Инженерно-геологические изыскания в строительстве



Важность инженерно-геологических изысканий при строительстве зданий и сооружений





СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства»

(актуализированная редакция — СП 47.13330.2012)

ГОСТ 32868-2014 (межгосударственный) «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий» Цель инженерно-геологических изысканий

получение инженерно-геологических материалов, необходимых для проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Задача изысканий – изучение:

- геологического строения,
- геоморфологии,
- гидрогеологических условий,
- природных геологических и инженерногеологических процессов,
- свойств горных пород и прогноз их изменений при строительстве и эксплуатации различных сооружений.

Виды работ инженерно-геологических изысканий:

- сбор и обработка материалов исследований прошлых лет;
- дешифрирование аэро- и космоматериалов;
- рекогносцировочное обследование территории;
- проходка горных выработок;
- геофизические исследования;
- полевые исследования грунтов;
- гидрогеологические исследования;
- стационарные наблюдения (локальный мониторинг компонентов геологической среды);
- лабораторные исследования грунтов, подземных и поверхностных вод;
- прогноз изменений инженерногеологических условий;
- камеральная обработка материалов и составление технического отчета (заключения).

Этапность работ

1. Проектирование

- 2. Сбор и обработка материалов исследований прошлых лет:
 - геологических (карты)

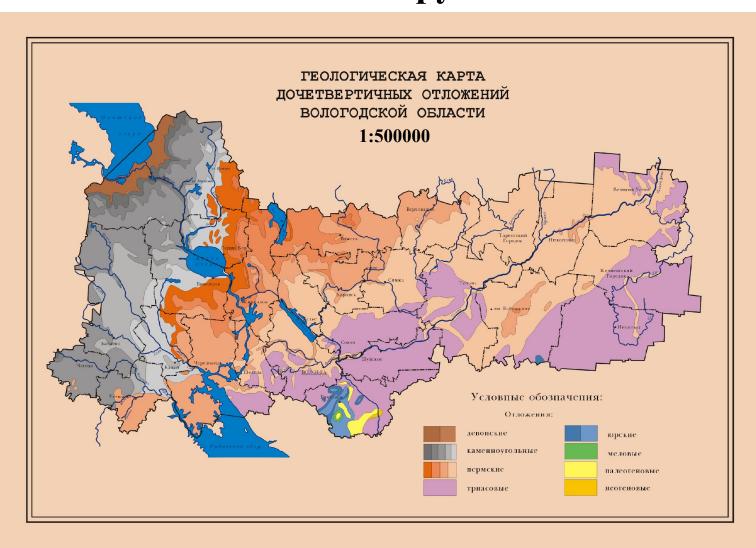
Масштабы:

1:10000000

1:200000

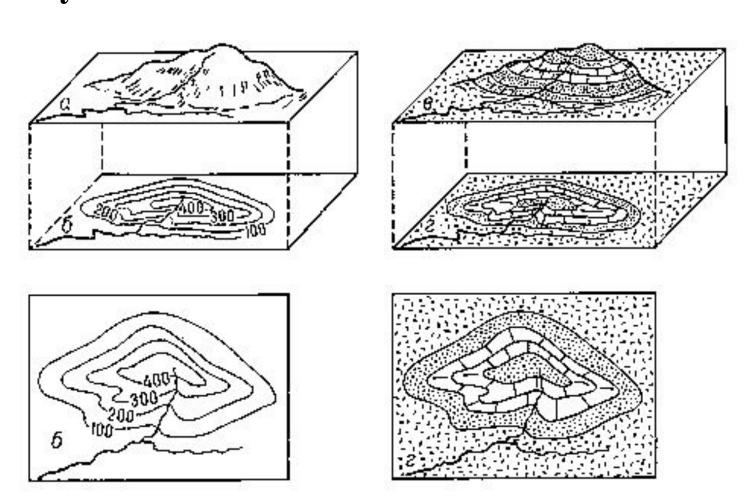
1:50000

1:10000 и крупнее



Геологические карты отображают геологическое строение какого либо участка верхней части земной коры.

Собственно геологические карты – показывают возраст, состав горных пород и условия их залегания.



Общий вид холма (а) и его изображение на топографической карте (б); общий вид холма и образующих его слоёв песчаников и известняков (в);

изображение их на геологической карте (г).

Тапарокий Р, Пермокая Р Биармиский Р. 181 Приуральский Р. 384.4 Вериній С. 副 Средний С Jeb t 239.4 341.1 Папеозойская РZ 2012 Security Life Верхний В. Process (1) 341.1 Special Cub Cus Среднии О, 3914 361.6 Historia D. 4013 4112 Верхний В, 4113 decreased in the 426.2 HIDDOWN'S, Automobil Cali Верхний О, **Republishment D.A** 60.1 Срадний О. Hustan Cl. 465.5 (вмермуская С Верхняй С. W12 Срадний С, NO. 198 Houseit C. 821.6 (942.0)

Акро- тема Зонопея		Зонолема Зратема		Оистеня	Boopeon june nert	
				India process	575-55	
Протерозойская РЯ	Bepsienpo- reposolicies PR _a	Puterings RF	Beginnenderlouis (Representate) (RF ₂		-1630	
			Cynamicspektos Kilpspreckati (Kr.)		1000000	
озойс			Represent Represent		1390-	
ротер	Керепьская КЯ (Ниживпро- терозойская РВ,)		Separation of the Separation o		-160	
			Terror and the second		-700-	
Архейская АВ	Логийская LP (Верхнезрожиская)		September Street		-2500-	
			The second second		-2800-	
			DEN DITTO		-3090-	
	Commone Si (How-exposite					
					-	

Геологические карты дочетвертичных образований

rewa	CACTE- MB	Отдел/Пос	ртдел	Ярус	Bospect (win ren)
	JI:	Tomarcon C. Security L.		-	0.01
Кайнозойская КZ		Treatments of C.	breakings in		121
	Z	Пункциновый М.	September 15. Companie In	Tennous High Turnscond Agin	2.98
	监	Chical Committee	1	Section 620 Mesonal Con	200
	-		Suprant N	Mesonal Chic	1.35 7.26
	Ξ.	was a second	0.000 400 1	Topmond Size Destroyed Size Residence Size Reports book Hills	-1180
	Нестановая N	Мициовый К.	Consum IC	Name and Voted	10.65
			House V	Reports book H.Sar	20.01
155			10.00	AWAYSHOW NAC	21.45
0	0.	Описимновий Р.	Stream F.	Xirrise F/I	26.4
8	Dt.		Horses F	Personal Po	22.6
Ξ	Талеогеновая Р		Beginni F	Opention and Pg.	27.5
15	무	Dogovoust P.	Concern FC	Esprantani P.2	48.4
63	-	SECRETARIES F.	-	Downson Fa.	77633
\simeq	0		House F.	objects F2	48.6
	=			Tantale F1	10.6
	,00	Distribution of F.	Separat II	Brown Fr.	913
	2		Heenin F	Sanare Put	81.5
				Martinorose 8,0	764
				Section Co. Ford	
		Верхни	480	Samuel California	80.5
		N EN E		Transmitted Rd Mont	H3.
	*			THE RESERVE OF THE PARTY OF THE	915
	五			Company (a Keri	22
	8			Autorita	36.6
	8				101
	Me			Attend &	
21		Historia K			701
				Segmented 6.01	100.0
				Townsend & St. In.	5.734
TK.				Retempotent for	1984
63				Department Co.	1963
-		Верхний J, Средний J,		February 251	195.5
9					165.7
				Christian of La	9617
зозойская МZ	000			The same	367
	102				103.8
07	8	1 000000000			199.8
Me	9			and the second of the last	780.0
3	3000	HOHE	J.	Constant is	100.0
					198.5
					798.A.
					200.9
	(I)	Верхний Т,		Reprison T.F.	10.00
	<u> </u>			ALCOHOL:	285
	веворем			Represent Ca	20.0
	8	Средний Т,		Tapesed Ta	536.0
	1037			The state of the s	207.1
	W-3			Assessment La	- 585
	O-E	Hiosonik T,		Descrita.	2015
				260	

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Горные породы

Туфы кислых эффузивов

Эффузивы среднего состава

Туфы эффузивов среднего

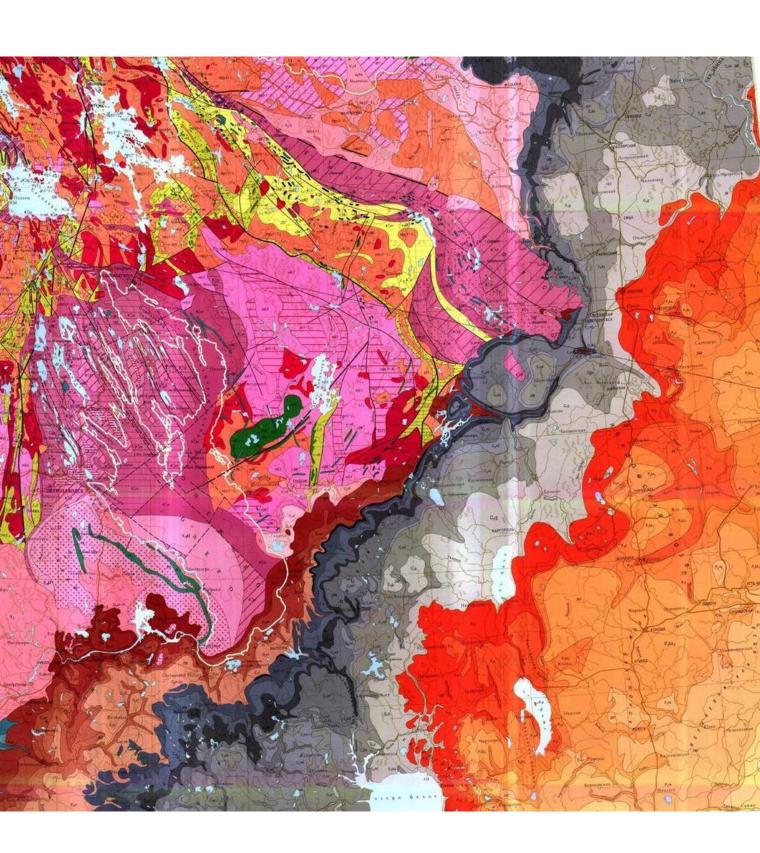
состава

	, ob., and and a		
000	Конгломераты	556	Основные эффузивы
••••	Гравелиты	E. C.	Туфы основных эффузивов
::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	Пески, песчаники	: Y.: : Y:	Туфопесчаники
	Алевролиты	<u>v.—.v</u>	Туфоалевролиты
	Глины, аргиллиты,	V A V A V A	Лавобрекчии
	Сланцеватые аргиллиты, глинистые сланцы	$\begin{bmatrix} \mathbf{T} & \mathbf{T} \\ \mathbf{T} & \mathbf{T} \end{bmatrix}$	Основные и ультраосновные интрузивные породы
	Известняки	×××	Габбро- и плагиограниты
	Песчанистые известняки	++++	Кислые и интрузивные породы
計量	Глинистые известняки	*.*	Порфиритоиды
田	Мел	T++	Порфироиды
	Мергели	-##	Гнейсы
	Доломиты	0-0	Амфиболиты
111	<i>Func</i>	424	Кристаллические сланцы
1,1,	Ангидрит		Кеарциты
000	Каменная соль		
~~~	Кремнистые отложения		Железистые кварциты
	Yeom	0 0 0 6	Оолитовые породы
	Горючие сланцы	ФФ	Фосфориты
	Шунгит		Тиллиты
过汉	Кислые эффузивы		Докембрийский фундамент

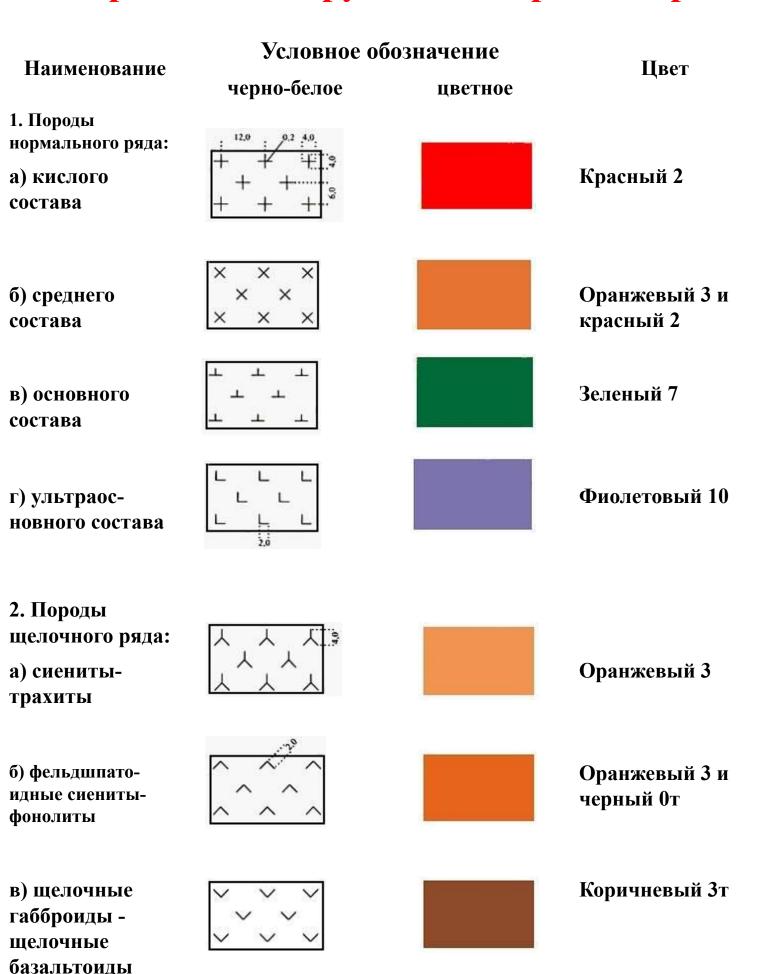
Структурное несогласие
Стратиграфическое несогласие

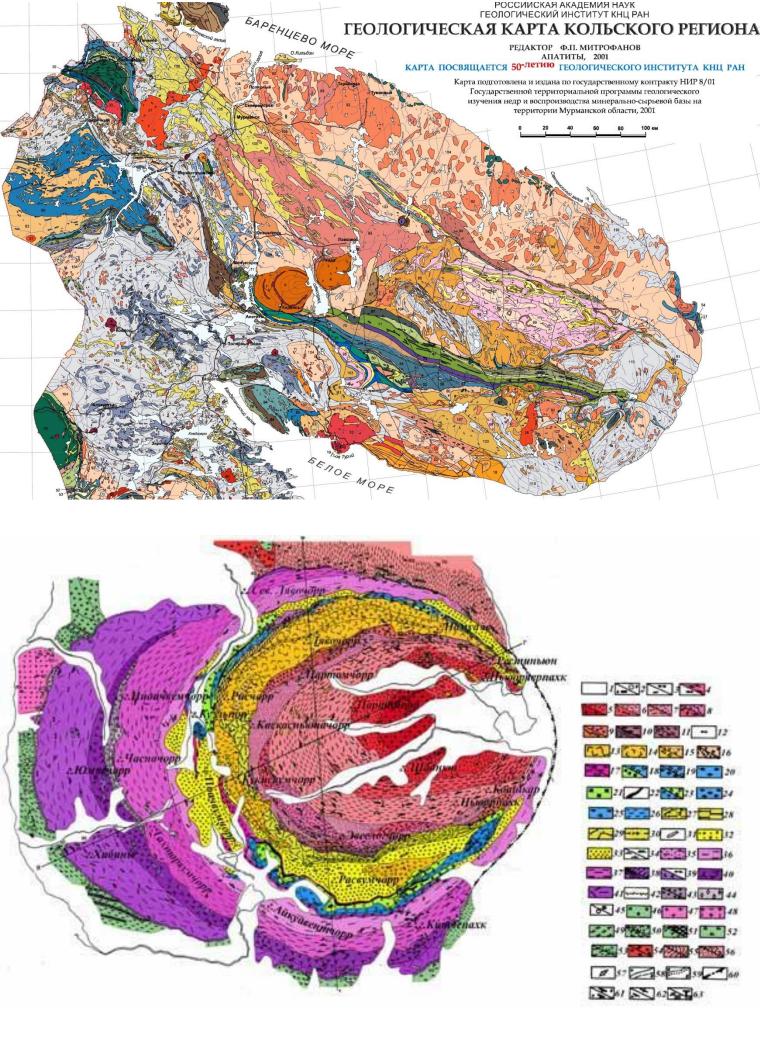
Геологические границы

# **Карта дочетвертичных образований** (с масштаба 1:1000000)

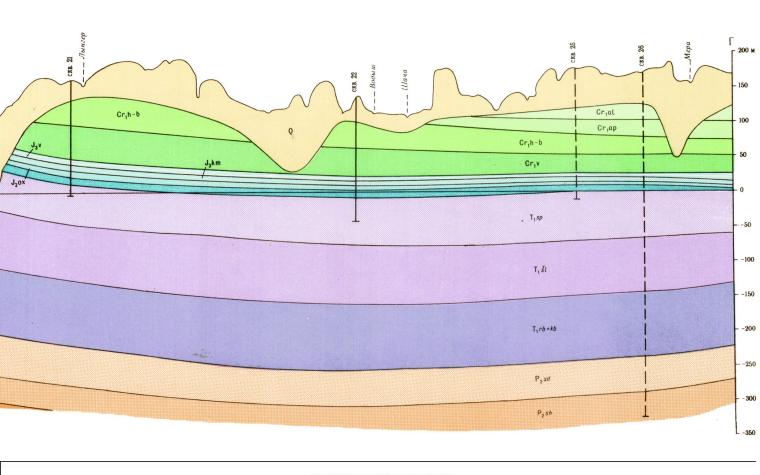


### Изображение интрузивных горных пород





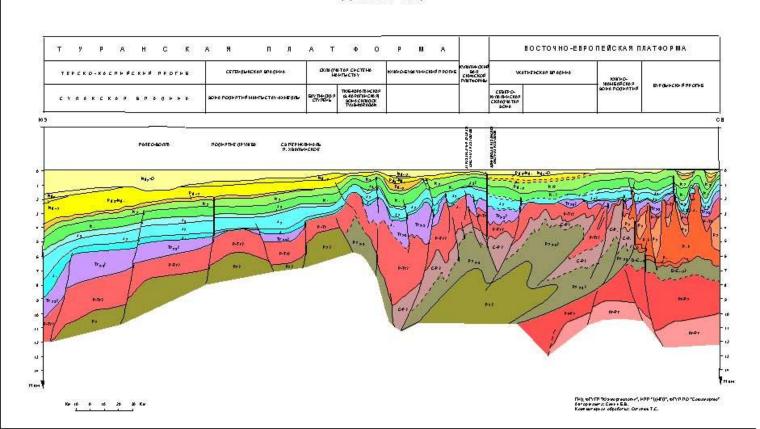
### Геологические разрезы



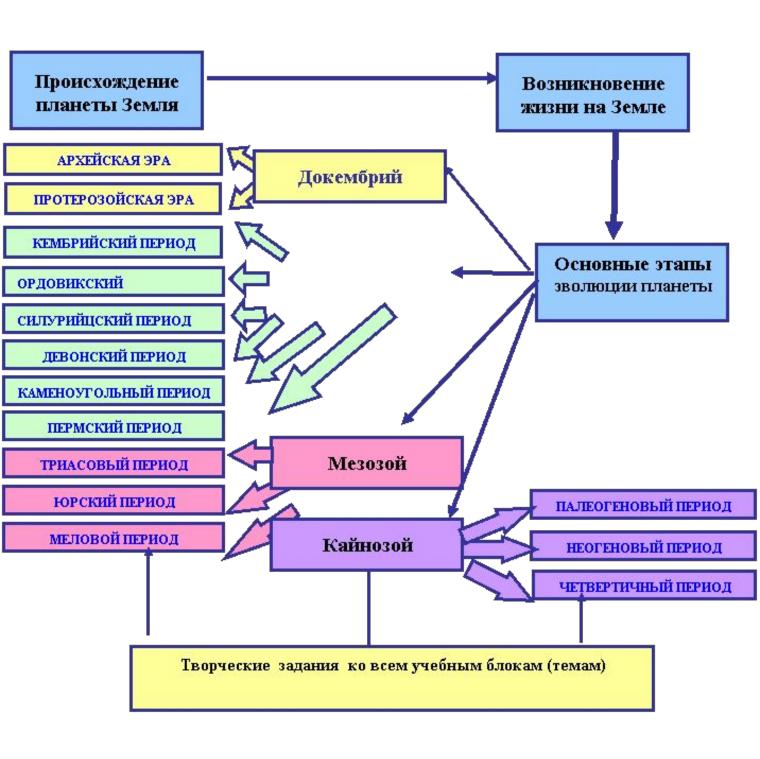
### не институт то прегодных ресурсов российской веделеции

житис пеата гическага с гравния и неогетиранаснасти юги рассии

30. РЕГИОНАЛЬНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПО ЛИНИИ VIII-VIII (АлдахэномЯ г-ое - Ровное)



# Четвертичный период (система)



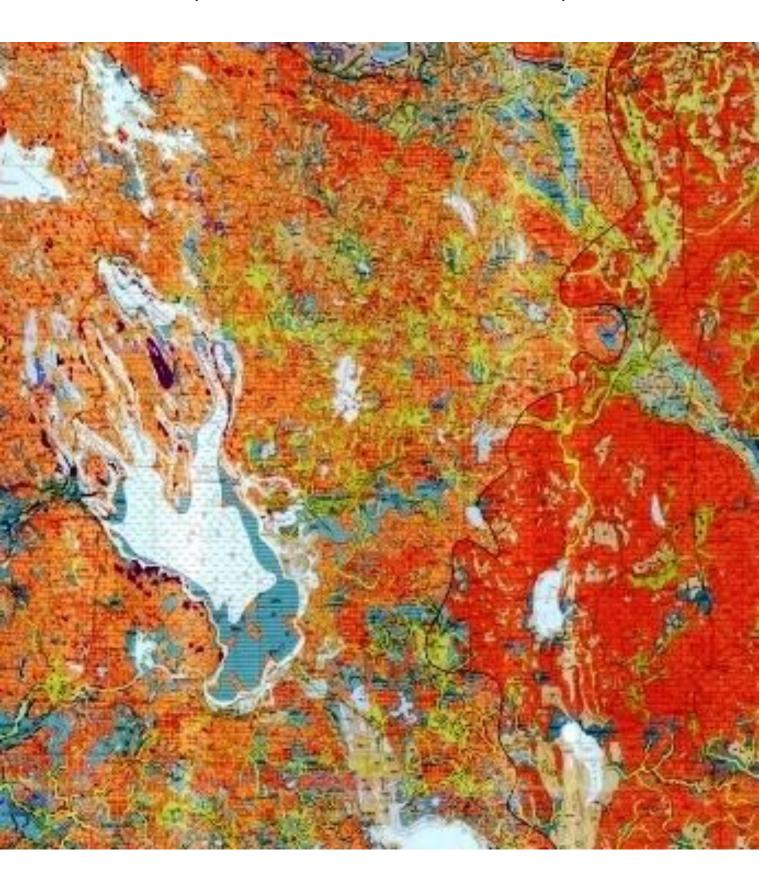
### СХЕМА СТРАТИГРАФИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ*

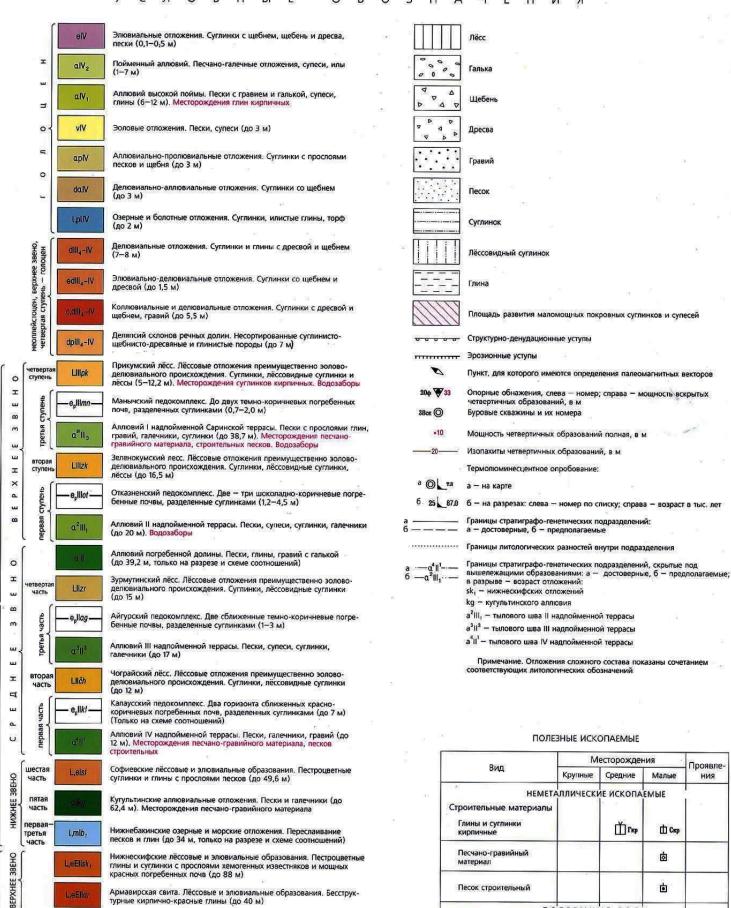
ОТДЕЛ	ЯРУС	НАДГОРИЗОНТ	ГОРИЗОНТ	ВРЕМЕННЫЕ РУБЕЖИ (тыс.лет назад)
		гол (	ОЦЕН	12.0
_	ВЕРХНИЙ	валдай- ский	осташковский средне-валдайский (молого-шекснинский) калининский	12.0 25.0 56.0 110.0
ш		микулинский		
плейстоцен	СРЕДНИЙ	средне- русский	московский сатинский (одинцовский) днепровский чекалинский калужский	
НЕОПЛ	НИЖНИЙ		окский	425.0
		мучкапский		
		смена х	донской солодных и теплых эпох	570.0
ЭОПЛЕЙСТОЦЕН				820.0 ———1 <b>800</b>

ледниковые эпохи

^{*} По С. Д. Николаеву, Н. Г. Судаковой, В. В. Писаревой, 2004; Н. Г. Судаковой, 2008 (адаптировано авторами).

### Карта четвертичных отложений (с масштаба 1:1000000)





I

J

0

0

T

**ЗОПЛЕЙСТОЦЕ** 

звено

красных погребенных почв (до 88 м)

турные кирпично-красные глины (до 40 м)

(более 96 м, только на схеме соотношений)

Дочетвертичные отложения

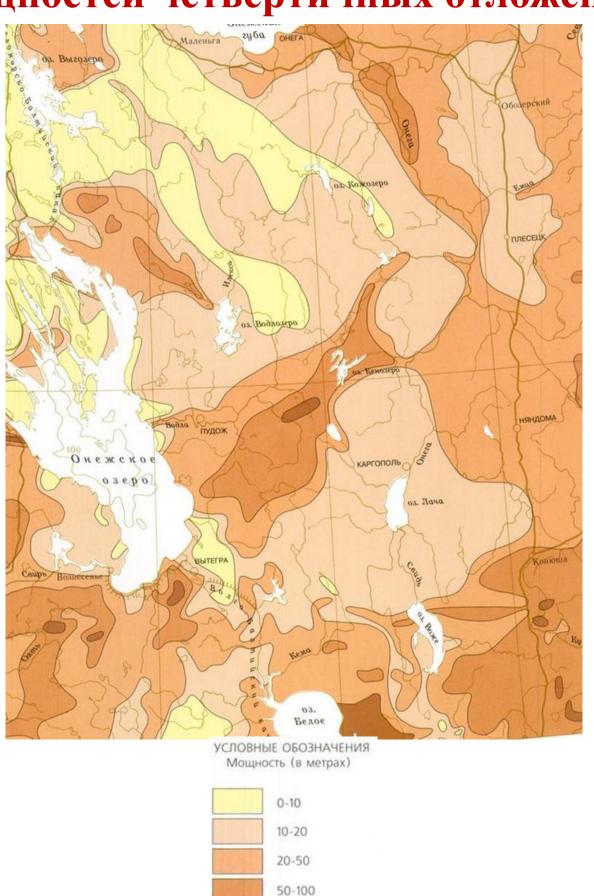
Армавирская свита. Лёссовые и элювиальные образования. Бесструк-

пшеронские морские отложения. Переслаивание песков и глин

O Sec.	М	Проявле-			
Вид	Крупные	ые Средние Мал		ния	
HEMETA	і ЛЛИЧЕСКІ	ИЕ ИСКОПА	ЕМЫЕ	1	
Строительные материалы		7		fil w	
Глины и суглинки кирпичные		ШГкр	Ш Скр		
Песчано-гравийный материал			卤		
Песок строительный			ė		
по	ДЗЕМНІ	ые воды	si.		
Питьевые пресные Действующие водозаборы с неподсчитанными запасами				[:]	

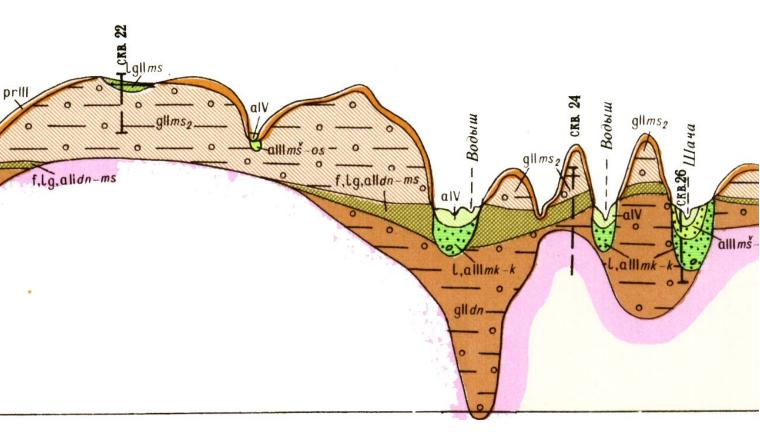
### Карта

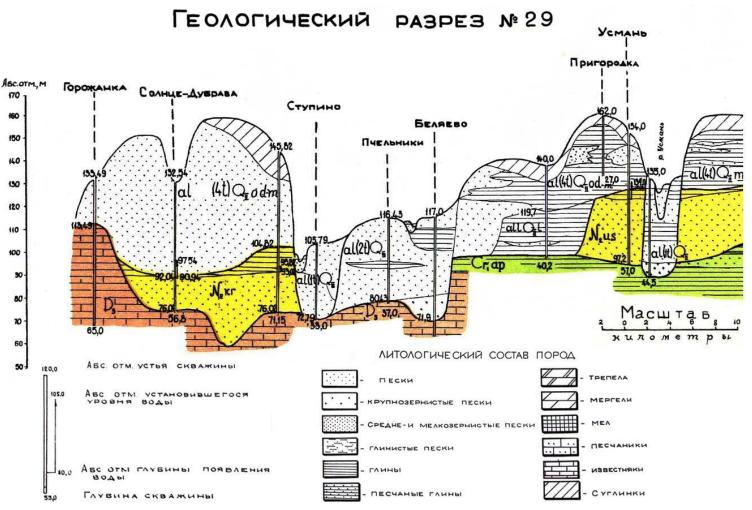
### мощностей четвертичных отложений



Более 100

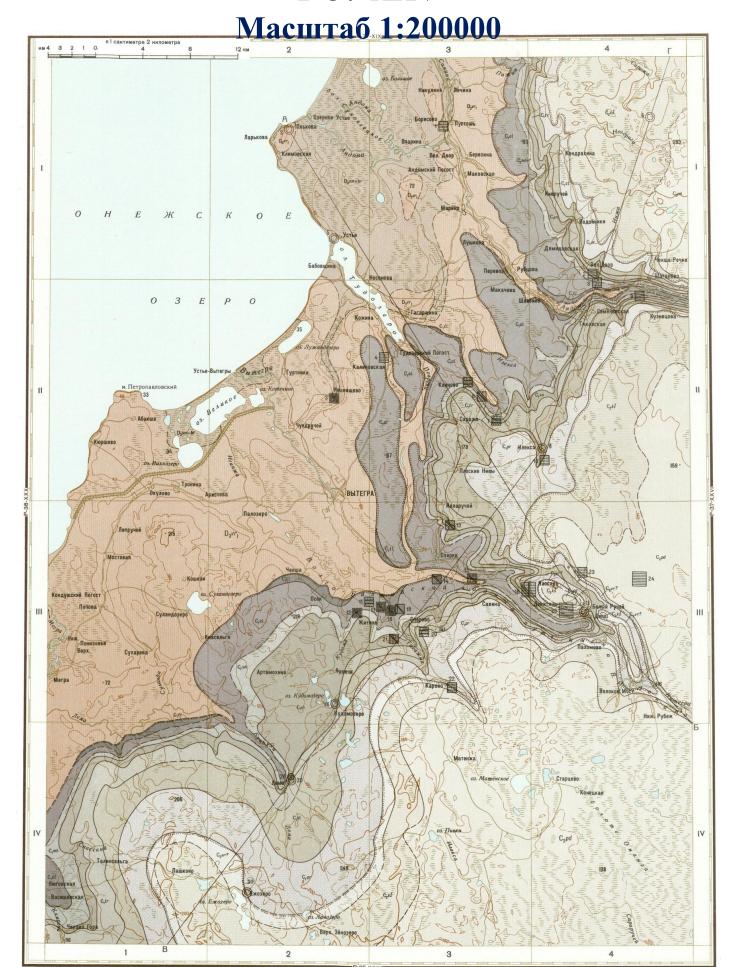
### Разрезы четвертичных отложений

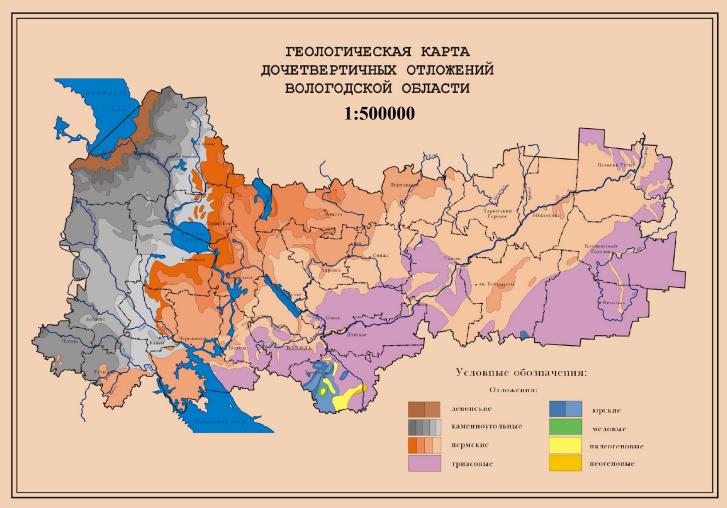


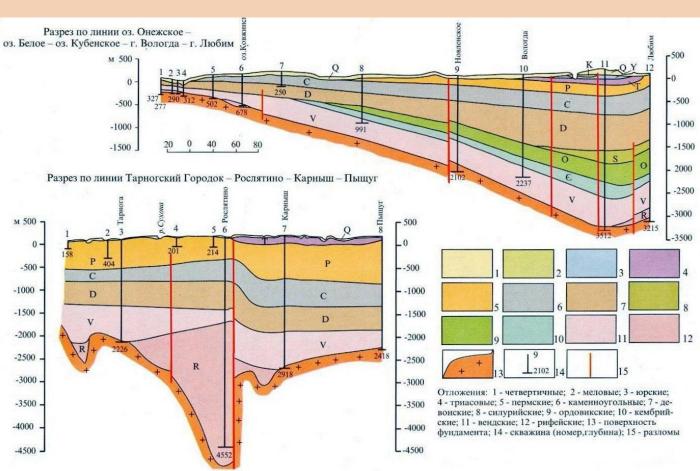


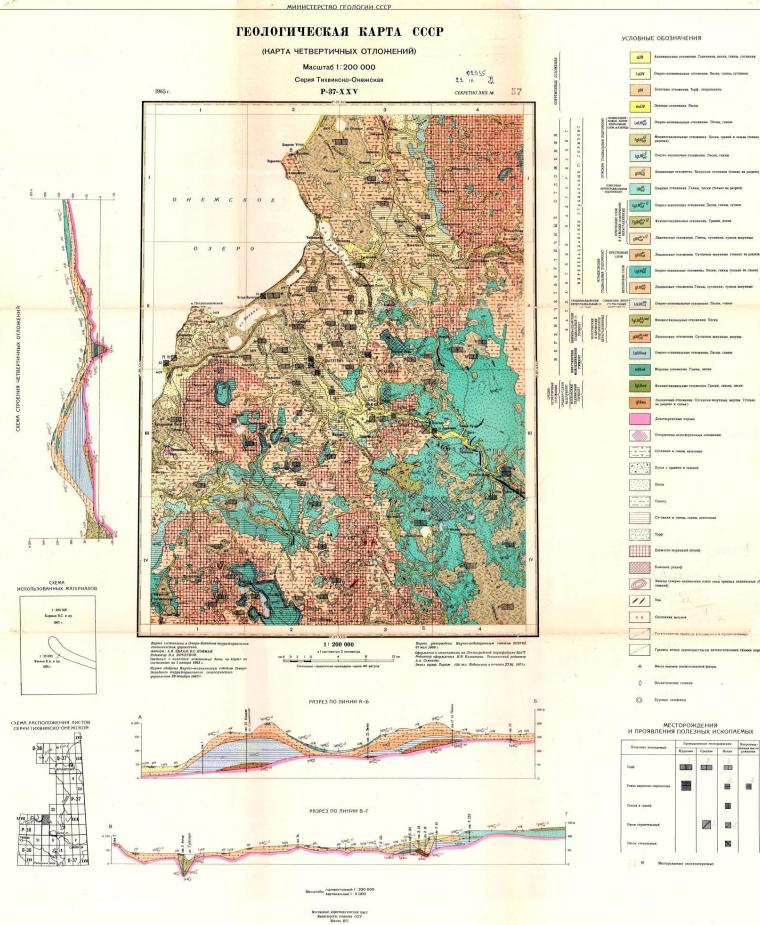
### Карта дочетвертичных отложений

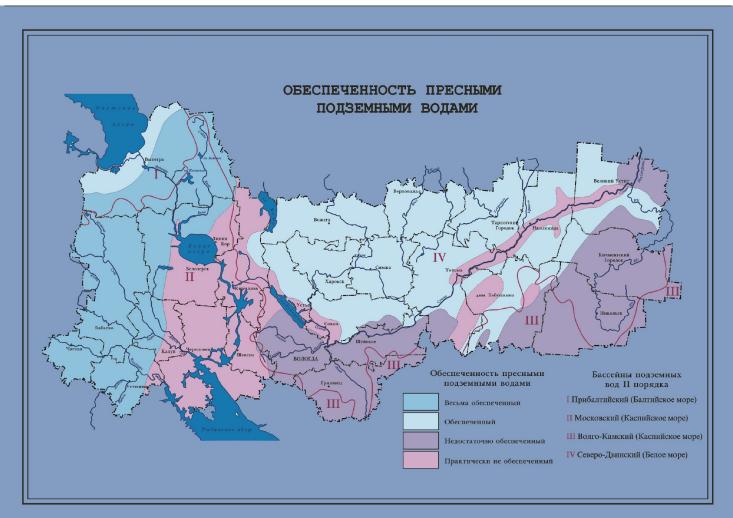
**P-37-XXV** 







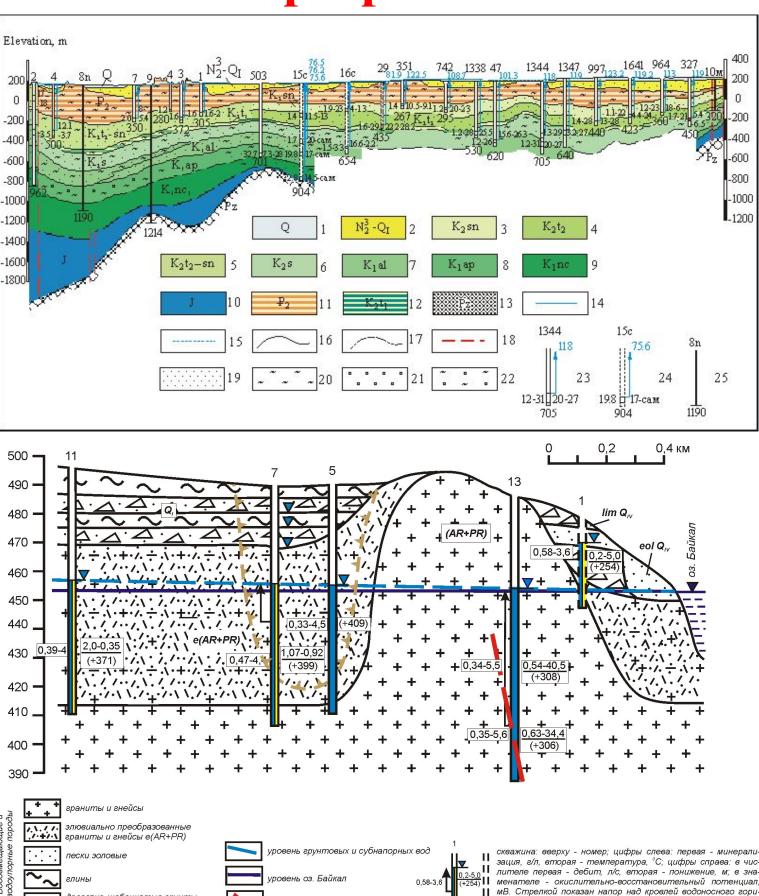






### гидрогеологическая карта ссср Масштаб 1:200 000 условные обозначения Серия Тихвинско-Онежская 1 РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ И КОМПЛЕКСОВ 29 14 03179 P-37-XXV СЕКРЕТНО ЭКЗ. № 1964г. Водоносный горизонт современных болотных отложений. Торф aLQIV LaLQIV LgLOMrd fglQIIIrd gLQIIIvd Cpr-C2pd Cirn 3 E P 0 П. КОНТУРЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОДОУПОРНЫХ ИЛИ ВОДОПРОНИЦАЕМЫХ, НО БЕЗВОДНЫХ ПОРОД: С₁tt водоупорных тульских глин Примечание Контуры у-тиримня диниямя ш водопункты 0.15 0.6 61- С_эи - С_эри 10,0 **○** 0,36 Родинк кар IV. ХИМИЧЕСКИИ И ГАЗОВЫИ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД составлена в Северо-Западном - территор неском управлении А.Г. БУШТУЕВ. - Редактор - Е.А. БАСКОВ 1:200 000 одобрена Научно-техническим советом Западного территориального геологическо ним 5 апреля 1965 г. с неизвестным химическим составом гидрогеологические разрезы по линии а-б V. прочие знаки 20- — То же по предположению

# Геолого-гидрогеологические разрезы



зона тектонического нарушения

зонта, треугольником - статический уровень грунтовых вод

Скважина в пунктирном изображении - снесенная на разрез

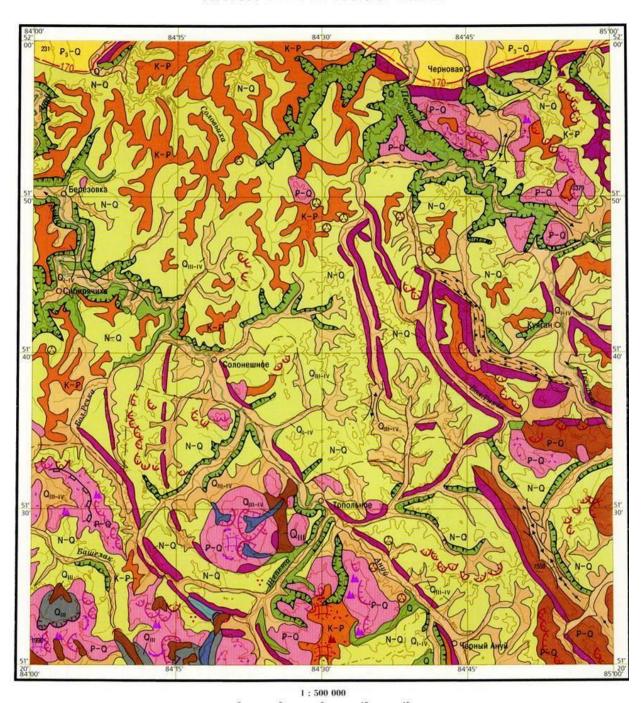
дресвяно-щебенистые грунты

с песчано-гравийным заполнителем

### Карты геоморфологические –

отражают пространственные закономерности развития рельефа и его развитие во времени, связь между рельефом и геологическим строением

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### РЕЛЬЕФ Аккумулятивный Q_{III-IV} Пролювиально-делювиальные шлейфы ) ПОЗДНЕНЕО-ПЛЕЙСТОЦЕН-ГОЛОЦЕНОВЫЙ Q_{III-IV} Делювиально-солифлюкционные шлейфы Каменные глетчеры, каменные потоки Q_{III-IV} поздненео. плейстоценовый QIII Озёрно-ледниковая поверхность Поверхности ледниковых образований QIII Q_{I-IV} Пойма и надпойменные террасы неоплейстоценовые Полигенетическая равнина олигоцен-четвертич-P3-Q ного возраста Структурный Крутые прямолинейные и дугообразные склоны N-Q неоген-четвертичного возраста (сбросы, взбросы, надвиги новейшие и унаследованные) Новейшие прогибы, выполненные олигоцен-четвертичными отложениями (170 — изобаза предполагаемого опускания, м) ********** Структурно-денудационный Склоны отпрепарированных интрузивных тел и P-Q NAJIEOFEH. их приконтактовых зон Склоны отпрепарированных древних вулкани-P-0 ческих покровов Денудационный Экзарационные склоны каров, трогов поздне-QIII неоплейстоценового возраста

Эрозионные склоны речных долин четвертично-

Денудационно-эрозионные склоны неоген-чет-

Поверхности денудационного выравнивания мел-палеогенового возраста, срезающие древ-

Q

N-Q

го возраста

вертичного возраста

нее складчатое основание

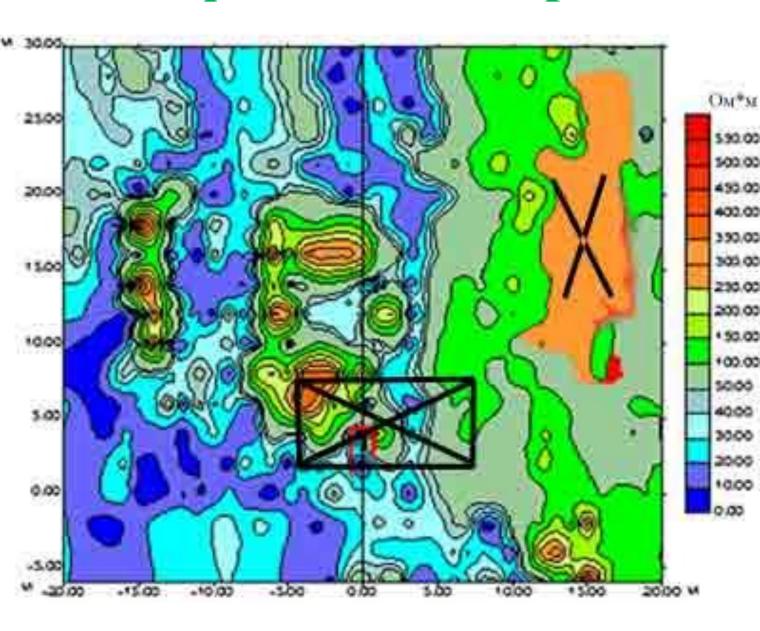
### ФОРМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЬЕФА

Конечные морены
 Кары ледниковые и ледниково-нивальные
 Скопления эрратических валунов
 Останцы морозного выветривания
 Уступы нагорных террас
 Каменные моря (площадные курумы)
 Трещинно-полигональный рельеф
 Карстовые воронки
 Фрагменты днищ дочетвертичных долин
 Сквозные долины
 Погребенные речные долины
 Структурно-денудационный уступ
 Эрозионные уступы

### ЭЛЕМЕНТЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

Предполагаемая граница распространения горно-долинного оледенения и ледово-фирновых полей

### Геофизические карты



**Карта электрического сопротивления пород** 

### Инженерно-геологические карты –

вид геологических карт с важнейшими геол. факторами, учитываемыми при планировании, проектировании, строительстве, эксплуатации сооружений, проведении других инженерных мероприятий и при прогнозе изменения геол. среды под влиянием инженерно-хозяйственной деятельности.

 устойчивые относительно устойчивые - относительно неустойчивые - неустойчивые

### Аэрокосмические материалы

(при изучении значительных по площади участков)



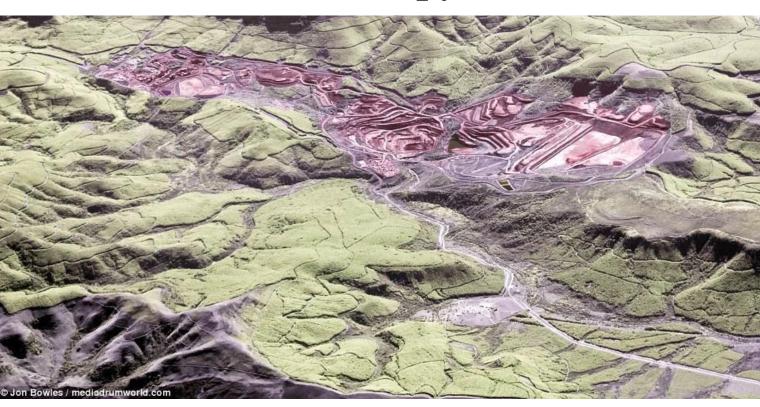
### Также материалы о:

- физико-механических свойствах грунтов,
- современных геологических и инженерногеологических процессах;
- техногенных воздействиях и последствиях хозяйственного освоения территории и др.

# 3. Дешифрирование аэро-и космоматериалов

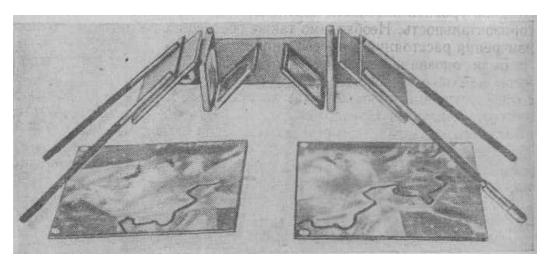
### Виды аэро- и космических съемок:

- фотографическая,
- телевизионная,
- сканерная,
- тепловая (инфракрасная),
- радиолокационная,
- многозональная и другие.



Снимок инфракрасной аэросъёмки

### Дешифрирование снимков



Линзово-зеркальный стереоскоп

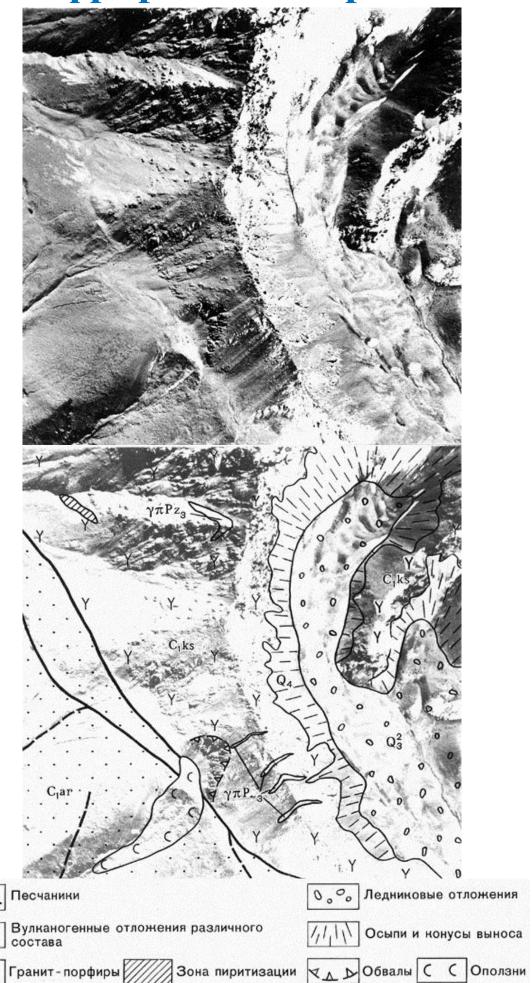


### **Стереоскопический монитор**

Стереометр – для измерений изображений и объектов



### Дешифрирование аэроснимков



γπ

# 4. Рекогносцировочное и маршрутное обследование территории

- осмотр места изыскательских работ;
- визуальная оценка рельефа;
- описание имеющихся обнажений, в том числе карьеров и др.;
- описание водопроявлений;
- описание внешних проявлений геодинамических процессов;
- опрос местного населения о проявлении опасных геологических и инженерно-геологических процессов



# **5.** Проходка горных выработок (шахт, шурфов, скважин и т.п.) в целях:

- установления геологического разреза,
- условий залегания грунтов и подземных вод (ПВ);
- отбора образцов грунтов и проб ПВ;
- проведения полевых исследований свойств грунтов,
- определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов;
- производства геофизических исследований;
- выполнения стационарных наблюдений (локального мониторинга компонентов геологической среды);
- выявления и оконтуривания зон проявления опасных геологических и инженерно-геологических процессов

# Проходка шахт и штолен – для проектирования:

- особо ответственных и уникальных зданий и сооружений,

- объектов народного хозяйства, размещаемых в подземных горных







### Бурение скважин

(отклонение не более 0,25-0,50 м):

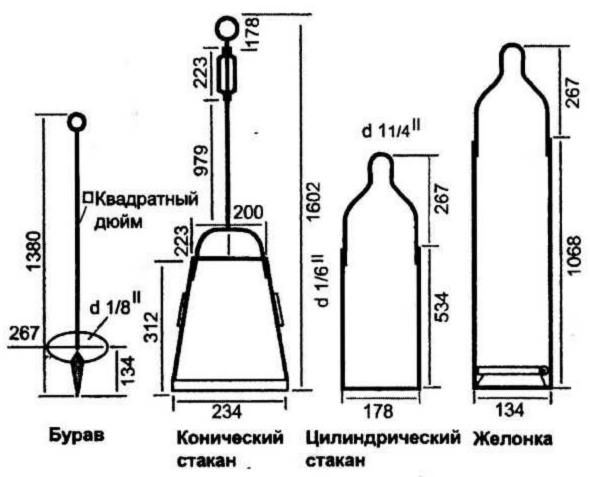
- вручную – при сложных условиях



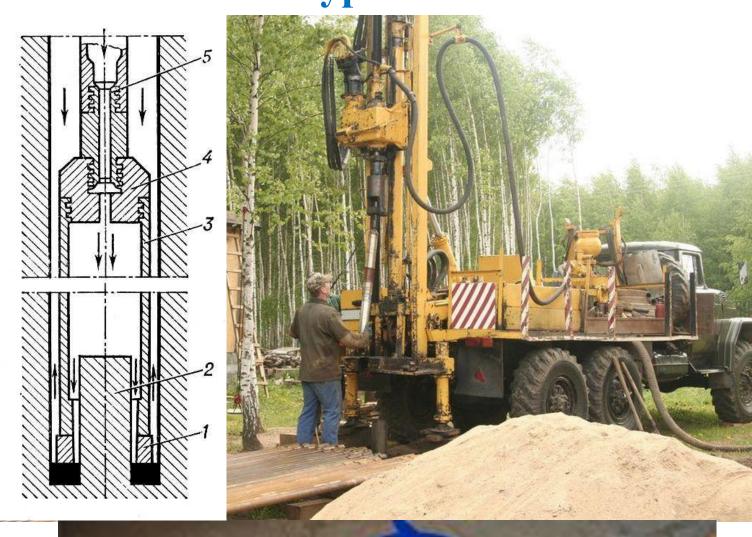
### - механизированным способом:

### а) ударно-канатное бурение





# б) колонковое (вращательное с водой) бурение







в) шнековое бурение — при невысокой точности (0,5-0,75 м)



### Отбор керна



### Документация и опробование

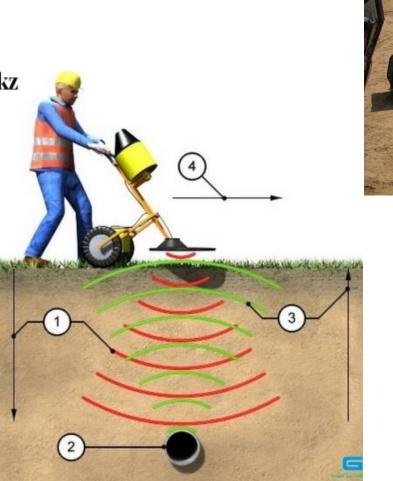


### 6. Геофизические исследования - цели:

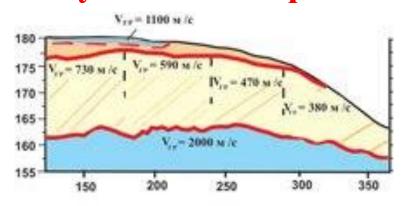
- **определение состава и мощности рыхлых** четвертичных (и более древних) отложений;
- выявление строения массива горных пород, тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости и обводненности;
- определение глубины залегания подземных вод, водоупоров и направления движения потоков подземных вод;
- определение состава, состояния и свойств грунтов в массиве и их изменений;
- выявление и изучение геологических и инженерно-геологических процессов и их изменений;
- проведение мониторинга опасных геологических и инженерно-геологических процессов;
- **сейсмическое микрорайонирование** территории.

### Методы: сейсморазведки, электроразведки и георадиолокации Наземные исследования

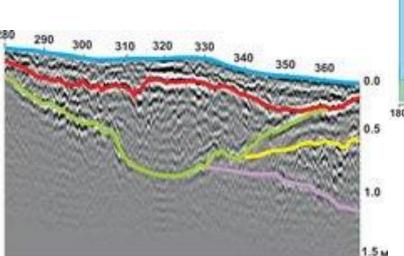


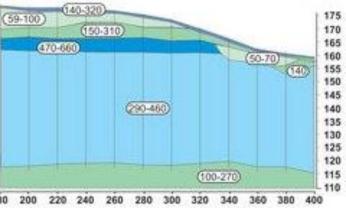


#### Результаты геофизических исследований



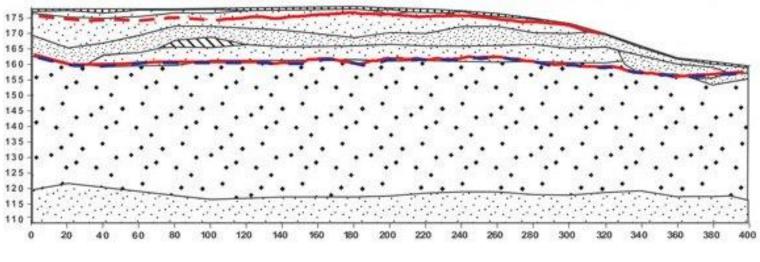
Сейсмический разрез по результатам интерпретации данных МПВ Геоэлектрическая модель среды по данным электроразведки



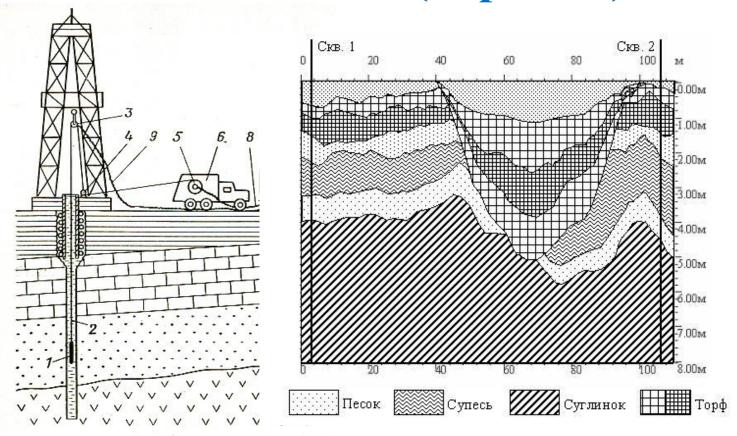


Детальное строение верхней части разреза по данным георадиолокационных наблюдений

Итоговый геологический разрез участка под строительство (Холмогоры, Тверская обл.)



### Скважинные (каротаж)





### 7. Полевые исследования грунтов с целью:

- расчленения геологического разреза,
- оконтуривания линз и прослоев слабых и других грунтов;
- определения физических, деформационных и прочностных свойств грунтов в условиях естественного залегания;
- оценки **пространственной изменчивости** свойств грунтов;
- оценки возможности погружения свай в грунты и несущей способности свай;
- проведения стационарных наблюдений за изменением во времени физикомеханических свойств намывных и насыпных грунтов;
- определения **динамической устойчивости водонасыщенных** грунтов.

### Определение свойств грунтов



#### Статическое зондирование



Испытания грунтов винтовым штампом

## 8. Гидрогеологические исследования - если:

- в сфере объекта распространены ПВ,
- возможно загрязнение или истощение водоносных горизонтов,
- прогнозируется подтопление объекта,
- подземные воды влияют на свойства грунтов,
- на интенсивность развития процессов (карст, суффозия, оползни, пучение и др.).

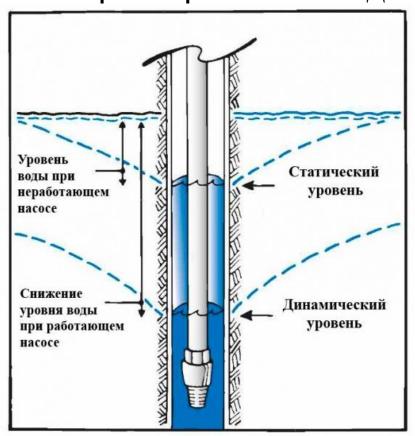


#### Опытно-фильтрационные

работы

(откачки) – для получения фильтрационных свойств параметров горизонтов

гидрогеологических грунтов, характеристик водоносных И





## **Необходимы для расчёта:** водопритока в строительные котлованы

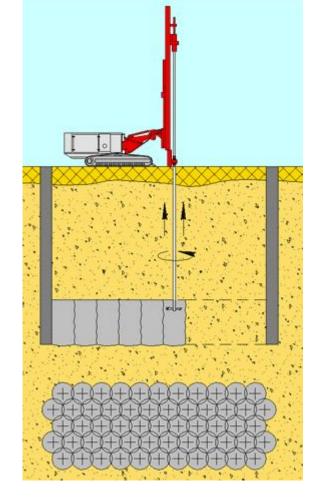




дренажей (торф)

водопонизительных систем (иглофильтры)





### противофильтрационных завес (струйная цементация)



фильтрационных утечек из водохранилищ и накопителей

### 9. Лабораторные исследования грунтов:

- определение состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов и т. д.,
- определение их нормативных и расчетных характеристик,
- выявление **степени однородности** (**выдержанности**) грунтов по площади и глубине,
- выделение инженерно-геологических элементов,
- **прогноз изменения состояния и свойств грунтов** в процессе строительства и эксплуатации объектов.





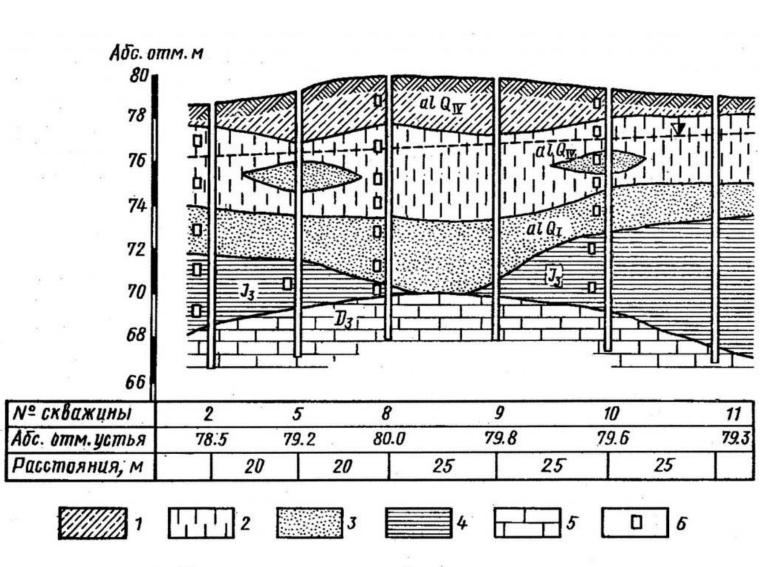
## Лабораторные исследования подземных и поверхностных вод:

- определение их агрессивности к бетону и стальным конструкциям,
- коррозионной активности к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабелей,
- оценка влияния подземных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов (карст, суффозия и др.),
- выявление **ореола загрязнения подземных вод и источников загрязнения**.



## 10. Камеральная обработка материалов:

- **текущая** в процессе производства полевых работ,
- **окончательная** после их завершения и выполнения лабораторных исследований,
- составление технического отчета или заключения (текст, графические приложения)

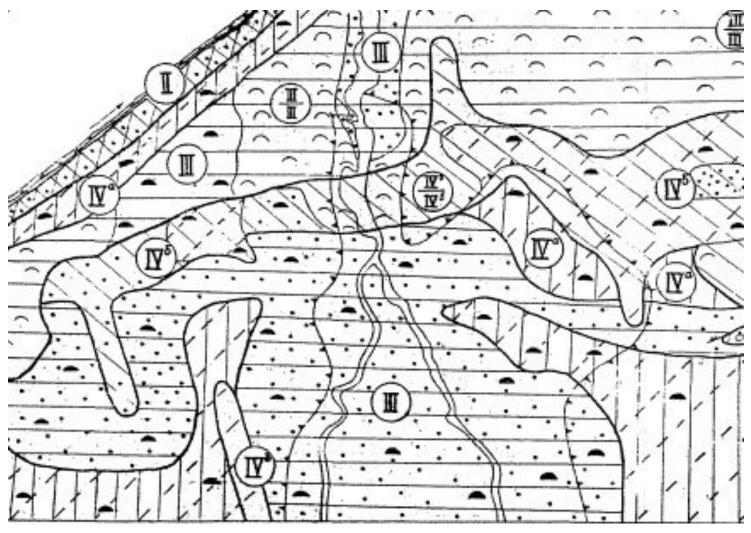


Инженерно-геологический разрез по оси сооружения:

¹ — верхнечетвертичный легкий суглинок; 2 — верхнечетвертичная супесь; 3 — нижнечетвертичный песок; 4 — юрские глины; 5 — девонские известняки; 6 — место отбора проб грунта;

### Инженерно-геологическая карта

Масштаб 1:2000



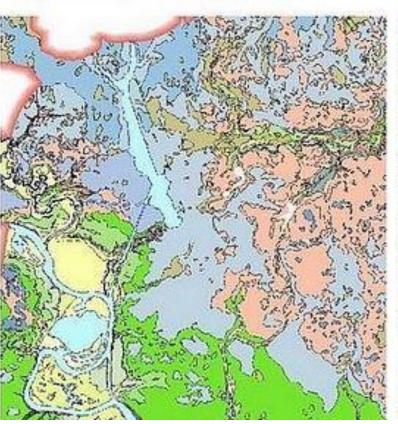
#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	УСЛОВНЫЕ ОВОЗНАЧЕНИЯ		
	I надпойменная терраса	Участки с грунтами по просадочности	
m m	II надпойменная терраса		
prese	Конус выноса		II категории
	Супесь		III категории
<u>:::::</u>	Песок мелкий		IV ^a категории
	Песок гравелистый	7777	${\sf IV}^{\sf f}$ категории
0.000	Гравийно-галечниковый	7777	со льдом
0	грунт с валунами		

## Сравнение геологической и инженерно-геологической карт

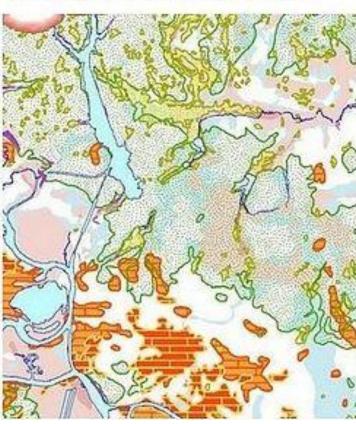
Карта четвертичных отложений.

Инженерно-геологическая карта.



IV. Слабые грунты

Сильно сжимаемые торфосодержащие грунты



V. Плывунно-неустойчивые грунты

Водонасыщенные

меловые пески

Водонасыщенные

межморенные

пески



#### Карта инженерно-геологических условий проектируемой автомобильной дороги

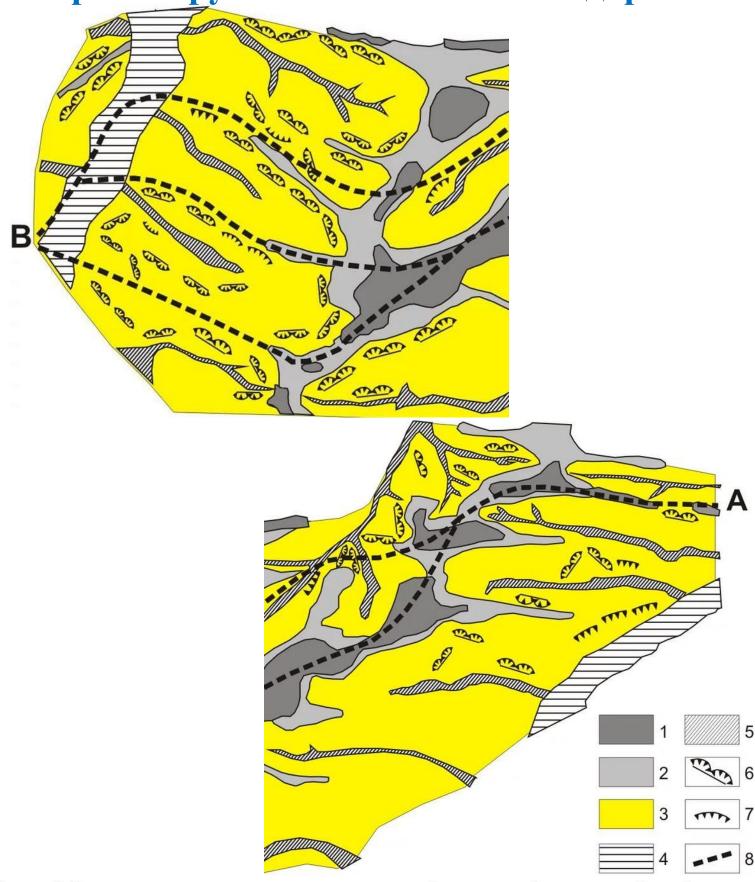


Рисунок 3. Схематическая карта инженерно-геологических условий проектируемой трассы автомобильной дороги 1- субгоризонтальные устойчивые денудационные водораздельные пространства с уклонами поверхности < 4 град.; 2- денудационные малоустойчивые поверхности водораздельных склонов с уклонами >10 град.; 3 - относительно устойчивые денудационно - аккумулятивные склоны долин и балок с уклонами 4-10 град., 4 - устойчивые аккумулятивные днища долин и поймы рек; 5 - овраги; 6 - оползни стабилизировавшиеся; 7 - оползни активные; 8 - варианты трассы дороги

