

Геологические карты и разрезы

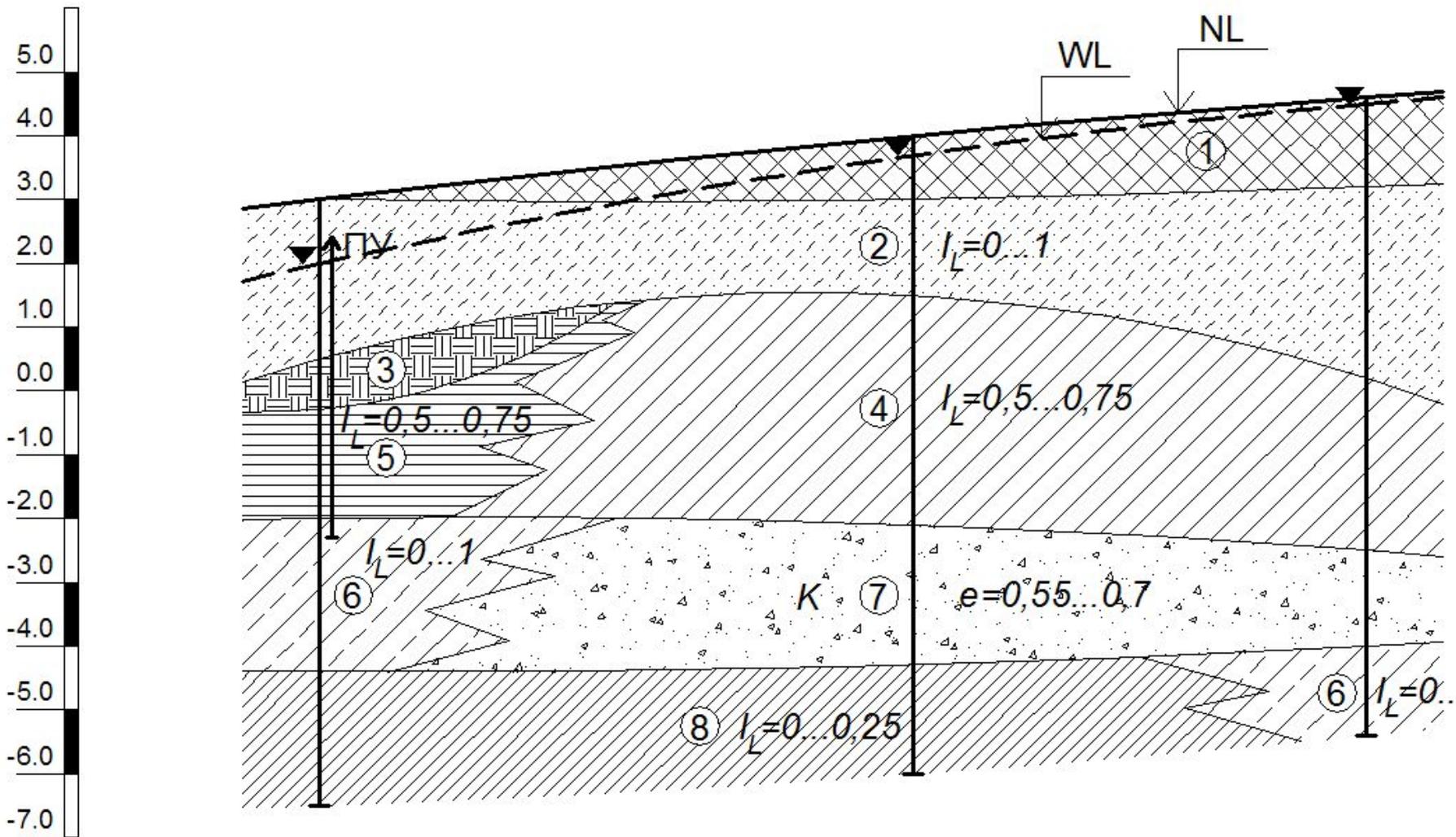
- - *инженерно-геологические карты*, отражающие геологические условия возведения сооружений;
- - геологические разрезы
- - геолого-литологическая колонка буровой скважины
- - *гидрогеологические карты*, дающие представление о характере залегания подземных вод

- Основой для выделения инженерно-геологических элементов служит геолого-литологический разрез.
- За инженерно-геологический элемент (ИГЭ) принимают некоторый объем грунта одного и того же номенклатурного вида однородного по свойствам и состоянию.
- . При выделении ИГЭ возможны два варианта: 1) каждый из выделенных на разрезе слоев представляет собой инженерно-геологический элемент (т.е. *число слоев и ИГЭ совпадают*); 2) в пределах одного слоя могут быть выделены два (или более) инженерно-геологических элемента (т.е. *число слоев и ИГЭ не совпадают*); 3) слои разные по генезису, но одинаковые по составу и близкие по свойствам могут быть объединены в один ИГЭ. ТОГДА НУМЕРАЦИЯ ИГЭ МОЖЕТ БЫТЬ НЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНА (СМ Разрез)!!!

- Для анализа пространственной изменчивости свойств грунтов используют **физические** показатели, тесно связанные с механическими показателями грунта: для несвязных грунтов – гранулометрический состав, плотность частиц грунта, коэффициент пористости, степень водонасыщения; для связных грунтов – число пластичности, коэффициент пористости, влажность (консистенция); для скальных грунтов – предел прочности, степень трещиноватости, степень выветрелости, влажность (для цементированных и размягчаемых грунтов). При этом для статистической обработки результатов и установления **механических** показателей необходимо иметь не менее шести **численных** определений для каждого выделяемого ИГЭ, а **физических** – не менее 10. При построении инженерно-геологических разрезов всю вскрытую грунтовую толщу разделяют на инженерно-геологические элементы (ИГЭ), представляющие собой генетически однородные геологические тела (слои, прослои, линзы и др.), для которых определённые показатели физико-механических свойств грунтов принимаются усреднёнными в плане и по глубине.

- Выделение инженерно-геологических элементов происходит поэтапно. На первом этапе при проходке скважин визуально, по внешним признакам (гранулометрический и минеральный состав, цвет, текстурные особенности, консистенция, уровень подземных вод) проводится предварительное разделение изучаемой толщи на ИГЭ. После проведения испытаний грунтов полевыми методами (статическое, динамическое, электродинамическое зондирование, вертикальное электрозондирование, сейсмические методы и др.) уточняются границы выделенных ИГЭ. После выполнения лабораторных исследований грунтов, отобранных при проходке скважин, статистической обработке результатов, проводится окончательное выделение ИГЭ.

М 1:100



ы..... 60..... 61..... 62
тъя..... 3.0..... 4.0..... 4.6
между скважинами..... 92..... 70.....



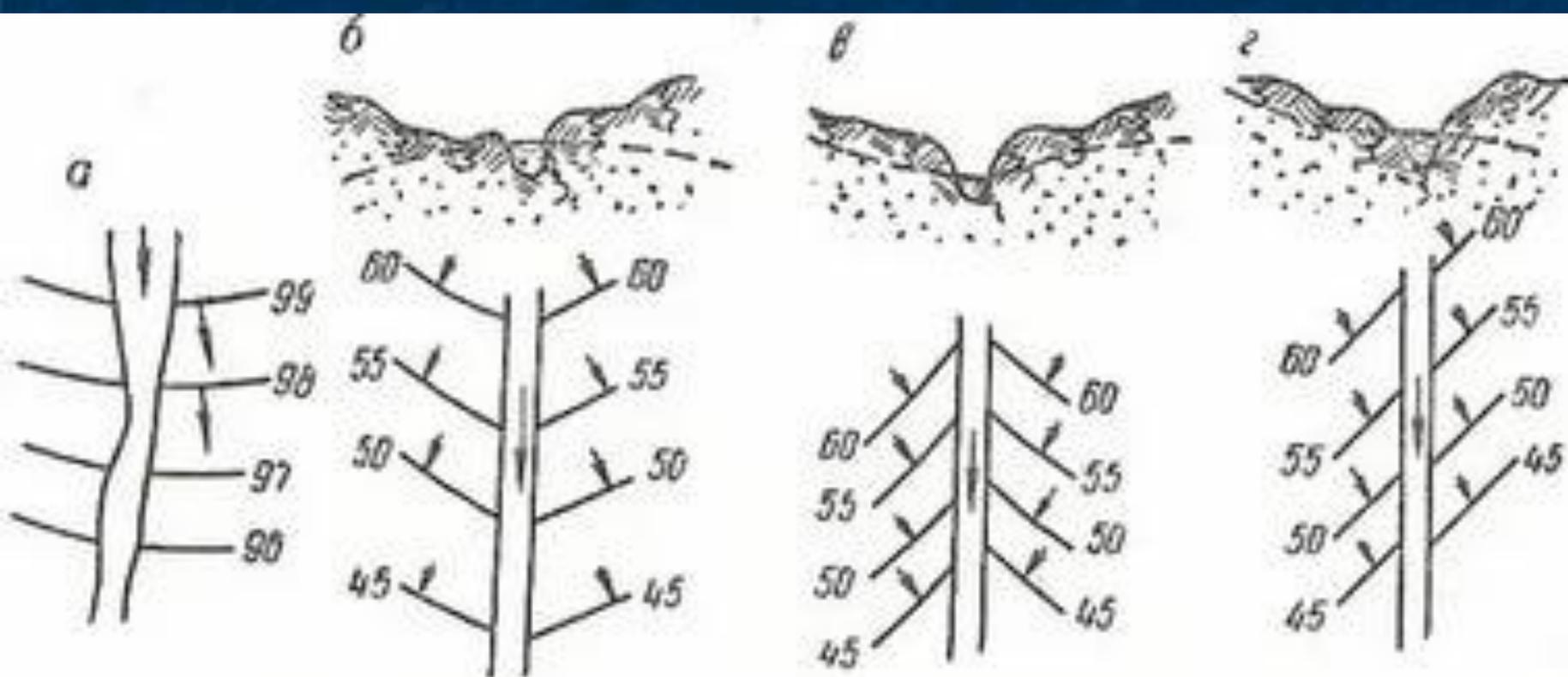


Рис. 4. Схемы карт гидроизогипс: а — гидроизогипсы пересекают водоток без искривления; б — река питает грунтовые воды; в — грунтовые воды питают реку; г — река дренирует (на правом склоне) и питает (на левом) грунтовые воды

Геоморфологическая карта

Трансформация основы:

- Объединение на основе общности генезиса и возраста геоморфологических уровней, форм рельефа, общности современных геоморфологических процессов

Привлеченные материалы:

- Материалы геоморфологической съемки подчиненных масштабов
- Сведения об абсолютном возрасте поверхностей
- Палеогеографические реконструкции
- Морфометрические характеристики
- Сведения о пространственной организации современных геоморфологических процессов

Решаемые задачи:

- Оценка территории для промышленного и гражданского строительства, строительства автодорог, обустройства месторождений

Карта четвертичных отложений

Трансформация основы:

- Группировка контуров с учетом общности возраста и состава (типа разреза) литогенной основы ландшафтов
- Использование литоиндикаторных элементов ландшафтной структуры и растительного покрова
- Использование метода ландшафтно-генетических рядов

Привлеченные материалы:

- Материалы групповой геологической съемки, буровых работ инженерно-геологических и строительных организаций
- Палеогеографические материалы
- Использование полевых материалов ландшафтных съемок

Решаемые задачи:

- Оценка литолого-стратиграфических групп для целей строительства и эксплуатации местного минерального строительного сырья

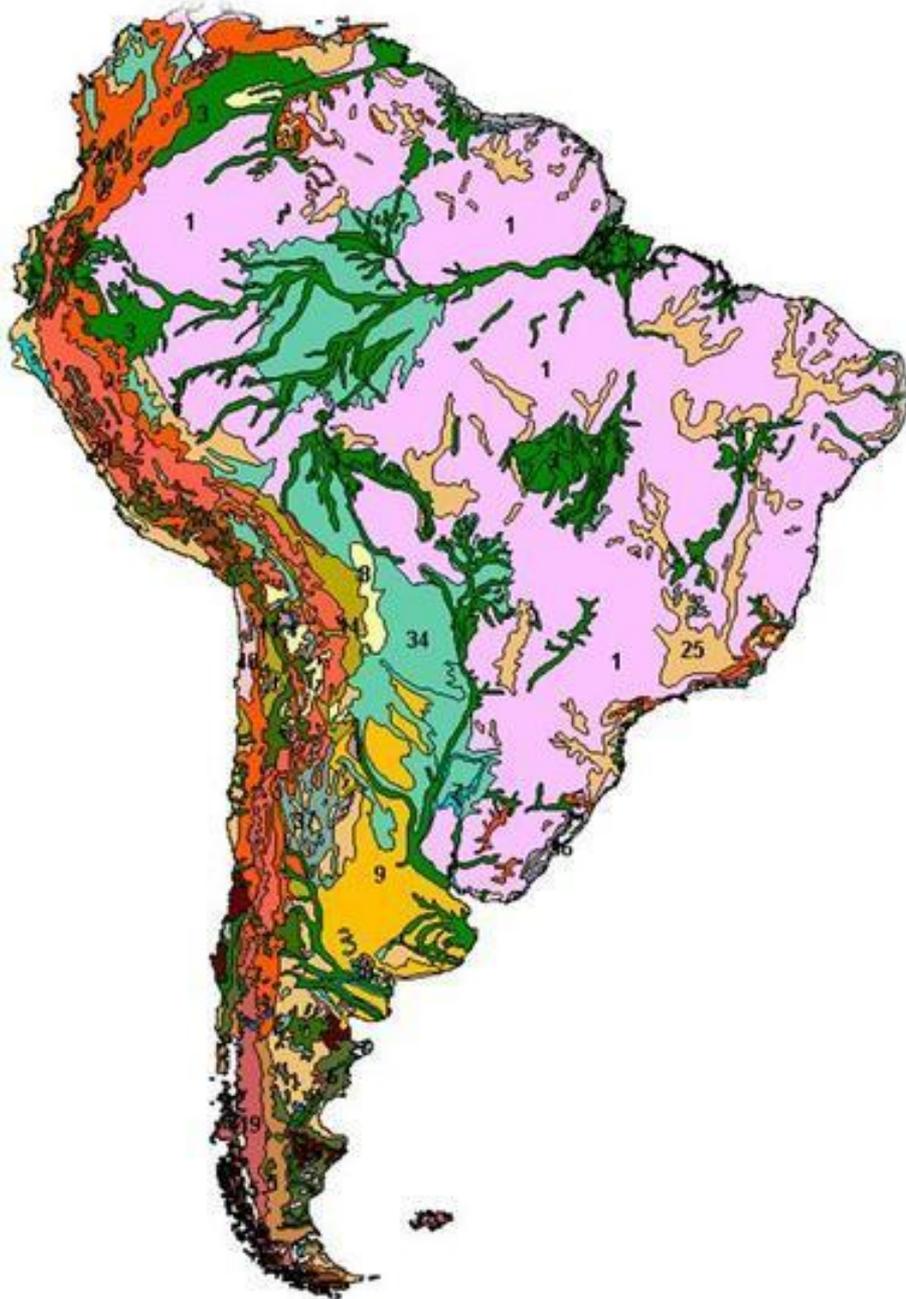
- Карты четвертичных отложений .
На картах четвертичных отложений изображаются четвертичные (и континентальные неогеновые) образования , разделенные по возрасту, составу и происхождению. • Дочетвертичные образования показываются одним цветом без расчленения.

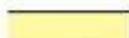
- Наиболее молодым в истории развития Земли является четвертичный (антропогенный) период. Коренные породы Русской равнины, Западно-Сибирской и Туранской низменностей, а также ряда других районов страны в этот период покрылись толщей четвертичных отложений: мореными глинами суглинками, водно-ледниковыми песками, грубообломочными породами, лессами и лессовидными суглинками, торфом и пр.
- Для четвертичных осадочных пород характерны следующие особенности:
 - • небольшая мощность пород по сравнению с отложениями более древних геологических систем;
 - • относительно малая связность пород, обусловленная незначительным сроком их существования, вследствие чего не успели проявиться в должной мере процессы литификации;
 - • большая подвижность пород, что связано с непосредственным воздействием на них денудационных агентов (смывание, растворение, перенос, отложение, переотложения и пр.).

■ **Главные генетические типы четвертичных осадочных пород**

- Элювиальные отложения (элювий[^])** — продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте их образования. Расположен элювий на вершинах водоразделов, где смыв выражен очень слабо или отсутствует.
- Пролювиальные отложения (пролювий)** образовались в результате переноса и отложения продуктов выветривания у подножий склонов временными горными реками, характеризуются плохой отсортированностью, включают обломки разного размера и разной степени окатанности. У подножий гор они образуют конусы выноса и часто сочетаются с делювиальными отложениями, образуя делювиально-пролювиальные отложения.
- Делювиальные отложения (делювий)** — тип отложений, возникающих в результате накопления смытых со склонов рыхлых продуктов выветривания временными водотоками.
- Ледниковые (гляциальные),** или моренные, отложения — продукты выветривания различных пород, перемещенные и отложенные ледником.
- Флювиогляциальные (водноледниковые) отложения** временных водотоков и замкнутых водоемов, образовавшихся при таянии ледника.
- Покровные суглинки** относятся к внеледниковым отложениям и рассматриваются как отложения мелководных приледниковых разливов талых вод. Они перекрывают морену сверху слоем 3—5 м, откуда и получили название. Покровные суглинки имеют желто-бурю окраску, хорошо отсортированы, не содержат камней и валунов.
- Озерные отложения** представляют собой донные отложения озер. Они сложены наиболее тонкими частицами мелкозема — глинами и илами с хорошо выраженной слоистостью (ленточные глины), отражающей сезонные и многолетние процессы их формирования. Илы с высоким содержанием органических веществ (15—20%) называются сапропелем, который используется как ценное органическое удобрение, обогащенное элементами питания для растений. По мере обмеления и зарастания озер образуются болота, которые постепенно превращаются в мощные торфяники. Озерные болотные отложения часто имеют повышенное содержание извести и железа, а в сухих и жарких областях обогащены водорастворимыми солями, гипсом, карбонатами кальция.
- Лессы и лессовидные суглинки** имеют различное, окончательно неустановленное происхождение. Считается, что они могут быть водноледникового, древнеэлювиального, эолового, делювиально-пролювиального происхождения с последующим преобразованием в условиях аридного климата. Эти суглинки характеризуются палевой окраской, повышенным содержанием пылеватых и илистых фракций, рыхлым сложением, высокой пористостью, высоким содержанием карбонатов кальция, а на юге — гипса и водорастворимых солей.
- Аллювиальные отложения (аллювий)** образовались в результате переноса и отложения продуктов выветривания речными водами.
- Различают русловый аллювий, содержащий более крупные гравелистые и песчаные материалы; отложения стариц представлены супесями, суглинками, илами с примесью органических веществ. Пойменные отложения прирусловой части, где скорость воды наиболее высокая, имеют более крупнозернистый состав (песчаный и супесчаный) с хорошо выраженной слоистостью, связанной с изменением скорости движения воды в разные годы и в разные периоды паводков. Центральная пойма сложена более тонким суглинистым материалом, поскольку скорость воды здесь невысокая.
- Морские отложения** — донные отложения морей. При отступлении морей (трансгрессии) они остаются в качестве почвообразующих пород. Значительное распространение имеют в Прикаспийской низменности, в Приазовье, на побережьях северных морей. Морские отложения часто содержат водорастворимые соли, биогенные известняки, ракушечники, мел.
- Эоловые отложения** образовались в результате деятельности ветра. Эол, по древнегреческой мифологии, — бог ветра. Разрушительная деятельность ветра складывается из корразии и дефляции.
- Корразия** — обтачивание, шлифование скал и выступов горных пород под действием ударов песчинок, переносимых ветром. Дефляция — сдувание и перенос ветром мелких частиц почв и горных пород. Оба эти процесса часто

Четвертичные отложения

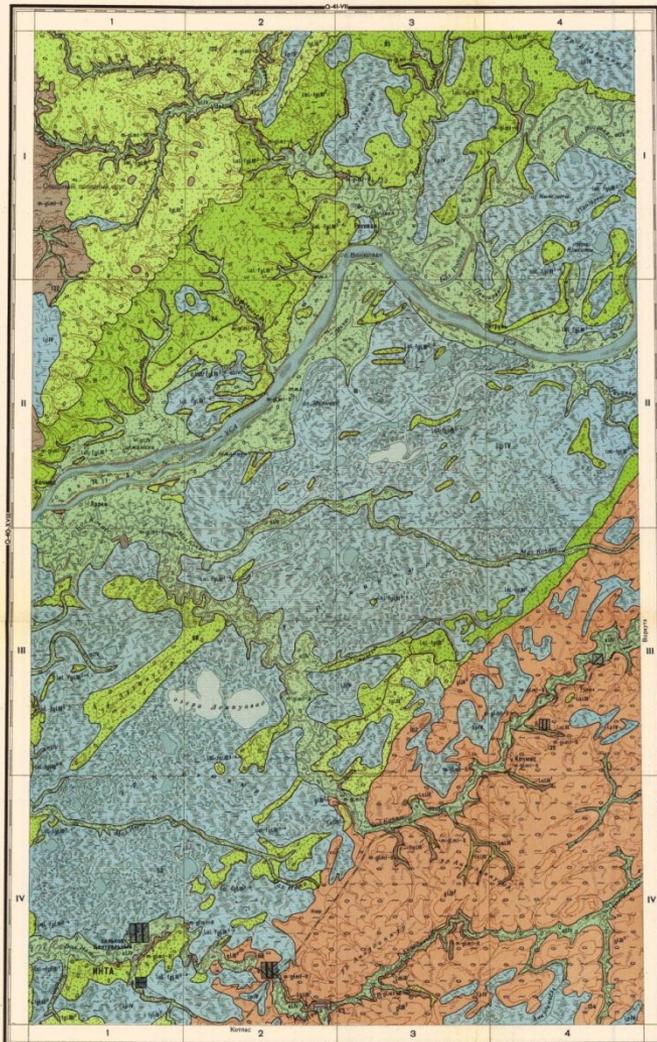


-  Элювиальные
-  Коллювиальные и грубо-обломочные
-  Аллювиальные
-  Гляциальные
-  Флювио-гляциальные
-  Золовые
-  Лессовые
-  Вулканические
-  Грубо-обломочные
-  Коллювиальные, гляциальные и солифлюкционные
-  Делювиально-коллювиальные
-  Элювиально-делювиальные
-  Озерно-аллювиальные

Стратиграфо-генетические подразделения

	верхний плиоцен-нижнее звено неоплейстоцена, озерно-аллювиальный, озерный и аллювиальный
	верхний плиоцен- эоплейстоцен аллювиально-делювиальный, аллювиальный и делювиальный
	верхний плиоцен-нижнее звено неоплейстоцена, озерно-аллювиальный, озерный и аллювиальный
	эоплейстоцен аллювиально-морской, аллювиальный и морской
	эоплейстоцен, делювиальный
	эоплейстоцен, озерный (отложения пресных озер, нерасчлененные на генетические подразделения)
	эоплейстоцен, морской (морские отложения нерасчлененные на генетические подразделения)
	нижнее звено неоплейстоцена, делювиальный
	нижнее звено неоплейстоцена, аллювиальный
	нижнее звено неоплейстоцена, озерный гляциальный (отложения озерно-ледниковых бассейнов)
	нижнее звено неоплейстоцена, ледниковый (морены, тилл)
	нижнее звено неоплейстоцена, флювиогляциальный
	нижнее звено неоплейстоцена, озерно-аллювиальный, озерный и аллювиальный
	нижнее звено неоплейстоцена флювиогляциальный и озерный гляциальный
	нижнее-среднее звенья неоплейстоцена, аллювиальный
	среднее звено неоплейстоцена, делювиальный
	среднее звено неоплейстоцена, аллювиальный
	среднее звено неоплейстоцена. озерный гляциальный (отложения озерно-ледниковых бассейнов)
	среднее звено неоплейстоцена, ледниковый (морены, тилл)
	среднее звено неоплейстоцена, флювиогляциальный
	среднее звено неоплейстоцена, озерно-аллювиальный, озерный и аллювиальный
	верхнее звено неоплейстоцена, морской (морские отложения нерасчлененные на генетические подразделения)
	четвертичные отложения нерасчлененные, делювиально-солифлюкционный, делювиальный и солифлюкционный
	среднее звено неоплейстоцена, флювиогляциальный и озерный гляциальный
	среднее, верхнее звенья неоплейстоцена нерасчлененные, аллювиальный

	верхнее звено неоплейстоцена, делювиальный
	верхнее звено неоплейстоцена, аллювиальный
	верхнее звено неоплейстоцена, озерно-аллювиальный, озерный и аллювиальный
	верхнее звено неоплейстоцена, аллювиально-морской, аллювиальный и морской
	верхнее звено неоплейстоцена-голоцен, эоловый
	голоцен, аллювиальный
	голоцен, озерный (отложения пресных озер, нерасчлененные на генетические подразделения)
	голоцен, болотный (палюстрий)
	голоцен, эоловый
	голоцен, озерно-аллювиальный, озерный и аллювиальный
	четвертичные отложения нерасчлененные, элювиальный
	четвертичные отложения нерасчлененные, делювиальный
	четвертичные отложения нерасчлененные, коллювиальный
	четвертичные отложения нерасчлененные, элювиально-делювиальный, элювиальный и делювиальный
	четвертичные отложения нерасчлененные, элювиальный и солифлюкционный
	четвертичные отложения нерасчлененные, лессовый
	четвертичные отложения нерасчлененные, коллювиальный и солифлюкционный
	четвертичные отложения нерасчлененные, десертционный, солифлюкционный, коллювиальный
	четвертичные отложения нерасчлененные, делювиальный и коллювиальный
	четвертичные отложения нерасчлененные, делювиальный и коллювиальный
	четвертичные отложения нерасчлененные, коллювиальный и десертционный
	четвертичные отложения нерасчлененные, элювиально-делювиальный, элювиальный и делювиальный
	дочетвертичные породы
	дочетвертичные породы, местами с делювиальными отложениями



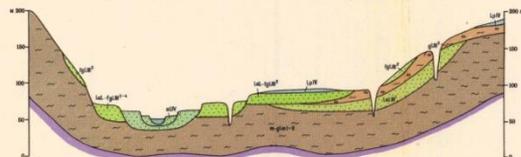
Карта составлена в Удмуртской государственной геологической управе
 Автор: Л. И. ВОЛКОВ, Инженер И. И. КРАСНОВ
 Основан на данных аэрофотограмметрической съемки на период 1962 г.

Карта обрешечена в соответствии с сеткой Государственной геологической управы
 утверждена 28 января 1963 г.

Карта утверждена Удмуртской государственной геологической управе
 18 февраля 1963 г.

Обработано и подготовлено на Аэрофотогеодезическом институте
 Редакторы: инженеры В. В. Кашаев, Ю. В. Игумов, Тополовский редактор
 Л. А. Попова. Заказ 03367. Тираж 150 экз.
 Выпущена в печать 6. II. 1973 г.

СХЕМА ВЗАИМОУГОЛЬНИКОВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- кLIV** Аллювиальные отложения. Пески и гравий выделенные черной, пески, гравий, галька
- LpIV** Оперно-болотные отложения. Сузавки, суэки, торф
- LpIII** Оперно-аллювиальные и флювиогляциальные отложения. Пески, гравий, сузавки, галька
- LpIII*** Флювиогляциальные отложения изредка ледникового. Пески, галька
- LpII** Оперно-аллювиальные и флювиогляциальные отложения. Силесты пески, сузавки, гравий
- LpI** Ледниковые отложения. Изредка оледенения. Сузавки с вывалами
- Lp0** Оперно-аллювиальные отложения. Пески, галька
- Lp-1** Важил-среднечетвертичные отложения. Ириски и ледниково-ириски отложения. Сузавки, галька, песок
- Делювиальные террасы
- Валуны гравия и валунная галька
- Пески
- Валуны песка и супеси
- Сузавки
- Торф
- ⊙ Место находки четвертичной фауны

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Полезные ископаемые	Примысловые месторождения		
	Крупные	Средние	Мелкие
Глины карстовые			■
Галька и гравий	▬▬	▬▬	▬▬
Пески строительные			▣

СХЕМА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ



СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛИСТОВ СЕРИИ СЕВЕРНО-УРАЛЬСКОЙ

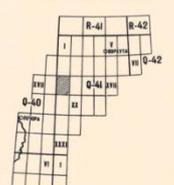
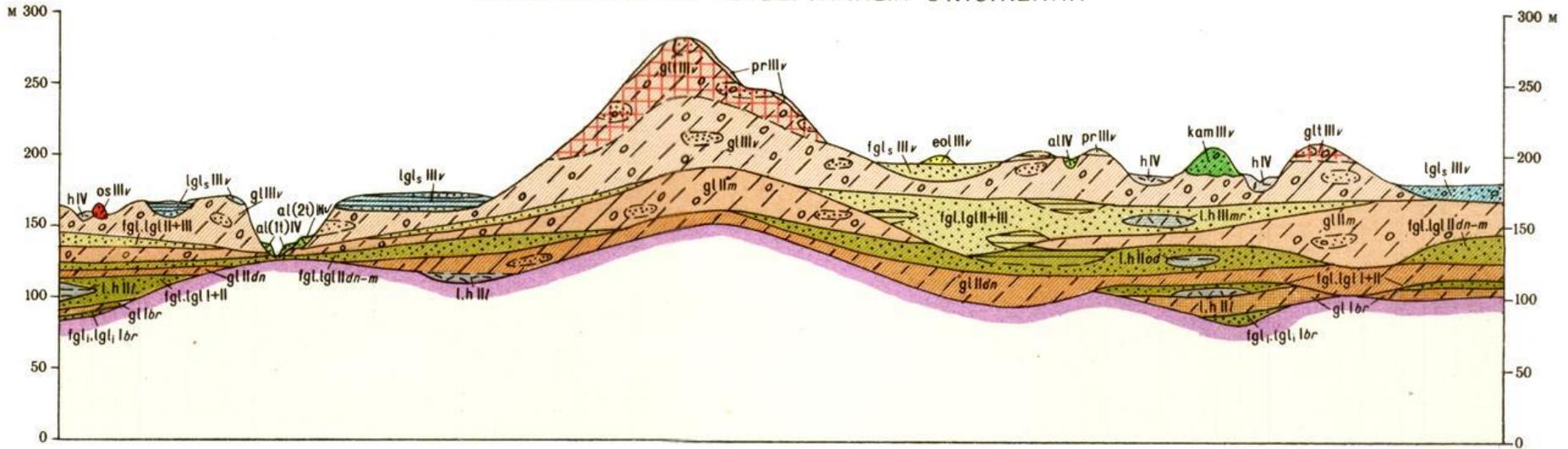
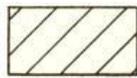


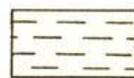
СХЕМА СТРОЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ



Торф, гиттия



Суглинок



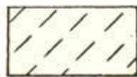
Алеврит



Гравий, песок



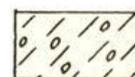
Глина



Супесь



Песок



Супесь с гравием,
галькой и валунами

Геологическая колонка по данным буровой скважины

Геологоразведочное бурение производится для того, чтобы отобрать все образцы пород, построить геологическую колонку и разрез, и путем изысканий провести методы оценки грунтов.

Инженерно геологическая скважина создается еще и для того, чтобы буровые установки смогли вскрыть представленные породы, а затем с помощью изысканий можно было определить, какие методы бурения стоит задействовать. Разрез, который проводят специальные буровые установки, и глубина геологических изысканий помогают определиться, с упором на какие особенности будет создаваться гидрогеологическая скважина. В первую очередь необходимо провести ряд изысканий, касающихся изучения всего геологического материала, после чего уже можно приступить к полноценной разработке такого объекта, как гидрогеологическая скважина. Разрез и глубина производятся с ориентировкой на типы литологии, из которой слагаются породы. Гидрогеологические скважины помогают произвести разделение пород методом отбора на классы. Разрез производится с целью исследования особенностей материала керна. Глубина устанавливается в индивидуальном порядке и зависит от того, какие буровые установки применяются.

Глубина, м	Номер слоя	Возраст пород	Мощность слоя	Абсолютная отметка подошвы слоя, м	Колонка	Абсолютные отметки урвней подземных вод, м, и даты замера	Описание пород	
1	2	3	4	5	6	7	8	
5	1	αQ_3	4,7	112,0		$\downarrow 115,4$ 18.09	Суелинок бурый плотный	
10	2	αQ_3	9,2	102,8		$\downarrow 100,9$ 18.09	Супись желтая	
15	3	αQ_3	6,9	95,9			Песок средней крупности	
25	4	C_1	24,6	71,3			Известняк трещиноватый	
30								
35								
45	5	D_3	19,8	51,5			Ариллит серый	
50								
55								
65	6	γPR	3,8	49,7		$\downarrow 51,5$	Гранит трещиноватый	

Рисунок 3.1 – Пример оформления геологической колонки буровой скв

Карта прогнозной оценки динамики грунтовых вод (гидроизогипс).

Для оценки гидрогеологических условий местности, выявления возможностей водоснабжения, устройства полей фильтрации, орошения или осушения территории, а также борьбы с карстовыми провалами и оползнями составляются гидрогеологические карты.

Из всех видов специальных гидрогеологических карт наибольший интерес и практическое значение для инженерных целей имеют карты гидроизогипс.

Гидроизогипсы представляют собой линии, соединяющие точки зеркала грунтовых вод, лежащие на одном уровне (2). Гидроизогипсы дают представление о рельефе зеркала (поверхности) водоносного горизонта.

По карте гидроизогипс можно определить направление грунтового потока в любой точке. Линии движения грунтовых вод (линии тока грунтовых вод) всегда перпендикулярны к гидроизогипсам и указывают на движение воды от гидроизогипсы с большей отметкой к гидроизогипсе с меньшей отметкой.

При параллельном расположении линии токов мы имеем плоский поток, а если линии токов сходятся или расходятся – радиальный (соответственно сходящийся или расходящийся) поток грунтовых вод.

Карты гидроизогипс составляются обычно как при гидрогеологических съемках, так и при целевых гидрогеологических изысканиях. Они являются основной площадной характеристикой грунтового потока. При кратковременных исследованиях обычно ограничиваются составлением карты гидроизогипс по данным на определенную дату. При продолжительных наблюдениях составляют несколько карт гидроизогипс на различные периоды года (в межень, паводок и т.п.). Такие карты позволяют выявить изменение условий питания и дренирования, связь поверхностных и подземных вод в результате сооружения и эксплуатации водохранилищ, каналов, полей фильтрации.

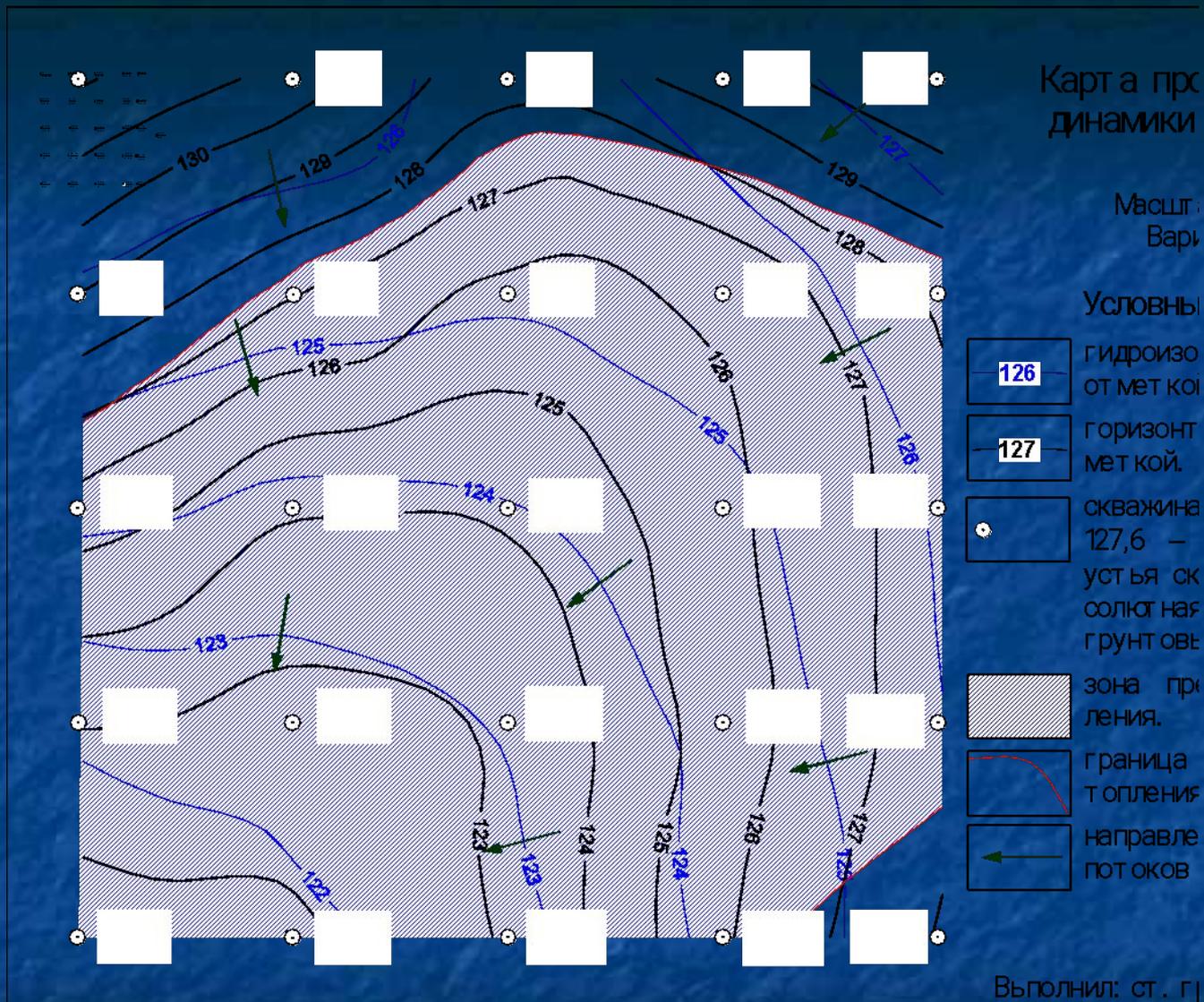


Рисунок 2.8 – Пример оформления карты прогнозной оценки динамики грунтовых вод

■ **Опасные геологические процессы (ОГП)** - это геологические и инженерно-геологические процессы и гидрометеорологические явления, которые оказывают или потенциально могут оказать отрицательное воздействие на состояние инженерных сооружений и прочих хозяйственных объектов, экосистем, а также на жизнедеятельность людей.

Наиболее распространенными типами опасных геологических процессов (по ГОСТ 22.1.02-97, ГОСТ Р 22.1.06-99 и СНиП 22-02-2003) являются:

- ● карстово-суффозионные процессы
- ● подтопление
- ● склоновые процессы
- ● эрозионные процессы
- ● склоновые процессы

Склон — наклонный участок поверхности земли, сформированный в результате действия рельефообразующих процессов или инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Откос — наклонная часть поверхности открытой горной выработки или искусственной насыпи (отвала). Подножье откоса (рисунок 10.1) — нижняя горизонтальная площадка ограничивающая склон откоса. Бровка откоса — верхняя граница откоса, за которой начинается гребень. Гребень — верхняя горизонтальная часть откоса (площадка). Бермы — горизонтальные площадки, которые устраиваются для общего уположения откоса, а также по технологическим обстоятельствам. Высота откоса — это часть склона, вышедшая на дневную поверхность, вертикальное расстояние между подножьем и гребнем откоса.

Заложение откоса — это горизонтальная проекция откоса.

Оползневой склон — склон, на котором происходят или происходили в недавнем прошлом оползневые деформации пород.



Неоднородный склон — склон, сложенный несколькими слоями различных по свойствам грунтов (инженерно-геологических элементов).

Оползень — медленное смещение масс горных пород, слагающих откос, происходящее в виде скользящего движения между смещающимися породами и неподвижным массивом. Наиболее крупный по размерам вид нарушения устойчивости откосов. Связан, главным образом, с наличием в толще горных пород слабых увлажненных слоев, контактов, даек, тектонических нарушений.

Голова оползня — верхняя часть оползневого грунтового массива. Язык оползня — нижняя часть оползневого грунтового массива.

Поверхность скольжения — поверхность в массиве борта карьера (откоса уступа), являющаяся геометрическим местом точек максимальных относительных сдвигов горных пород и отделяющая смещающуюся часть от основной неподвижной части массива горных пород. Часто поверхность скольжения связана с наличием в массиве поверхностей прочностной анизотропии горных пород (слабые контакты разнородных пород, трещины, тектонические зоны и нарушения, относительно малопрочные слои и прослойки). При оценке устойчивости откоса путем расчета выделяют расчетную поверхность, по которой производится сравнение сдвигающих и удерживающих сил.

Коэффициент устойчивости - отношение суммы всех сил, удерживающих откос в равновесии, к сумме всех сдвигающих сил, стремящихся вывести его из равновесия; действие этих сил во всех инженерных методах переносится на потенциальную (наиболее напряженную) поверхность скольжения. Для откосов эта величина принимается в пределах от 1,0 до 1,5; зависит от достоверности исходных данных при расчете, ответственности откоса и срока службы.

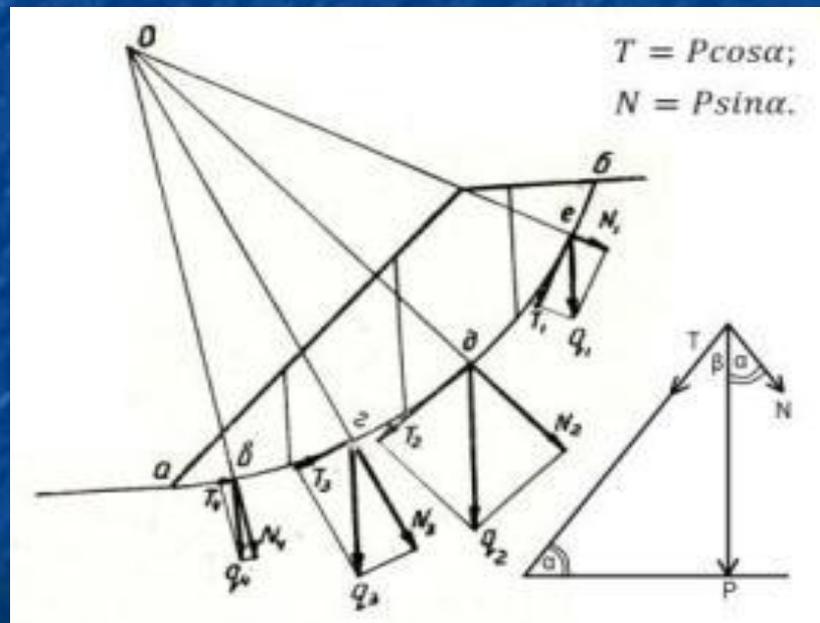
Оползневое давление — результирующая сила давления грунтов (распределенного по глубине оползневого массива) на удерживающее сооружение, определяемая как погонная нагрузка по ширине оползня (кН/пог. м).

Способ последовательного приближения

Данный способ позволяет определить дугу скольжения с наименьшим коэффициентом устойчивости последовательно, проводя несколько дуг (т.е. траекторию схода оползня).

Вычерчивают склон согласно данным своего варианта, отмечают напластование пород сверху вниз, горизонтально залегающих.

- Далее находим площадь, затем объем умножая на толщину каждой фигуры в блоке и умножаем на удельный вес с учетом пористости той породы на которой находится эта порода и получаем вес.
- Затем суммируем все веса фигур в каждом блоке и находим вес каждого блока (призмы) P .
- $P = V\gamma_w$ (10.1)
- где V — объем n -ого блока, γ_w — удельный вес из таблицы 4.2.
- $T = N\cos\alpha$; $N = T\sin\alpha$



(10.2)

Рисунок 10.3 — Схема поверочного расчета степени устойчивости склона с учетом сил трения

Условием равновесия для каждой призмы будет:

$$T = N \operatorname{tg} \varphi + cL \quad (10.3)$$

где T — сила, сдвигающая массив; N — нормальное давление; φ — угол внутреннего трения породы; c — сцепление породы.

Тогда граница устойчивости всего массива выразится уравнением

$$\Sigma T = \Sigma N \operatorname{tg} \varphi + \Sigma cL. \quad (10.4)$$

Это уравнение является уравнением устойчивого равновесия склона и показывает, что при увеличении сил, которые пытаются сдвинуть массив, он теряет равновесие и сдвигается.

Далее по формуле рассчитываем T и N . Длина основания каждого блока это L , сцепление берется по породе в основании - C , и угол трения тоже.

Степень устойчивости склона выражается коэффициентом устойчивости:

$$K_{уст} = (\Sigma N \operatorname{tg} \varphi + \Sigma cL) / (\Sigma T), \quad (10.5)$$

Который представляет отношение всех сил, удерживающих массив, к силам, которые пытаются его сдвинуть.

Очевидно, что при значении $K_{уст} = 1$ массив находится в состоянии неустойчивого (предельного) равновесия, и только при $K_{уст} > 1$ равновесие будет устойчивым. Расчет, как видно, сам по себе довольно прост, но определенные затруднения составляет определение центра поверхности скольжения, что требует много времени (методика подается в курсах механики грунтов).

Таковы простейшие способы поверочного расчета устойчивости естественных склонов. Однако, для решения вопроса о выборе наиболее экономичной и наименее сложной с технической точки зрения схемы противооползневых мероприятий одной только оценки устойчивости склона не достаточно. В этом случае есть необходимость построить профиль откоса, находящегося в состоянии равновесия.

При расчетах обычно коэффициент устойчивости принимают с запасом, равным от 1,2 до 1,5, как наиболее благоприятный для строительства.