

УЧЕБНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Кафедра «Геотехника, тоннели и метрополитены»

Изыскательская практика для бакалавров состоит из двух частей:

1. Геологическая практика (**зачет**) проходит на кафедре «Геотехника, тоннели и метрополитены»
2. Геодезическая практика (**общий зачет**) проходит на кафедре «Инженерная геодезия»

Геологическая практика проходит в период
с 28 июня по 3 июля 2021

- Полевая учебная геологическая практика студентов направления подготовки «Строительство» проводится в долине р. Иня в окрестностях учебного полигона СГУПС, остановочная платформа «Геодезическая».
- В задачу практики входит закрепление теоретических знаний, полученных студентами при изучении курса геологии, и приобретение ими навыков ориентации в природной обстановке территории строительства: строительных площадок ПГС, трассы автодороги, определение условий залегания подземных вод и оценка источников водоснабжения.

Инженерно-геологические ИЗЫСКАНИЯ.

*Инженерно-геологическое
картирование.*

*Геофизические методы исследования
в инженерной геологии, гидрогеологии
и геокриологии*

изысканий.

Задача инженерно-геологических изысканий состоит в комплексном изучение инженерно-геологических условий территории строительства и эксплуатации инженерных сооружений :

- геологического строения;
- геоморфологических условий (рельеф);
- физико-механических свойств грунтов;
- гидрогеологических условий (глубины залегания подземных вод, химического состава);
- природных и инженерно-геологических процессов, осложняющих строительство и эксплуатацию сооружений.

Система инженерных изысканий должна гарантировать строительство от различных геологических неожиданностей, которые могут вызвать необходимость изменения проекта, сроков строительства и стоимости сооружений.

Инженерно-геологические изыскания регламентируются основным нормативным документом в строительстве:

СП 11-105- 97. Свод правил. Инженерно-геологические изыскания для строительства.

Программа изысканий - основной документ при проведении изыскательских работ, при внутреннем контроле качества приемки материалов изысканий и при экспертизе технического отчета.

В программе изысканий устанавливаются **состав и объемы инженерно-геологических работ** на основе технического задания заказчика, исходя из:

1. этапа проектирования;
2. вида строительства;
3. категории сложность инженерно-геологических условий.

Категории сложности инженерно-геологических условий

Факторы	Категория		
	I (простая)	II (средней сложности)	III (сложная)
Геоморфологические условия	Площадка (участок) в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная	Площадка в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса	Площадка в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса, сильно расчлененная
Геологические в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Не более двух различных по литологии слоев, залегающих горизонтально. Незначительная степень неоднородности слоев по показателям свойств грунтов.	Не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно. Существенное изменение характеристик свойств грунтов в плане или по глубине. Скальные грунты имеют неровную кровлю.	Более четырех различных по литологии слоев. Значительная неоднородность по показателям свойств грунтов. Скальные грунты имеют расчлененную кровлю.
Гидрогеологические в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Подземные воды отсутствуют или имеется один выдержанный горизонт подземных вод с однородным химическим составом	Два и более выдержанных горизонта подземных вод с неоднородным химическим составом и загрязнением	Горизонты подземных вод не выдержаны по простиранию и мощности, с неоднородным химическим составом или разнообразным загрязнением
Инженерно-геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение и не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений	Имеют широкое распространение и оказывают влияние на выбор проектных решений
Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение и не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений	Имеют широкое распространение и оказывают влияние на выбор проектных решений
Техногенные воздействия и изменения освоенных территорий	Незначительные и могут не учитываться при проектировании	Не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений	Оказывают существенное влияние на выбор проектных решений

Этапы изыскательских работ

1. Этап разработки предпроектной документации
2. Этап разработки проекта
3. Этап разработки рабочей документации
4. Этап строительства, эксплуатации и ликвидации сооружений

Надзор

В процессе строительства осуществляется **геотехнический контроль** за производством земляных работ и авторский надзор.

При отсыпке дорожных насыпей, обратных засыпок фундаментов зданий, станций метрополитенов, водопропускных труб контролируется плотность уплотняемого грунта, его влажность и ее соответствие значениям оптимальной влажности.

Виды инженерно-геологических работ

Инженерно-геологические работы выполняются в три периода: **подготовительный, полевой, камеральный.**

В подготовительный период проводится сбор и анализ материалов изысканий прошлых лет. Эта работа выполняется при инженерно-геологических изысканиях для каждой стадии разработки проектной документации.

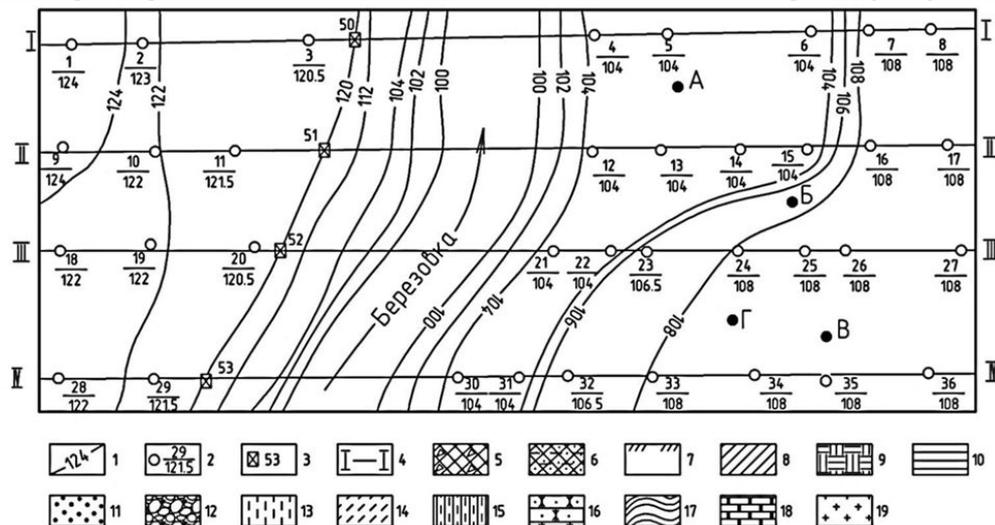
В полевой период осуществляются основные виды работ:

- маршрутные наблюдения, инженерно-геологическая съемка;
- разведочные работы;
- геофизические исследования;
- опытные полевые исследования грунтов и подземных вод;
- стационарные наблюдения.

В камеральный период проводится окончательная обработка материалов инженерно- геологических работ и составляется отчет

Полевой период:

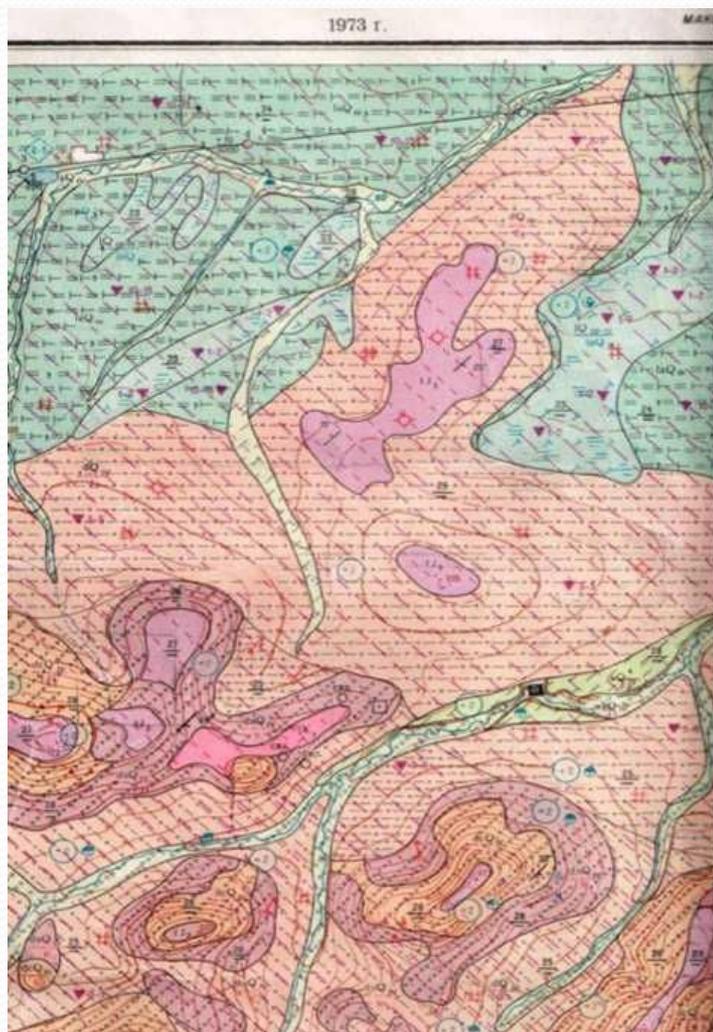
1. Маршрутные наблюдения выполняются на основе топографических планов или карт (нужного масштаба).



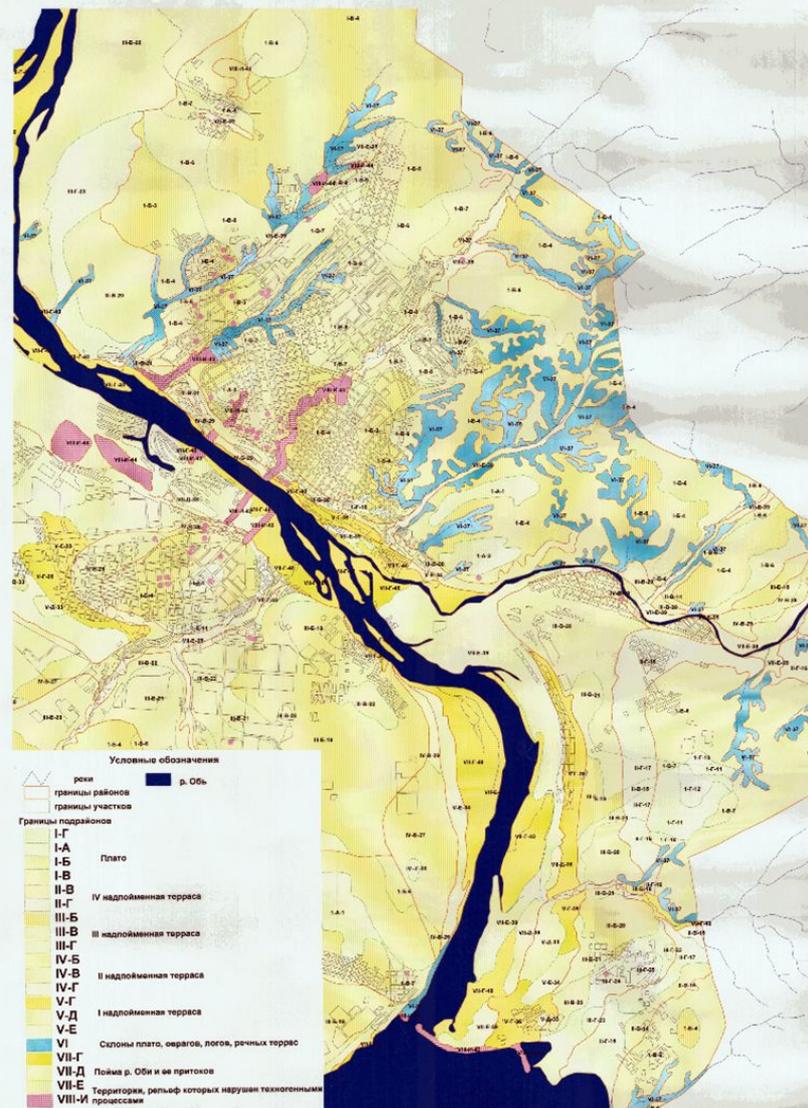
Определяют площади геоморфологических элементов рельефа, выполняют описание грунтов в естественных обнажениях и разведочных выработках, выходов подземных вод (родников, колодцев) и проявлений геологических процессов, производится отбор проб грунтов и воды для лабораторных исследований. Наибольшее внимание уделяется наиболее неблагоприятным для освоения участкам территории (с опасными геологическими процессами, слабоустойчивыми грунтами, с близким залеганием подземных вод).

Основным документом результатов инженерно-геологической съемки является инженерно-геологическая карта.

Масштаб 1:200 000

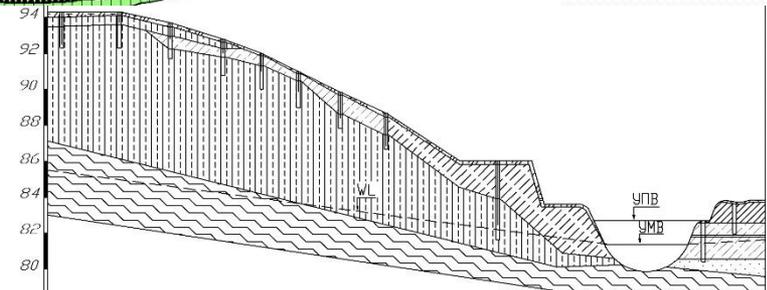
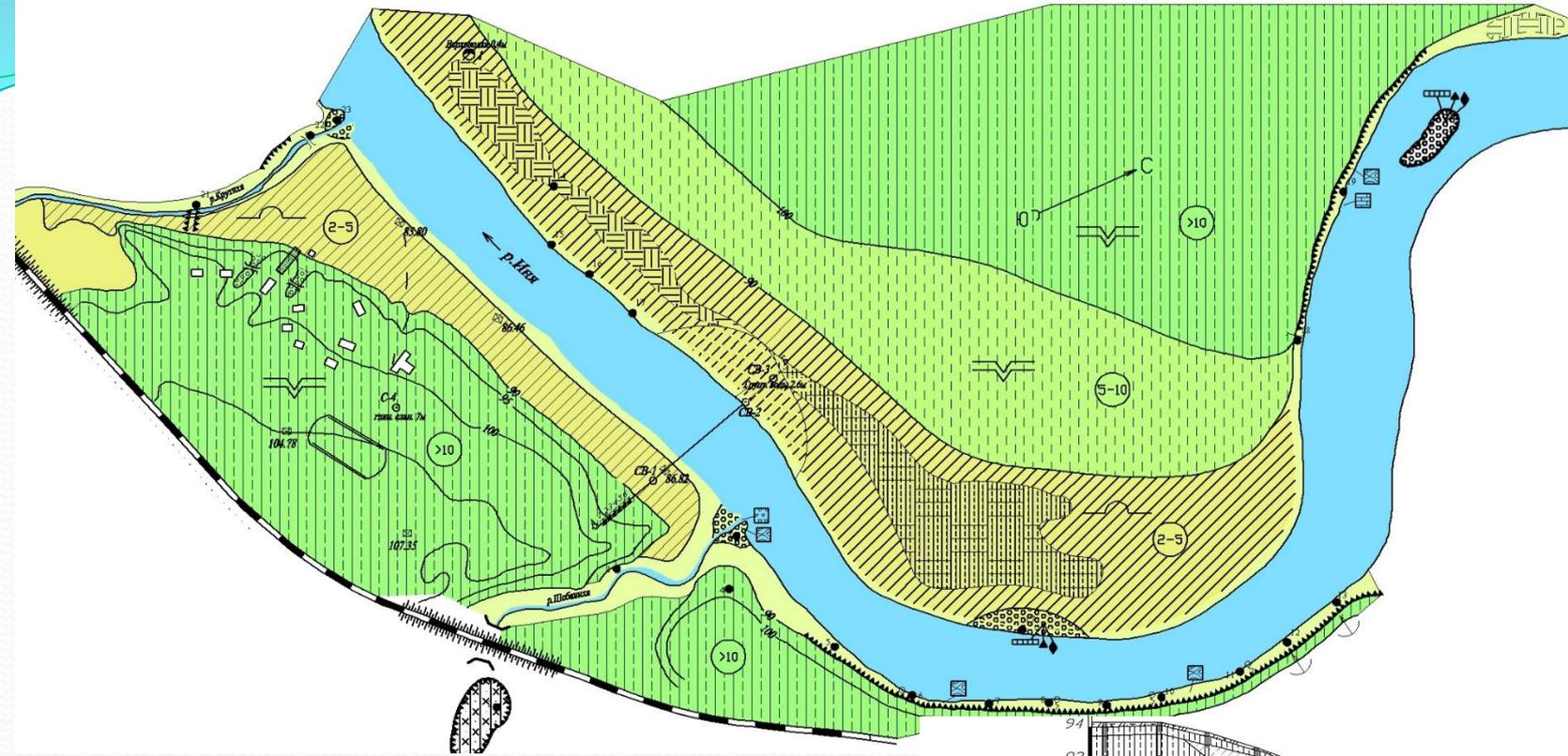


Карта инженерно-геологического районирования г. Новосибирска



Масштаб 1 : 50 000

ИНЖЕНЕРНО-ГОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДОЛИНЫ РЕКИ ИНИ



М. гор. 1:1000
М. верт 1:200

Грунт	суглинок темно-бурый							сугесь	сугесь	глинистый сланец	сугесь	сугесь	
Ситуация расположения скважин	8 94.3	7 94.3	6 93.68	5 92.8	4 92	3 90.98	2 89.76	1 88.66	ск1 86.02 XXIX			ск2 82.7	ск3 83.47
Геоморфология	II надпойменная терраса							I терраса	пайма	русло	пони	I терраса	
Отметка рельефа	94.3	94.3	93.68	92.8	92	90.98	89.76	88.66	86.02	86.02 83.6	83.6 81.37	81.37	82.7 83.181
Расстояние, м	113							23	17	23	6	15	

Инженерно-геологическое картирование.

Типы, масштабы и содержание инженерно-геологических карт

Инженерно-геологическая карта - уменьшенное отображение на плоскости факторов инженерно-геологических условий, отобранных и охарактеризованных для решения вопросов планирования, проектирования и строительства различных объектов.

По масштабам и назначению инженерно-геологические карты:

1. Мелкомасштабные (обзорные), меньше 1: 1 000 000.

Для планирования, размещения отраслей народного хозяйства, для составления региональных мероприятий решения экологических проблем, методологическое и учебное значение; для составления рабочих гипотез об инженерно-геологических условиях. Составляются по результатам камеральных исследований материалов.

2. Среднемасштабные (государственные), 1:200 000, 1:50 000.

Составляется по результатам съемок. Назначение: решение вопросов планирования стадий ТЭО.

3. Крупномасштабные, 1:2000-1:5000 *составляются по результатам съемки: выбор участков для привязки (размещения) сооружений на местности, для выбора типов фундаментов, размещения защитных мероприятий, решения вопросов стадии строительства.*

На инженерно-геологических картах отражаются инженерно-геологические условия.

- 1. Горные породы** со всеми их характеристиками (возраст, генезис, состав, строение разреза, условия залегания пород, состояние пород, физико-механические свойства).
- 2. Тектоника и неотектоника** - характер структур (влияет на условия залегания пород, развитие процессов), режим неотектонических движений.
- 3. Геоморфологические условия** - типы рельефа, характер, строение, возраст, происхождение.
- 4. Гидрогеологические условия** - глубина залегания подземных вод, условия распространения, условия питания, режим, агрессивные свойства воды, минерализация, состав.
- 5. Современные геологические и инженерно-геологические процессы и явления.**

Кроме того, на картах инженерно-геологических условий, должны быть показаны **месторождения строительных материалов**. Способы отображения условий различны.

Полевой период:

2. **Разведочные работы** заключаются в проходке разведочных выработок и отборе проб грунтов. К разведочным выработкам относятся: расчистка, закопушка, канава, шурф и буровые скважины.

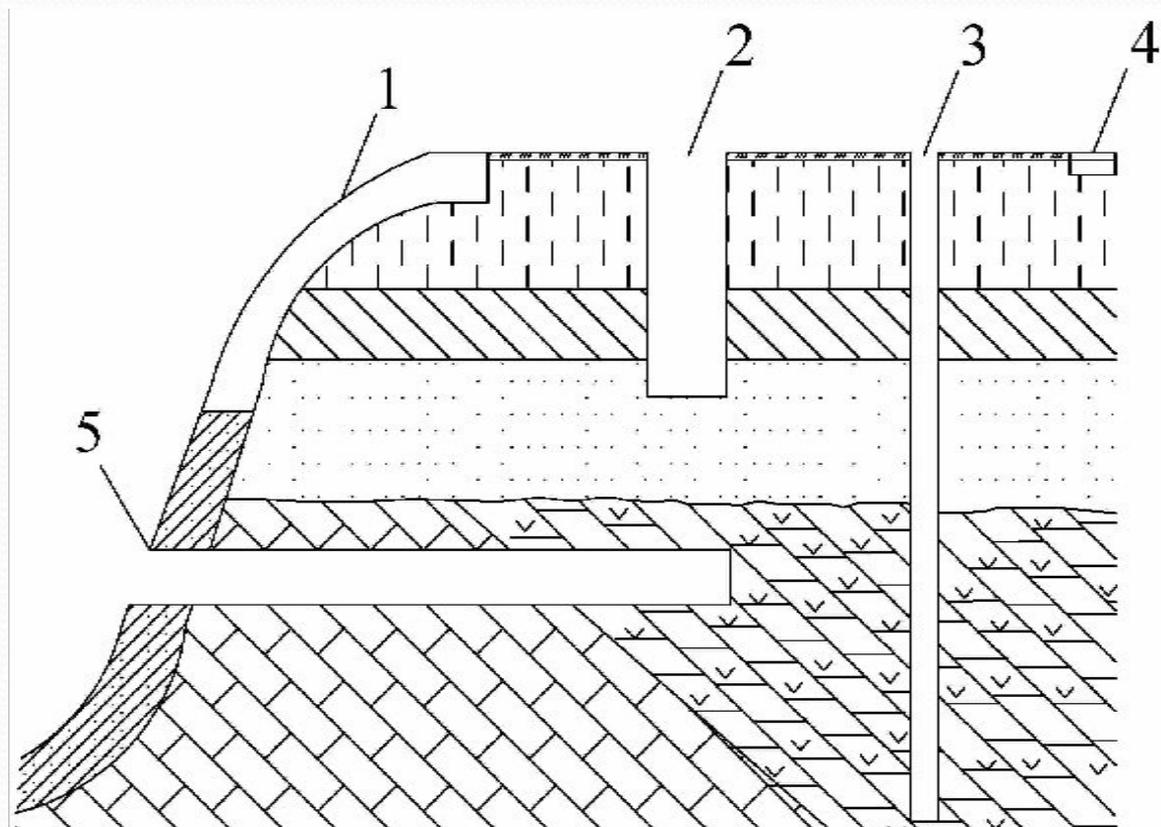


Рис.87 Разведочные выработки:

1- канава; 2 – шурф; 3 – скважина; 4 – закопушка; 5 – штольня.

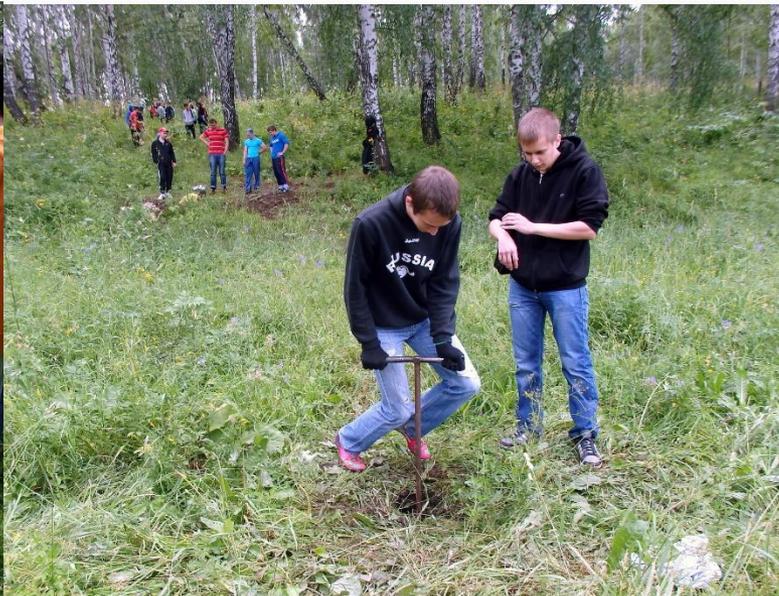
Закопушка – квадратная выработка глубиной до 0,6 м, предназначенная для изучения грунтов, залегающих под почвой.

Канавы (траншеи) – узкая (до 0,8 м) и неглубокая (до 2 м) выработка, предназначенная для изучения грунтов, лежащих под наносами.

Штольня – горизонтальная выработка, пройденная на склоне рельефа и вскрывающая толщу грунтов в глубине массива.

Шурф – вертикальная выработка прямоугольного сечения (1х 1,5 м) глубиной до 3–5 м (редко до 10 м).

Скважина – вертикальная (наклонная) выработка круглого сечения. Диаметр скважин, используемых при инженерно-геологических изысканиях, обычно составляет 100-150 мм. Глубина определяется задачами строительства и составляет до 50 м. При изыскании горных тоннелей она может достигать несколько сотен метров.



Средняя глубина разведочных выработок при разведочных работах

Объект исследования	Средняя глубина, м	Количество выработок, расстояние между скважинами
Промышленные гражданские сооружения	6 – 30 м в зависимости от массы сооружения	3 – 4
Железные, автомобильные дороги: под насыпями в выемках в районе болот	2 – 3 м 3 м ниже дна выемки 1 м ниже поверхности минерального дна	200 – 500 м 200 – 500 м 200 – 500 м
Водопропускные трубы	3 – 4 м	
Трубопроводы	3 – 5 м	500 – 1000 м
Линии электропередач	5 – 7 м	под каждую опору
Аэродромы	4 – 8 м	200 – 300 м
Мосты	15 – 20 м от дна реки в дисперсных грунтах, 5 м – в скальных	под каждую опору
Метрополитены	10 м ниже лотка	4 скв. на 1 км
Горные тоннели	10 м ниже лотка	8 скв. на 1 км

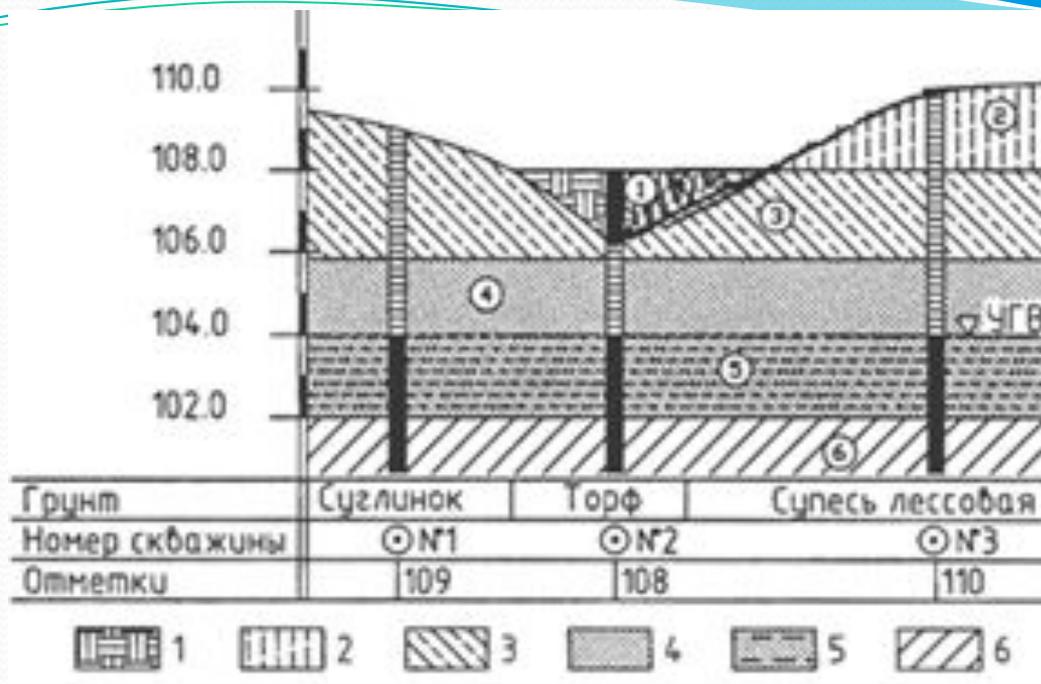
При инженерно-геологических изысканиях обязательен **отбор монолитов – проб грунта с сохранением их структуры и влажности**. Особенно это важно при опробовании дисперсных грунтов (глин, суглинков, супесей). В шурфах и расчистках отбирают монолиты в виде куба 20x20x20 см, из скважин в виде цилиндров высотой 20-30 см. Монолиты консервируют путем обертывания слоем марли, пропитанной нагретой парафиногудронной смесью.

По результатам описания разведочных выработок оформляется ее графическая документация в **виде геолого-литологической колонки**, на которой видно, как залегают слои, их мощность, глубина залегания подземных вод, места отбора образцов грунтов.

Основным графическим документом разведочных работ является инженерно-геологический разрез, построенный по разведочным выработкам.

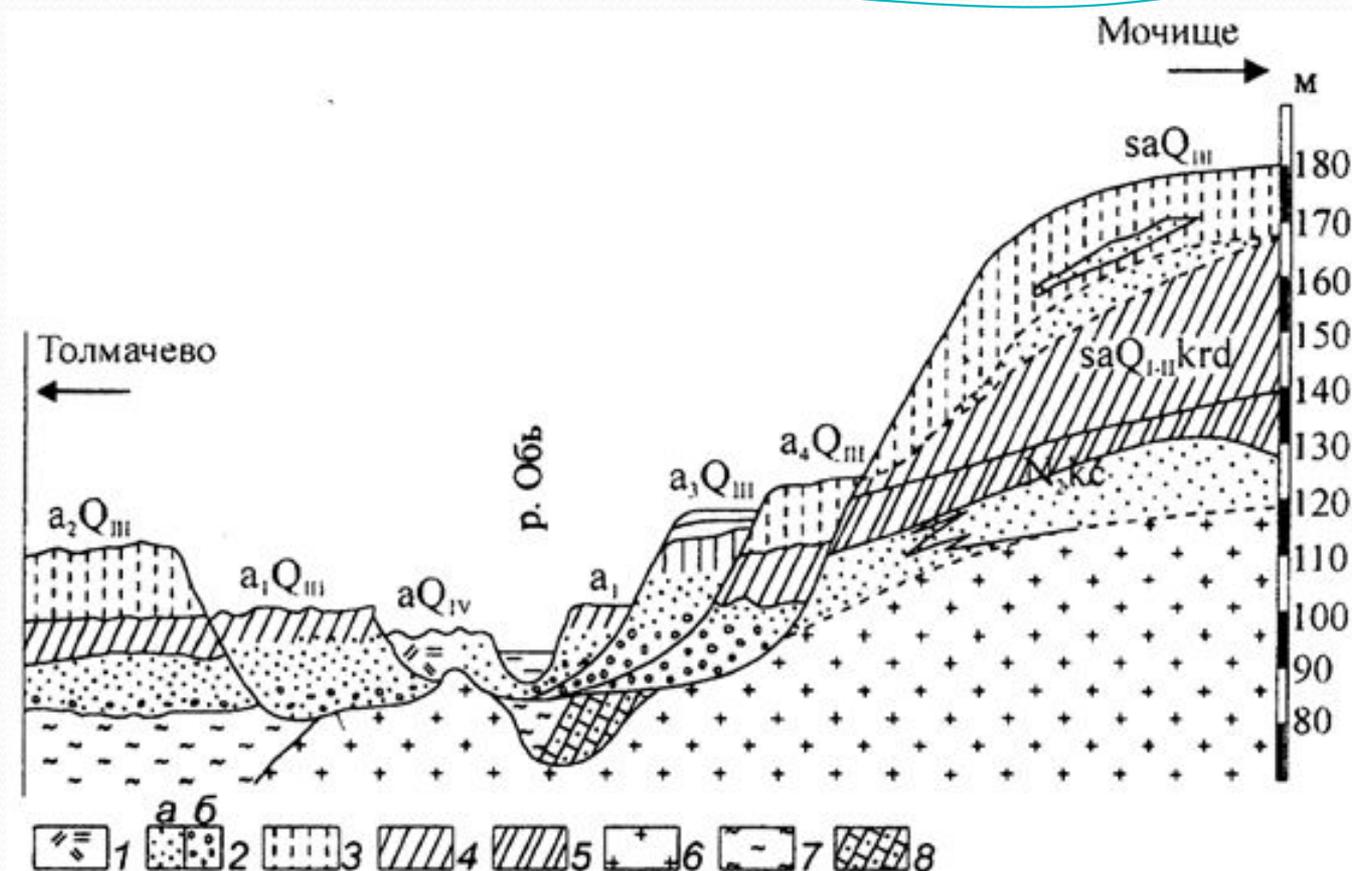
Монолиты грунта- образцы с ненарушенным сложением и естественной влажностью





Инженерно-геологический разрез и инженерно-геологические элементы:

1 - торф болотный водонасыщенный bQIV; 2 - супесь лессовая просадочная эоловая vQIII; 3 - суглинок полутвердый озерный lQIII; 4 - песок мелкий сухой аллювиальный aQIII; 5 - песок мелкий аллювиальный водонасыщенный плавунный aQIII; 6 - глина полутвердая озерная набухающая lQII; УГВ - уровень грунтовых вод.

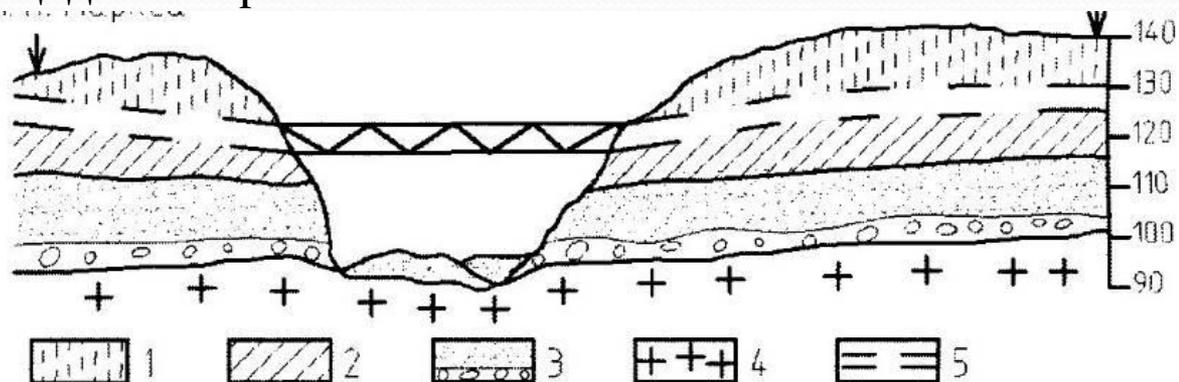


Геологический разрез через долину р. Оби в г. Новосибирске

1 – торф; 2 – а) песок, б) галечник; 3 – супесь лессовая; 4 – суглинок; 5 – глина; 6 – гранит; 7 – глинистый сланец; 8 – песчаник, роговик; аQIV – пойма; а1QIII, а2QIII, а3QIII, а4QIII – номера надпойменных террас; saQIII – покровные лессовые отложения; saQI-IIkrd – отложения красnodубровской свиты; N2kc – отложения кочковской свиты

Площадь К.Марска

Площадь Калинина



Схематический разрез грунтового массива
г. Новосибирска вдоль метро:

1 – лёссовые суглинки, супеси; 2 – суглинки краснодубровской свиты;
3 – песок с галькой и гравием; 4 – гранит; 5 – контуры метро

В камеральный период осуществляется окончательная обработка материалов инженерно-геологических работ, и составляется отчет о результатах изысканий.

Отчет - итог инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

Содержание и объем отчетов зависит от задачи исследований, этапа проектирования и сложности проектируемых сооружений.

В состав отчета обычно входят :

Введение. В нем указываются цели и задачи исследований, объем выполненных работ, состав исполнителей, административное положение района.

1. Физико-географические условия.

1.1. **Географическое положение района.**

1.2. **Климат:** температурный режим, количество осадков, глубина сезонного промерзания, направление ветров.

1.3. **Рельеф:** тип рельефа, абсолютные отметки.

2. Геологическое строение.

Включает сведения о тектонике, сейсмичности района, возрасте горных пород, условиях залегания, их описание.

3. Гидрогеологические условия.

Подземные воды, условия их залегания и питания, химический состав, агрессивность по отношению к строительным конструкциям.

4. Природные геологические и инженерно-геологические

процессы. Рассматриваются процессы, которые могут оказывать влияние на строительство и эксплуатацию сооружений.

5. Инженерно-геологические условия строительной площадки объекта проектирования (участка дорожной трассы, мостового перехода, строительной площадки ПГС). Включает детальную характеристику свойств грунтов, таблицы нормативных и расчетных характеристик инженерно-геологических элементов грунтов; прогноз возможных изменений инженерно-геологических условий; рекомендации по проектированию и проведению строительных работ.

6. Естественные строительные материалы. Приводятся сведения о наличии местных строительных материалов, их качестве и запасах, условии залегания.

Основные графические приложения к техническому отчету:

1. Инженерно-геологическая карта района изысканий.
2. Инженерно-геологические разрезы по оси проектируемого сооружения: железно-дорожной трассы, мостового перехода, тоннеля и строительным площадкам ПГС.

На инженерно-геологических картах отражаются инженерно-геологические условия.

- 1. Горные породы** со всеми их характеристиками (возраст, генезис, состав, строение разреза, условия залегания пород, состояние пород, физико-механические свойства).
- 2. Тектоника и неотектоника** - характер структур (влияет на условия залегания пород, развитие процессов), режим неотектонических движений.
- 3. Геоморфологические условия** - типы рельефа, характер, строение, возраст, происхождение.
- 4. Гидрогеологические условия** - глубина залегания подземных вод, условия распространения, условия питания, режим, агрессивные свойства воды, минерализация, состав.
- 5. Современные геологические и инженерно-геологические процессы и явления.**

Кроме того, на картах инженерно-геологических условий, должны быть показаны **месторождения строительных материалов**. Способы отображения условий различны.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ»
(ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

«СОВРЕМЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ масштаба 1:2 500 000»

Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор В.С.Круподеров
Ответственный исполнитель: Зав.сектором РИГ, к.г.-м.н. С.Н.Чекрыгина

*В составлении карты принимали участие специалисты:
ВСЕГИНГЕО, МГУ, Института Мерзлотоведения СО РАН, ОАО Приморгеология, ООО Уральской
гидрогеологической экспедиции, Московского отделения Института Криосферы Земли СО РАН.*

пос.Зелёный, 2010 г.

Инженерно-геологическая карта территории Российской Федерации масштаба 1:2500 000 в формате ГИС с объяснительной запиской и сопровождающей структурированной фактографической и картографической информацией

Инженерно-геологическая карта территории РФ масштаба 1:2500000 отражает основные закономерности изменения факторов инженерно-геологических условий и предназначена для решения стратегических вопросов размещения объектов экономики, планирования инженерно-геологических работ, оптимизации государственного мониторинга состояния недр

Состав современной инженерно-геологической карты территории Российской Федерации масштаба 1:2500 000

Современная инженерно-геологическая карта территории Российской Федерации масштаба 1:2500 000

Карта инженерно-геологических условий территории Российской Федерации масштаба 1:2500 000

Карта инженерно-геологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2500 000

Карта оценки техногенных воздействий на инженерно-геологические условия территории Российской Федерации масштаба 1:10 000 000

Карта оценки интенсивности проявления современных геологических процессов и геологических опасностей освоения территории масштаба 1:2500 000

Структурированная фактографическая и картографическая информация

Цифровая инженерно-геологическая информация

Каталог физико-механических свойств горных пород

Картограммы инженерно-геологической изученности

Составленный комплект карт дает полноценную инженерно-геологическую характеристику территории России.

Информационная полнота обеспечивается целевым назначением и едиными принципами составления карты (с учетом природных региональных, зональных и антропогенных факторов формирования)

Инженерно-геологическая карта имеет многоцелевое назначение:

- перспективного экономического планирования и рационального размещения крупных народнохозяйственных объектов;
- для разработки программ дальнейших инженерно-геологических исследований;
- в качестве основы для оценки состояния и прогнозирования изменения геологической среды;
- в качестве основы для обоснования мероприятий по рациональному недропользованию и как учебное пособие в ВУЗах.

В целом составленный комплект карт предназначен для повышения информационного обеспечения и эффективного управления работами по геологическому изучению недр и управлению недропользованием на федеральном уровне

«Карта инженерно-геологического районирования территории Российской Федерации масштаб 1: 2 500 000»

Для территории России в таком масштабе составлена впервые

Основной объект картографирования – вещественное геологическое тело (грунтовая толща с определённым литологическим составом или характерное сочетание литологических разновидностей в разрезе и по площади, находящееся под воздействием определённых зональных факторов

Последовательный учёт региональных и зональных факторов
Таксоны типологического районирования:

регионы → зоны → подзоны → области

«Карта оценки интенсивности проявления современных геологических процессов и геологических опасностей освоения территорий масштаба 1:2500 000»

На карте отображены:

-состав и суммарная интенсивность проявления современных геологических процессов (как экзогенных, так и эндогенных);

-степень геологических опасностей для наиболее катастрофических ОГП – оползней, овражной и речной эрозии, абразии, селей, карста и землетрясений (сейсмичности), основанная на пораженности и активности проявления ОГП.

-крупные населенные пункты с развитыми в них комплексами ОГП.

Составлена краткая характеристика интенсивности и опасности проявления ОГП для инженерно-геологических регионов России.

Геофизические методы исследования в инженерной геологии, гидрогеологии и геокриологии

- Геофизические методы в инженерно-геологических изысканиях активно применяются с 40 –50-ых годов XX века. Геофизические работы включают в состав инженерно-геологических изысканий для **увеличения объёма информации о составе и свойствах грунтов и снижения затрат на буровые работы и лабораторные исследования.**
- Важнейшей особенностью геофизических методов является их **ДИСТАНЦИОННОСТЬ**, то есть возможность изучать свойства геологических объектов без прямого контакта с ними.

При помощи геофизические методов можно решать следующие задачи:

- картирования кровли скальных или многолетне-мёрзлых грунтов;
- выделения глубины залегания грунтовых вод;
- определения физико-механических свойств грунтов;
- прогнозирования опасных геодинамических процессов—карста и оползней;
- проведение сейсмического микрорайонирования.

Для реализации геофизических работ при инженерно-геологических изысканиях площадь объекта покрывается **равномерной сетью профилей** — прямых отрезков, вдоль которых выполняется геофизическая съёмка.

На протяжённых линейных объектах — ЛЭП, газопроводах, трассах автодорог и т.д. — геофизические работы проводятся в **отдельных точках зондирования**.

В геофизике применяются как **естественные поля**, непрерывно генерируемые самой геологической средой, таки и **искусственные** — возникающие при срабатывании управляемого геофизиком источника.

По типу применяемого поля выделяются:

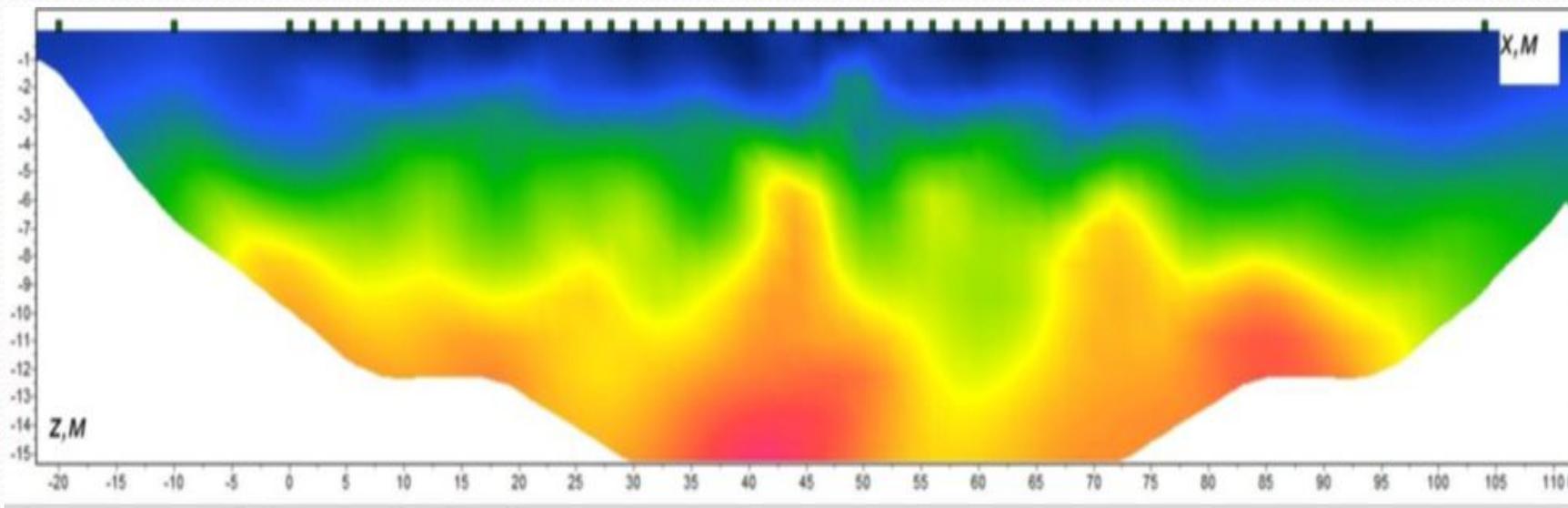
сейсмические, электрические, магнитные, гравитационные, тепловые и радиометрические методы.

Среди них наибольшей “популярностью” пользуются методы **электроразведки, сейсморазведки и радиометрии.**

Электроразведка основана на разделении грунтов по удельному электрическому сопротивлению, удельной проводимости или диэлектрической проницаемости.

В качестве источника поля применяются генераторы постоянного и переменного тока и заземлённые электроды, а принимающего устройства — высокоточный вольтметр.

Современные **томографические модификации** классических методов электроразведки применяются при необходимости подробного изучения непрерывного распределения электрических свойств в разрезе



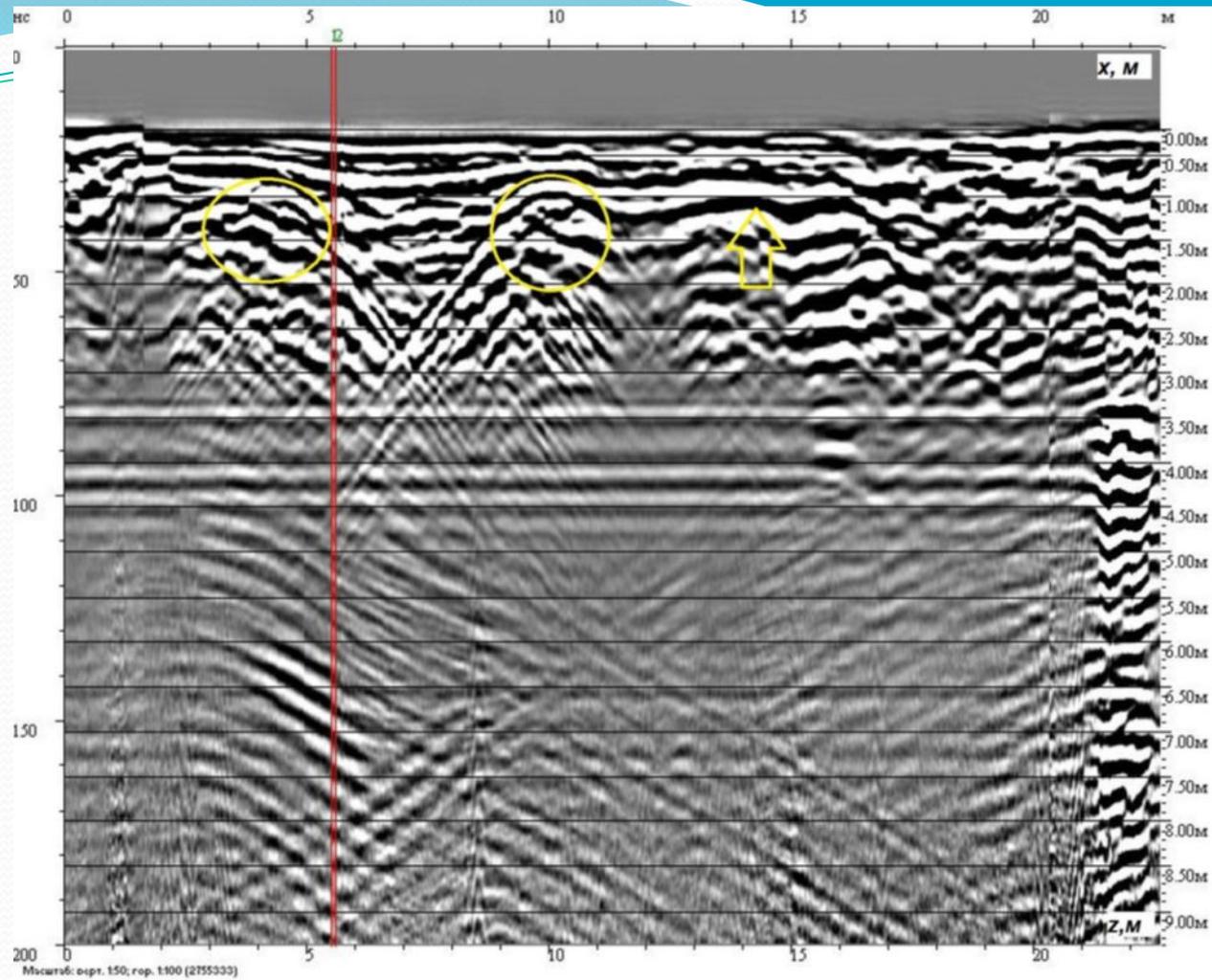
Электротомографический разрез. Цветной заливкой показаны разные значения удельного электрического сопротивления

Георадиолокация основана на излучении и регистрации высокочастотного электромагнитного поля.

Электромагнитные волны, отражённые от границ грунтов с различной диэлектрической проницаемостью, фиксируются приёмной антенной и представляются в виде геологического изображения.

Георадарные наблюдения отличаются высочайшей разрешающей способностью и применяются для поиска техногенных объектов и различного рода локальных неоднородностей, например скрытых коммуникации или старинных фундаментов.

Объекты малого по сравнению с длиной λ /м волн размера на георадиолокационных разрезах обнаруживаются по гиперболическим осям дифрагированных волн — “усам”



Разрез георадиолокации. Кружками выделены гиперболические оси дифрагированных волн, связанных с локальными объектами. Стрелкой показана отражающая граница

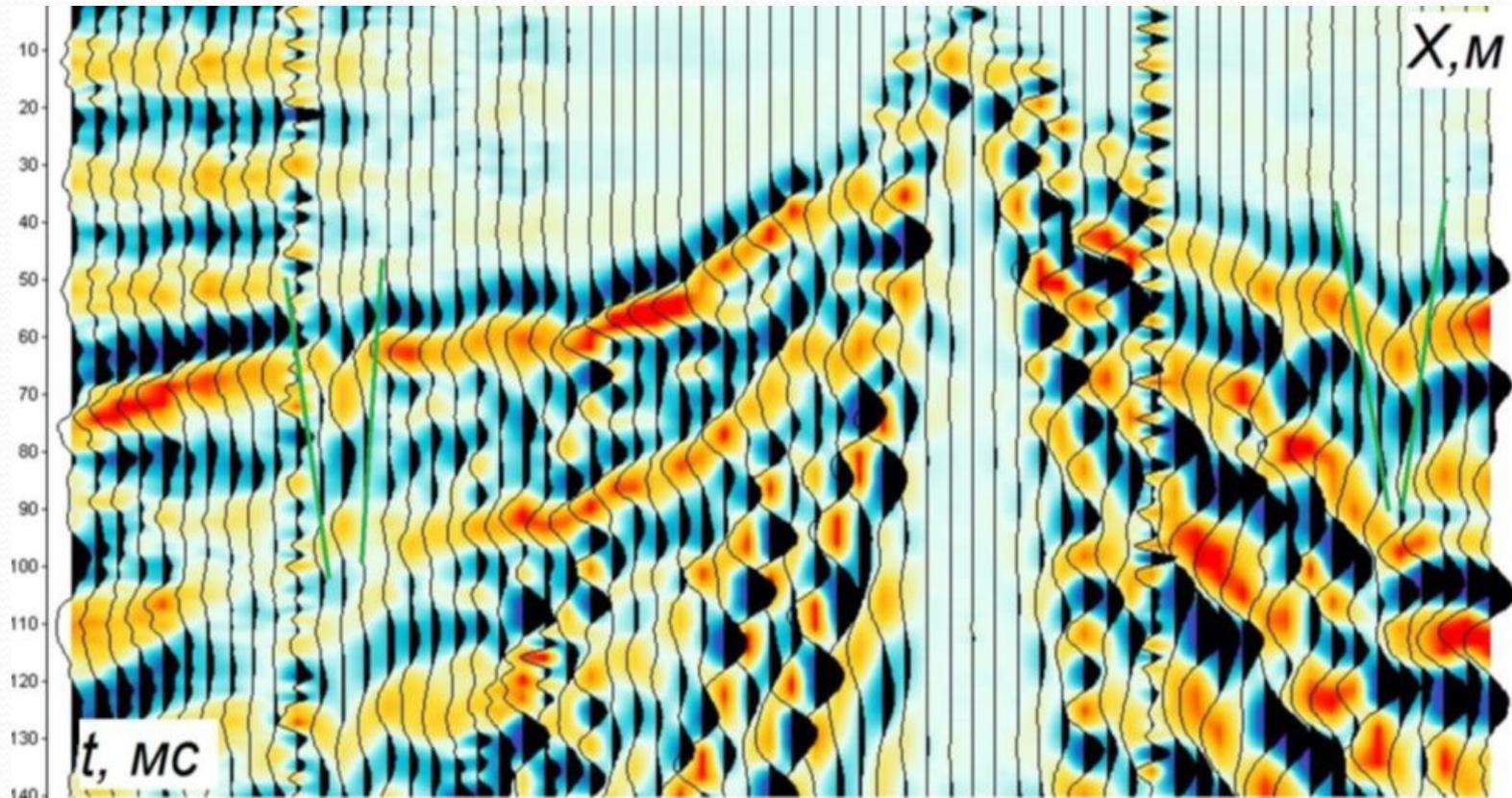
Сейсмические методы - базируются на возбуждении и приёме упругих волн, передающих механические колебательные движения частиц горных пород.

Скорость упругой волны определяется упругими модулями среды, в которой она перемещается.

Заметное изменение скорости волн происходит на **сейсмических границах**, где формируются отражённые и преломлённые волны.

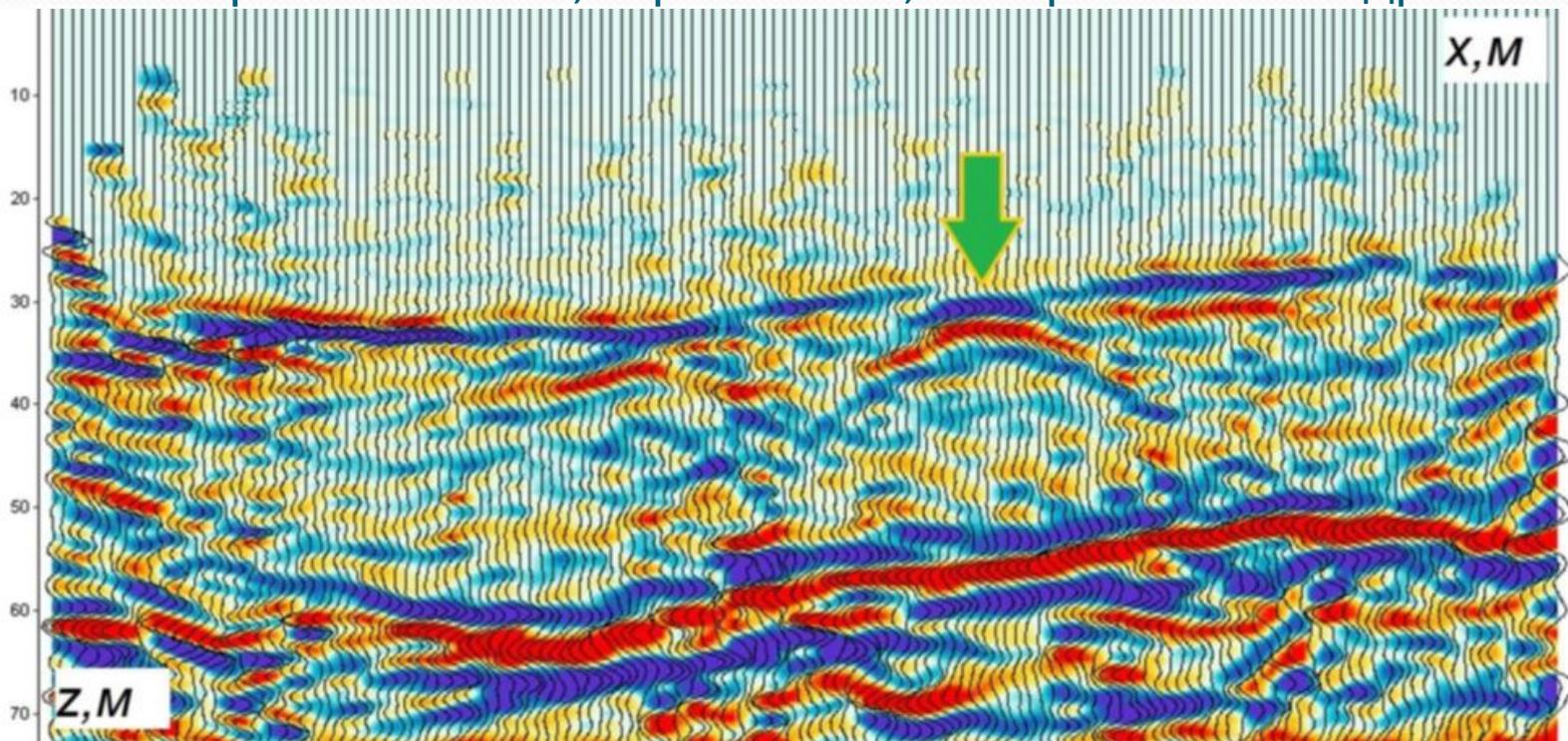
Многоканальная сейсмическая аппаратура, состоящая из измерительной станции, нескольких десятков датчиков и соединительного кабеля, фиксирует колебания сейсмических волн и записывает их в виде сейсмограмм

Геофизические методы исследования в инженерной геологии, гидрогеологии и геокриологии



Сейсмограмма инженерной сейсморазведки. Прямыми линиями показаны участки предполагаемых тектонических нарушений

Путём обработки всех сейсмограмм, зафиксированных по профилю, получают **сейсмогеологические разрезы**. В сейсморазведке применяют практически все волны, которые удаётся выделить на сейсмограммах — продольные, поперечные, обменные, прямые, преломлённые, отражённые, поверхностные и др.



Глубинный сейсмический разрез, построенный по отражённым волнам. Стрелкой показано вероятное нахождение карстовой полости

Геофизические методы имеют свои **преимущества** и **ограничения** на глубину и детальность исследования, ориентированность на выделение тех или иных границ и локальных объектов.

Самые точные и надёжные прогнозы получаются в случае **комплексного использования нескольких методов геофизики на одном объекте**. Комплексирование значительно снижает неоднозначность результатов, поэтому вероятность пропустить нужную границу или иную аномалию (или наоборот — найти ложную) существенно уменьшается.

Например, неглубокая граница, найденная при помощи продольных волн и не наблюдаемая на сейсмограммах поперечных волн, почти однозначно связана с грунтовыми водами. Скрытые карстовые полости на небольшой глубине хорошо выявляются электропрофилеирования, а более глубокие полости обнаруживаются уже сейсморазведкой.

Комплексный подход в геофизике позволяет проводить всесторонне изучение геологической среды, а на получаемых картах и разрезах практически не остаётся белых “пятен”.