт	пикрит	от афанитовых до среднекристаллических; полно- и неполнокристаллические, стекловатые; порфировые	пористые, реже плотные; пузыристые флюидальные миндалекаменные; массивные полосчатые
<b>Минеральный состав</b>						
<b>Светлые минералы</b>	кварц 25-40% КПШ 20-35% кислый плагиоклаз 25-35%	КПШ 60-80% средний, кислый плагиоклаз, редко кварц, нефелин	основной плагиоклаз			
<b>Цветные минералы</b>	биотит, роговая обманка 3-10%	роговая обманка, биотит, пироксены	пироксены 35-65% иногда оливин, роговая обманка	оливин 40-90% пироксены 10-60%, редко роговая обманка		



# Магматические горные породы

Интрузивны

е

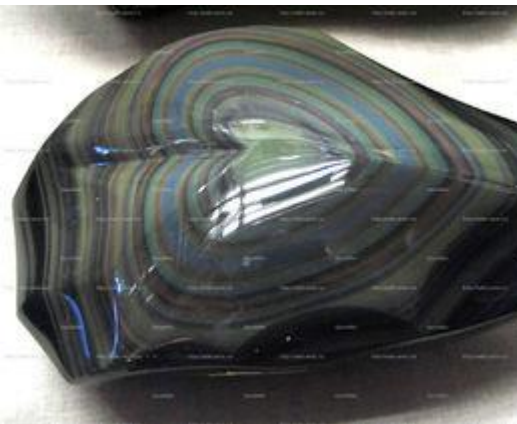


границы

т

Эффузивны

е



лабрадорит

т



Габбро

о



базальт

т

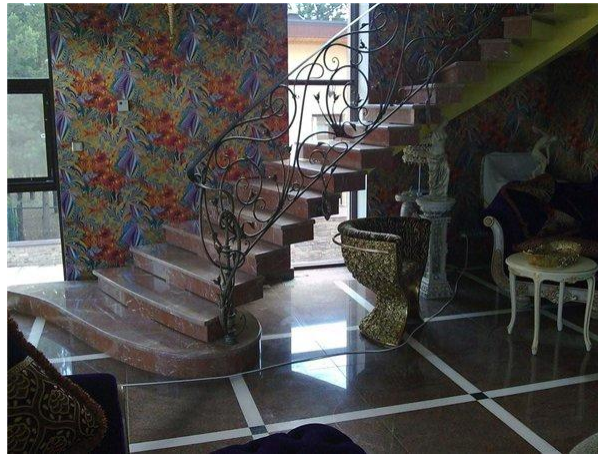


# Применение гранита



М.Сокол

Строительство, облицовочный материал бутовый камень для фундаментов, заборов и опорных стен) или кладочного материала (брусчатка, брекчия



Укладка гранитного пола в московском метрополитене



# Гранитный пегматит

Пигматос (греческий) –крепкая связь



**Состав :** взаимопроращение кварца и полевого шпата

**Структура:** полнокристаллическая  
пегматитовая (письменный гранит, еврейский камень)

**Текстура :**

**Практическое значение.** Собственно горная порода «пегматит» (письменный гранит) используется как недорогой поделочный камень.

Пегматитовые жилы гранитного состава являются основным источником полевых шпатов, используемых в керамической и стекольной промышленности.

Слюды и пьезокварц применяются в электротехнической промышленности.

Важнейший источник редких металлов: Li, Ta, Be, Cs, Rb, в меньшей степени - Sn, Nb.

Ряд минералов образуют в пегматитах и их экзоконтактах скопления с ювелирным качеством сырья: сподумен (кунцит), берилл (много разновидностей, включая изумруд), хризоберилл (александрит), топаз, гранат и ряд других, которые используются как драгоценные камни.

# Габбро



## Свойства

**Относительная плотность** - от 2750 кг/м<sup>3</sup> до 3250 кг/м<sup>3</sup>

**пористость** – от 0,15% до 2,5%

**водопоглощение** – от 0,03% до 0,8% по массе,

**сопротивление сжатию** – от 85 МПа до 350 МПа,

**истираемость** – от 0,05 г/см<sup>2</sup> до 0,6 г/см<sup>2</sup>....

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ.

Строительный облицовочный камень

Щебень, дорожный камень

Габбро иногда содержат скопления рудных минералов и в этих случаях могут использоваться как руды меди, никеля и титана.



# ЛАБРАДОРИТ



Плотность- 2700-2860 кг/м<sup>3</sup>,  
прочность на сжатие от 40 до 162 МПа.  
Высокая износостойкость – его  
истираемость составляет порядка 0,5  
г/м<sup>3</sup>. Водопоглощение – не более 0,21.

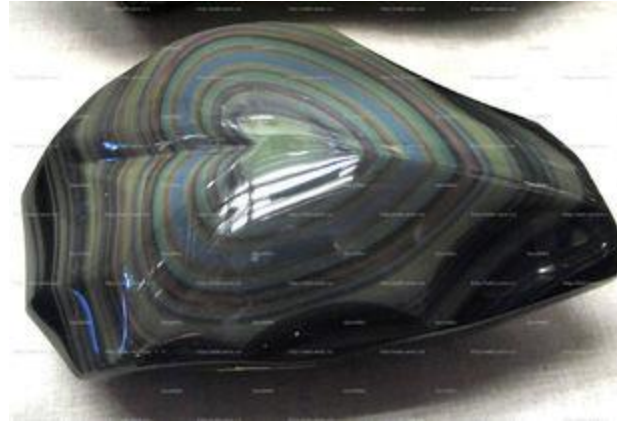


высококачественный облицовочный камень в основном в монументальной архитектуре хотя некоторые образцы с яркой голубой и зелёной иризацией используются как декоративно-подделочные камни. Лабрадоритом облицованы многие станции Московского метрополитена и здания города (часть цоколя гостиницы «Москва» отделка Мавзолея аллеи городов-героев в Александровском саду и др.), а также, например, колонны станции метро «[Проспект Ветеранов](#)» в [Санкт-Петербурге](#). Чаще всего это лабрадориты Головинского и Турчинского месторождений [Украины](#).

# Применение лабрадора



# обсидиан кислое вулканическое стекло



Обсидиан "радужный", более 15 см.. [Мексика](#). Образец: [Музей им. А.Е. Ферсмана](#).

## **Практическое значение.** поделочный и декоративный камень.

Благодаря способности порошка обсидиана в сочетании с гашеной известью затвердевать под водой, применяется как гидравлическая добавка для портландцемента. Он используется также как добавка к извести, как сырьё для изготовления тёмного стекла и в качестве термоизоляции. Лезвия из обсидиана имеют гладкую кромку толщиной всего в несколько нанометров, что позволяет использовать их в качестве скальпелей.

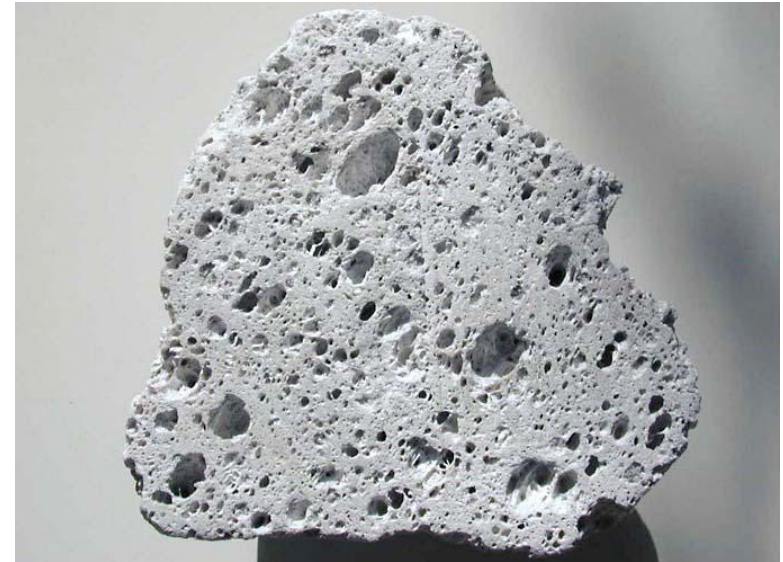
Обсидиан сыграл большую роль в истории [человечества](#): из него изготовляли [орудия труда](#), оружие и украшения, также с древних времён широко использовался в [глиптике](#) и декоративной скульптуре. Свои колюще-режущие орудия [майя](#), не умеющие выплавлять железо, изготавливали именно из обсидиана.

# Пемза - пористое вулканическое стекло

## Свойства

Пористость достигает 80 %.

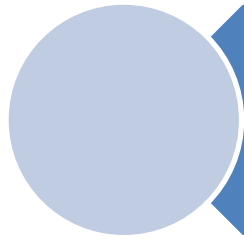
Твердость по шкале Мооса - около 6, плотность 2—2,5 г/см<sup>3</sup>, объёмная масса 0,3—0,9 кг/см<sup>3</sup> (пемза плавает в воде, пока не намокнет). Большая пористость пемзы обуславливает хорошие теплоизоляционные свойства, а замкнутость большинства пор — хорошую морозостойкость. Огнестойка. Химически инертна



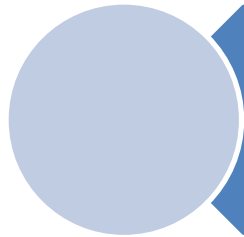
Используется как наполнитель в лёгких бетонах ([пемзобетоне](#)), как гидравлическая добавка к цементам и известям. В качестве [абразивного материала](#) применяется для шлифовки металла и дерева, полировки каменных изделий. Используется также для [гигиенического](#) удаления огрубевшей кожи [стоп](#). В [химической промышленности](#) из пемзы изготавливают [фильтры](#), используют как инертную основу для различных [катализаторов](#).



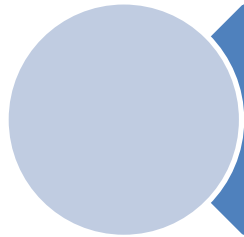
# Осадочные горные породы



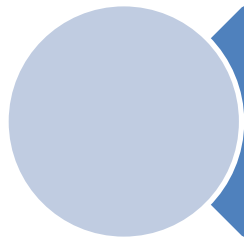
обломочные



хемогенные



органогенные



смешанные

# Обломочные горные породы

суглинок



Песок



Лесс

супес



глин  
а



# Хемогенные породы



Гипс (гипсовый  
камень)

# Органогенные

Мел



Известняк-ракушечник



диатомит



# Смешанные

Мергель



Трепел



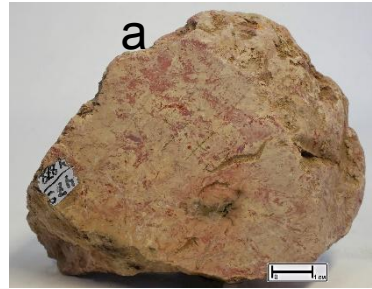
# Метаморфические горные породы

Песчаник



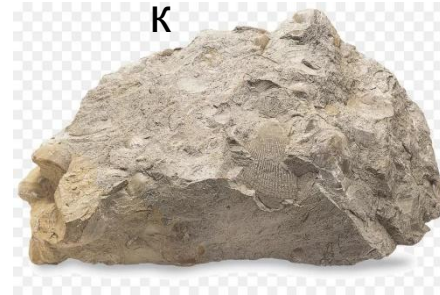
кварцит

Глина



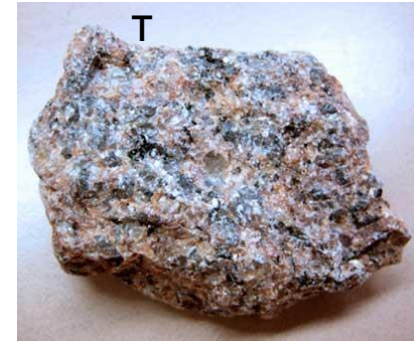
Глинистый сланец

Известняк



Мрамор

гранит



гнейс

# Классификации грунтов по строительным свойствам



**Скальные** (предел прочности на одноосное сжатие более 50 Мпа)



**Полускальные** (предел прочности на одноосное сжатие до 50 кг/см)



**Крупно-обломочные**



**Песчаные**



**Глинистые**



**Искусственные**

**ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости (с Поправкой)**

Скальные грунты-структуры с жесткими кристаллическими **связями** (гранит, известняк).

**Класс** включает в себя **две** группы грунтов :

- 1) **скальные**, куда входит три подгруппы пород- магматические, метаморфические, осадочные сцементированные и хемогенные
- 2) **полускальные** в виде **двух** подгрупп- магматические излившиеся и осадочные породы типа мергеля и гипса.

Деление этого класса на типы основано на особенностях минерального состава, например,

**силикатного** типа – гнейсы, граниты, **карбонатного** - мрамор, хемогенные известняки. Дальнейшее разделение грунтов на **разновидности** проводится по свойствам:

по прочности - гранит – очень прочный, вулканический туф - менее прочный;

по растворимости в воде – кварцит - очень водостойкий, известняк - неводостойкий.

Класс скальных грунтов включает в себя группу скальных и полускальных грунтов и объединяет магматические, метаморфические и осадочные породы. На **равнинах** скальные грунты обычно располагаются на некоторой глубине под толщей осадочных пород, на поверхность земли они выходят редко.



Разновидность грунтов	Предел прочности на одноосное сжатие $R_c$ , МПа
Скальные:	
Очень прочные	$R_c \geq 120$
Прочные	$120 > R_c \geq 50$
Средней прочности	$50 > R_c \geq 15$
Малопрочные	$15 > R_c \geq 5$
Полускальные:	
Пониженной прочности	$5 > R_c \geq 3$
Низкой прочности	$3 > R_c \geq 1$
Очень низкой прочности	$R_c < 1$

# Состав грунтов

- **Грунт = твердые частицы + вода + воздух (газ)**

## Классификация грунтов (простейшая)

№	Наименование / группа	Содержит глинистых частиц	Число пластичности $J_p$
1	Глины	> 30	> 0,17
2	Суглинок	10 ÷ 30	0,07 ÷ 0,17
3	Супесь	3 ÷ 10	0,01 ÷ 0,07
4	Песок	< 3	Не пластич.

- **Свойства твердых частиц.**

- Свойства твердых (минеральных) частиц зависят от размеров.

- **Классификация твердых**

<b><u>частиц:</u></b>	№ п/п	Поперечный размер (мм)
1	Галечные (щебень)	> 10 (20)
2	Гравелистые	2 ÷ 10 (20)
3	Песчаные	0,05 ÷ 2
4	Пылеватые	0,005 ÷ 0,05
5	Глинистые	< 0,005

# Песчаные и глинистые грунты

## Крупно-обломочные и

Разновидность грунтов	Размер зерен, частиц d, мм	Содержание зерен, частиц, % по массе
<b>Крупнообломочные:</b>		
— валунный (при преобладании неокатанных частиц — глыбовый)	>200	>50
— галечниковый (при неокатанных гранях — щебенистый)	>10	>50
— гравийный (при неокатанных гранях — дресвяный)	>2	>50
<b>Пески:</b>		
— гравелистый	>2	>25
— крупный	>0,50	>50
— средней крупности	>0,25	>50
— мелкий	>0,10	≥75
— пылеватый	>0,10	<75

Плотность сложения песка	Коэффициент пористости, e	Индекс плотности Id (Idmax=1)
Плотный	<0,55	>2/3
Средней плотности	0,55...0,7	2/3...1/3
Рыхлый	>0,7	<1/3

## Глинист ые

- Число пластичности:  $I_p = W_L - W_p$
- Показатель консистенции:  
 $IL = (W - W_p) / (W_L - W_p)$

Разновидность глинистых грунтов	Чисто пластичности
Супесь	1—7
Суглинок	7—17
Глина	>17

Суглинки и глины	Супеси
Твердые $IL < 0$	Твердые $IL < 0$
Полутвердые $0 \leq IL \leq 0,25$	Пластичные $0 \leq IL \leq 1$
Тугопластичные $0,25 \leq IL \leq 0,5$	Текучие $IL > 1$
Мягкопластичные $0,5 \leq IL \leq 0,75$	
Текучепластичные $0,75 \leq IL \leq 1$	
Текучие $IL > 1$	

# Основные свойства грунтов

- **Сжимаемость** – обусловлена изменением пористости, а следовательно и объема. Происходит переупаковка частиц
- **Водопроницаемость** – свойство пористых тел, является для грунтов переменной величиной, изменяющейся в процессе уплотнения под нагрузкой.
- **Контактная сопротивляемость сдвигу** – обусловлена лишь внутренним трением в сыпучих грунтах и трением со сцеплением в связных.
- **Деформируемость** – зависит от податливости и сопротивляемости структурных связей грунтов, от деформируемости отдельных компонентов образующих грунты.

# Структурно-неустойчивые грунты

**грунты**, которые обладают способностью изменять свои структурные **свойства** под влиянием внешних воздействий с развитием значительных осадок, протекающих, как правило, с большой скоростью.



**Мерзлые и вечно-мерзлые грунты**



**Лессовые грунты**



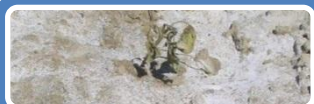
**Набухающие грунты**



**Слабые водонасыщенные грунты (илы, ленточные глины)**



**Торф и заторфованные грунты**



**Засоленные грунты**



**Насыпные грунты.**

## Мерзлые и вечномерзлые грунты

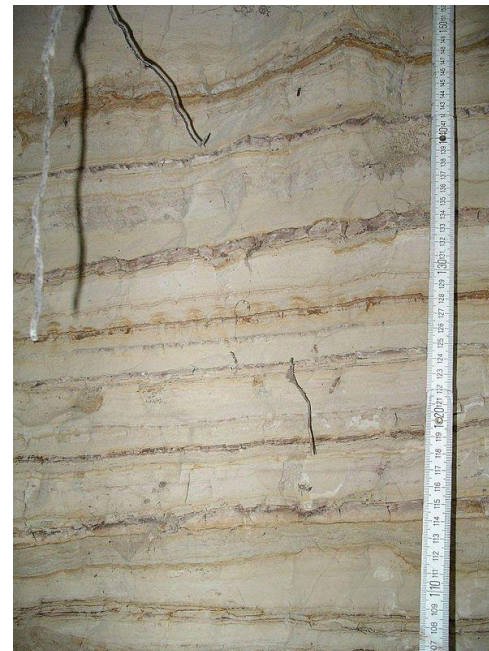
Грунты всех видов относятся к мерзлым, если они имеют отрицательную температуру и содержат в своем составе лед.

Грунты называются вечномерзлыми, если в условиях природного залегания они находятся в мерзлом состоянии непрерывно (без оттаивания) в течение 3 и более лет.







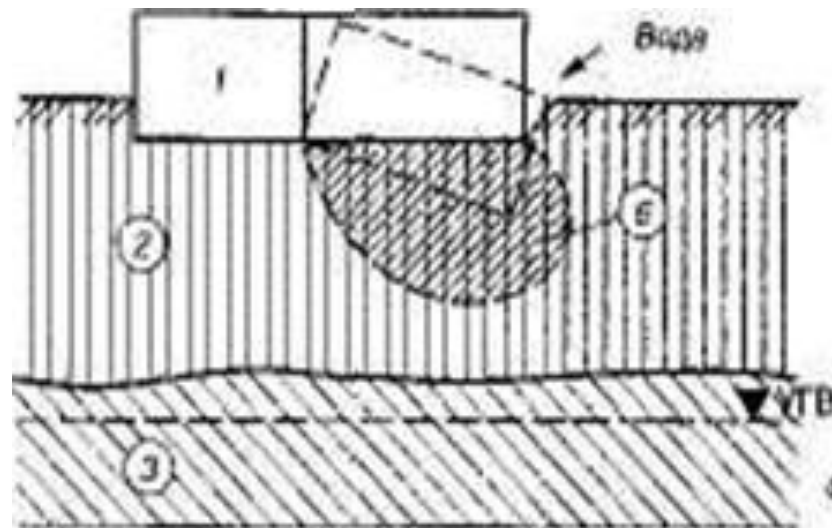


Ленточные глины



# Просадочные лессовые грунты

**Просадкой грунтов** называется быстро протекающая осадка, возникающая при коренном изменении структуры грунтов вследствие избыточного увлажнения.



- здание; 2- породы просадочные; 3 - то же непросадочные; 4-грунтовая вода; 5- участок, где появилась просадка.

В сухом состоянии просадочные грунты отличаются повышенной пористостью и характерной способностью к резкому уплотнению при замачивании водой.

В соответствии со СНИП П-15—74 к просадочным относят лессы, лессовидные грунты, а также некоторые виды покровных глинистых грунтов со степенью влажности  $G < 0,8$ .

# Набухающие

**грунты** увеличивают свой объем (набухают) при повышенной влажности и уменьшают объём при последующем снижении влажности.

## Причины

- набухание при подъеме уровня грунтовых вод
- повышение влажности за счет подъема уровня грунтовых вод
- увлажнение грунта подземными и производственными водами
- изменение водно-теплового режима под действием сезонных климатических факторов
- накопление влаги под сооружениями в ограниченной по глубине зоне вследствие нарушений природных условий испарения при застройке (экранирование массива грунта сооружениями);

## Последств

**ия**  
**Деформации**  
**набухания и усадки**

# Засоленные грунты

-крупнообломочные, песчаные и пылевато-глинистые грунты, содержащие определенное количество легко- и среднерастворимых солей.

## Последств

**ия**

**Вынос солей и**  
**развитие**  
**неравномерных**  
**просадок**

# Морозное пучение

## грунта

Грунт пучинистый - дисперсный грунт, который при переходе из талого в мерзлое состояние увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда

### Причины

ы

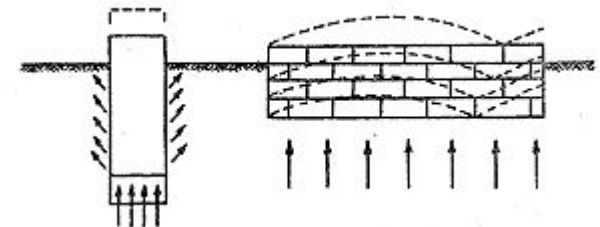
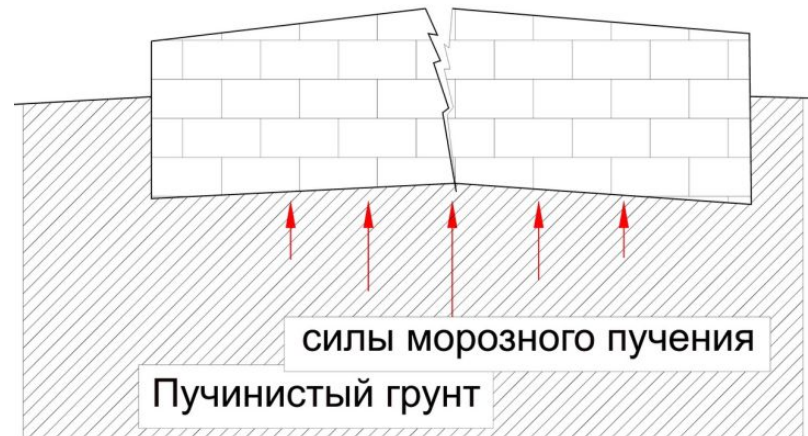
- водонасыщенность грунта
- отрицательная температура наружного воздуха
- колебания уровня подземных вод
- Капиллярное поднятие воды в грунтах



### Последствия

ия

Деформации морозного пучения



# Сильно сжимаемые

Торф, илы, ленточные

грунты

глины

Сильно сжимаемым относятся грунты, обладающие модулем общей деформации менее 5 МПа и имеющие коэффициент относительной сжимаемости около 0,015 см<sup>2</sup>/кг

Неравномерная осадка

