

РАСЧЕТ СКЛОНОВ ОДЕССКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ

Гришин В.А., Дорофеев В.С., Мартынов Г.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

В статье рассматривается расчет участка Одесского побережья, подверженного оползневым процессам, с использованием нелинейной модели грунтовой деформируемой среды.

В настоящее время идет интенсивная застройка склонов Одесского побережья. При этом застраиваются не только участки склонов, на которых выполнены противооползневые мероприятия, но и на неблагоустроенных участках, подверженных оползневым процессам. В статье рассматривается расчет одного из таких склонов, который находится на морском побережье около села Фонтанка Коминтерновского района Одесской области, при двух вариантах расположения строительной площадки. Его настоящий вид показан на рисунках 1.



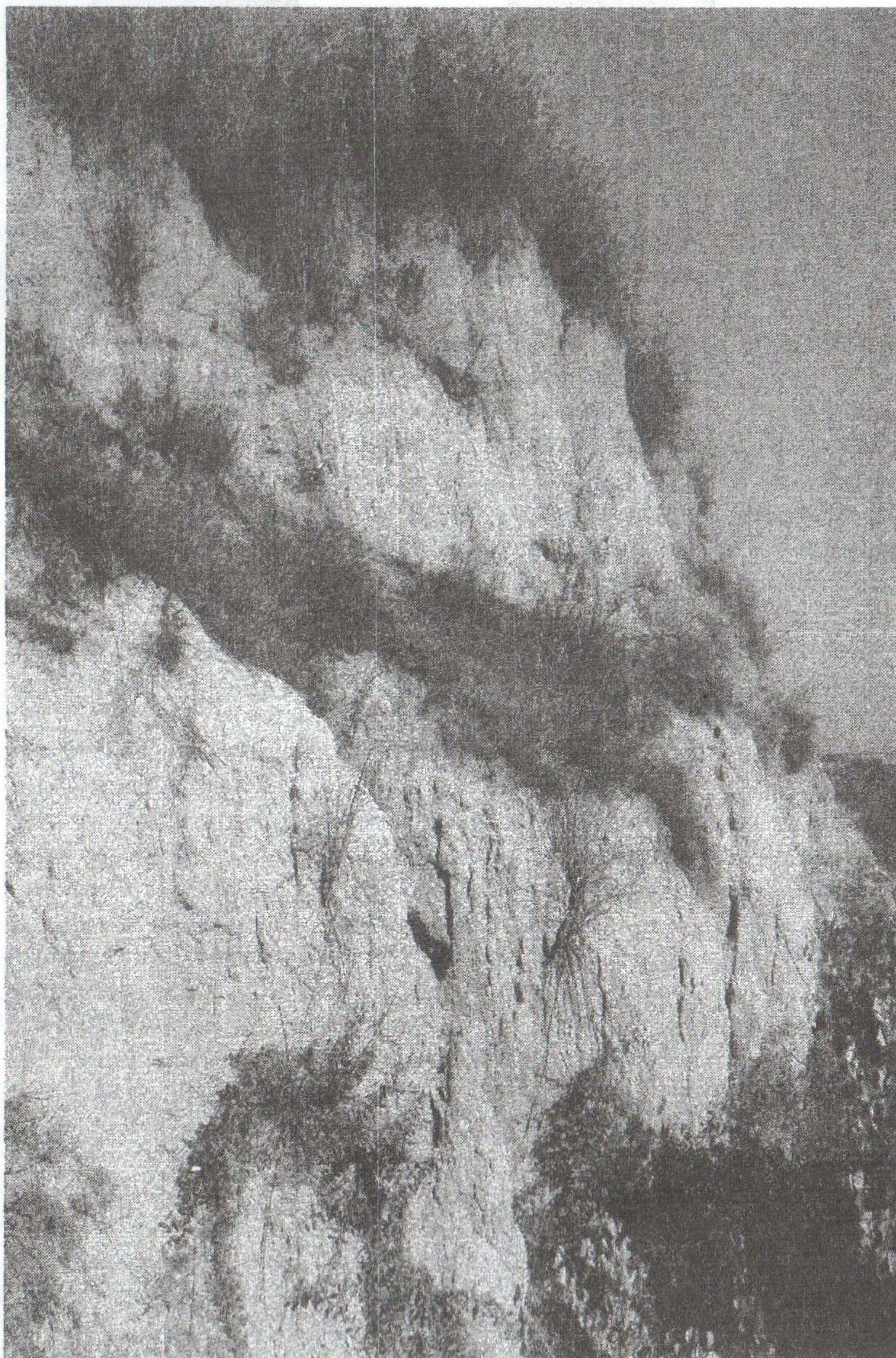


Рис. 1. Существующий склон

К настоящему времени по описанию, анализу и расчету склонов и связанных с ними оползновыми процессами опубликовано большое количество работ. Их критика и недостатки приведены во многих монографиях и статьях, например [1, 2, 3, 4, 5]. В опубликованных работах в основном грунт склонов рассматривается как сплошная несжимаемая среда, прочность которой подчиняется известному закону Кулона, и проявляется только одновременно во всех точках поверхности сдвига. В настоящей работе для расчетов склона будет использоваться нелинейная модель грунтовой деформируемой среды, описание которой изложено в работах [4, 5]. В этой модели учитываются такие реальные свойства грунтов, как упругость, пластичность, вязкость и неоднородность. Деформирование и устойчивость склонов рассматриваются как динамический процесс, позволяющий с единых позиций определять как напряженное, так и деформированное их состояние. Следовательно, расчеты по двум группам предельных состояний, рекомендованные в СНиПах, выполняются одновременно в одном решении.

Расчетная схема склона по первому варианту нагрузки, возникающей от застройки склона, показана на рисунке 2.

Расположение слоев грунта и грунтовых вод, их механические характеристики определялись по геологическим разрезам склона и на основании данных, полученных при бурении скважин.

Расчет производился по этапам, которые отражали последовательность производства работ. На первом этапе склон находился под воздействием только нагрузки от собственного веса грунта и от грунтовых вод. В результатах расчета по последующему этапу учитывалось только ранее полученное напряженное состояние в грунтовом массиве, а деформации принимались равными нулю, что отвечало естественному состоянию склона на время начала строительства. Второй этап рассчитывался на нагрузку от возможной планируемой застройки в районе склона. На окончание расчета по этому этапу определялось напряженное состояние, полученное на первом и втором этапах застройки склона. Деформации определялись только от нагрузки, вызванной строительством на склоне. После последнего этапа расчета было определено напряженное состояние в грунтовом массиве от его собственного веса, грунтовых вод и от нагрузки возводимых сооружений. Деформации находились только от нагрузки сооружения.

Рассмотрим результаты, полученные после последнего этапа расчета, которые соответствуют окончанию строительства. На рисунке 3 показана схема разбиения расчетной области на конечные элементы.

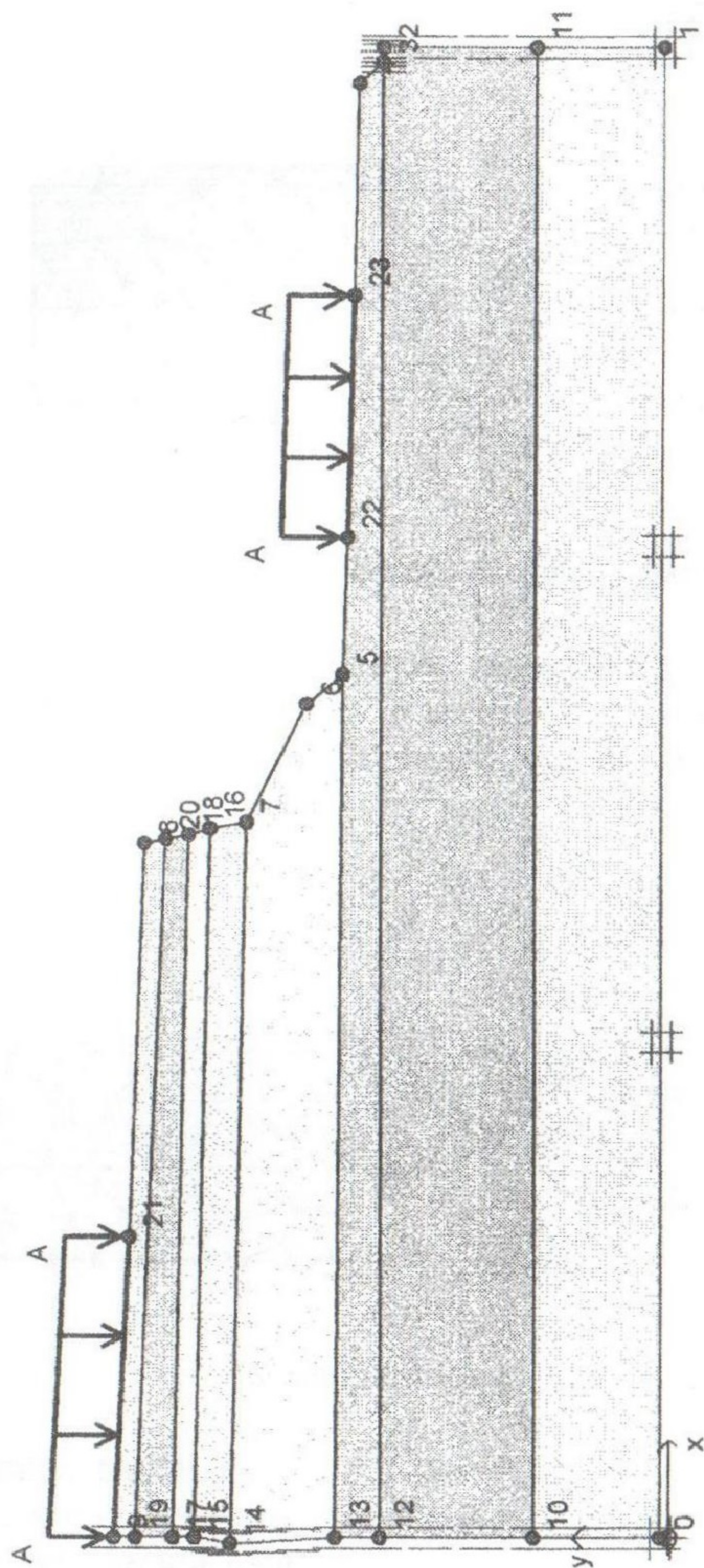


Рис. 2. Расчетная схема склона

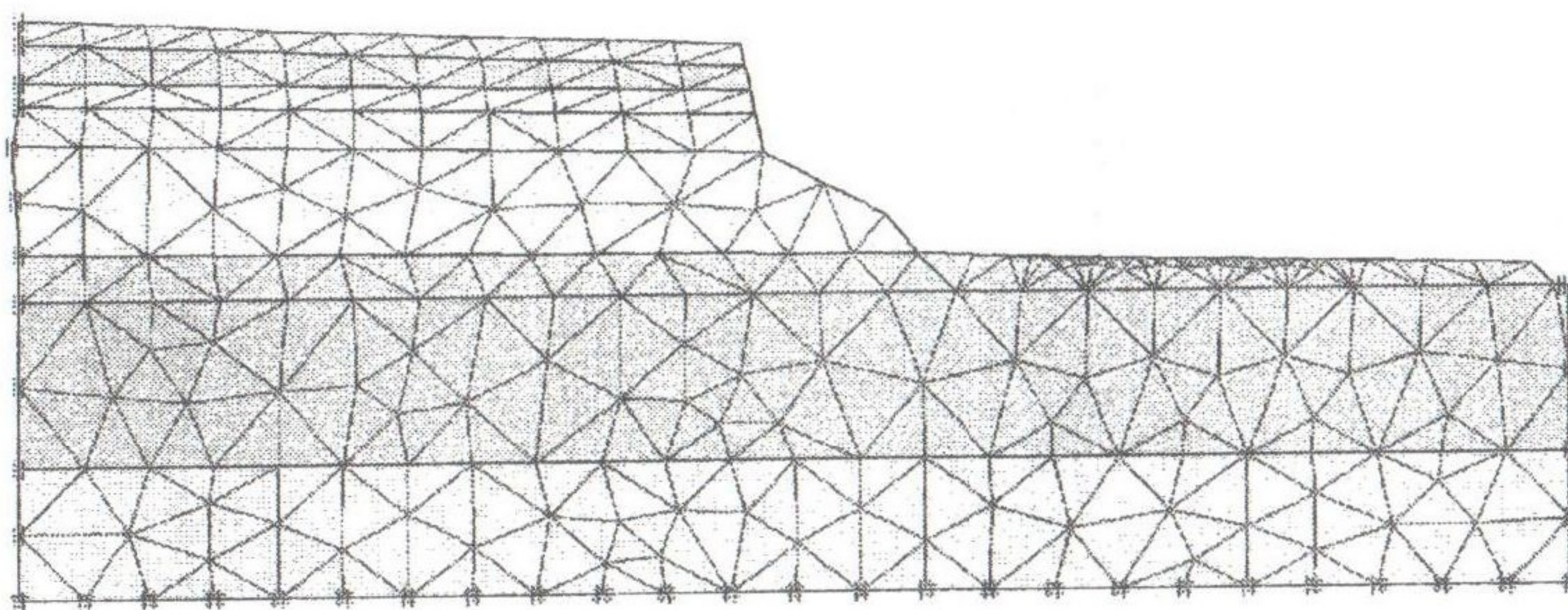


Рис. 3. Схема конечных элементов

На рисунке 4 показаны перемещения склона по схеме конечных элементов, а на рисунке 5 они изображены в виде стрелок, масштаб которых соответствует действительным перемещениям.

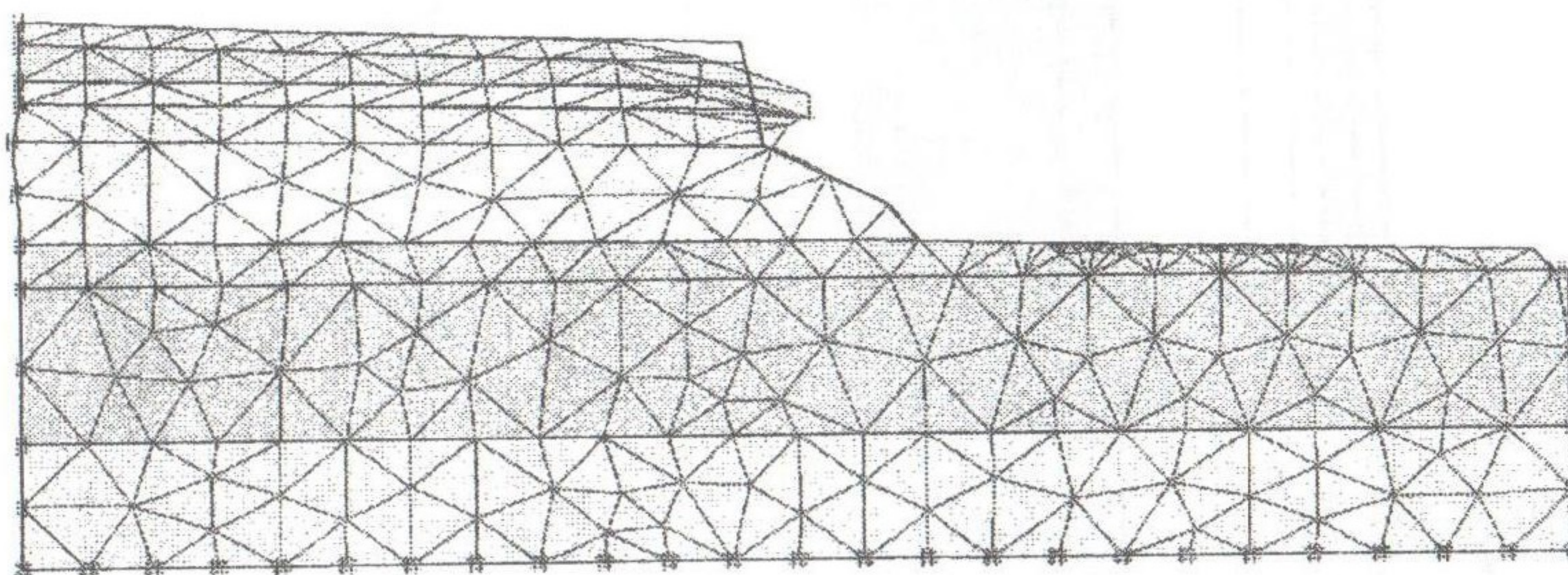


Рис. 4. Схема перемещений склона

Наибольшие перемещения расположены в верхней части склона. Они указывают на то, что в этой локальной области возникнет оползень. Он подтверждается образовавшимся в настоящее время заколом (трещиной), имеющий место на верхней грани склона. Площадка строительства по первому варианту расположена на значительном расстоянии от этой неустойчивой области склона и возможный оползень не окажет на нее никакого влияния.

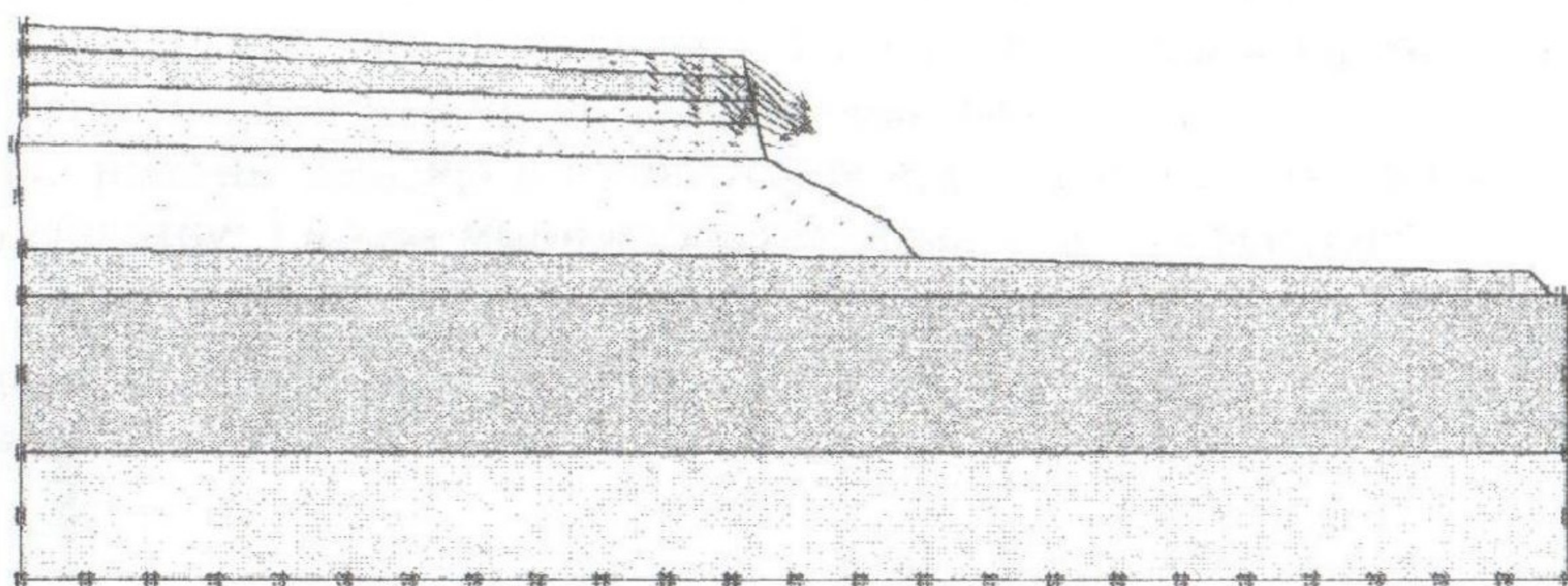


Рис. 5. Схема перемещений склона

На рисунке 6 в расчетной схеме грунтового массива красными квадратиками, которые приложены в точках напряжений треугольных конечных элементов, изображена образовавшаяся от нагрузки пластическая зона. Грунтовая среда в этой области находится в допредельном состоянии и фиксирует область склона, которая может быть при неблагоприятных условиях подвержена оползневому процессу. Но и этот оползень не повлияет на устойчивость строительной площадки, которая расположена на значительном от него расстоянии.

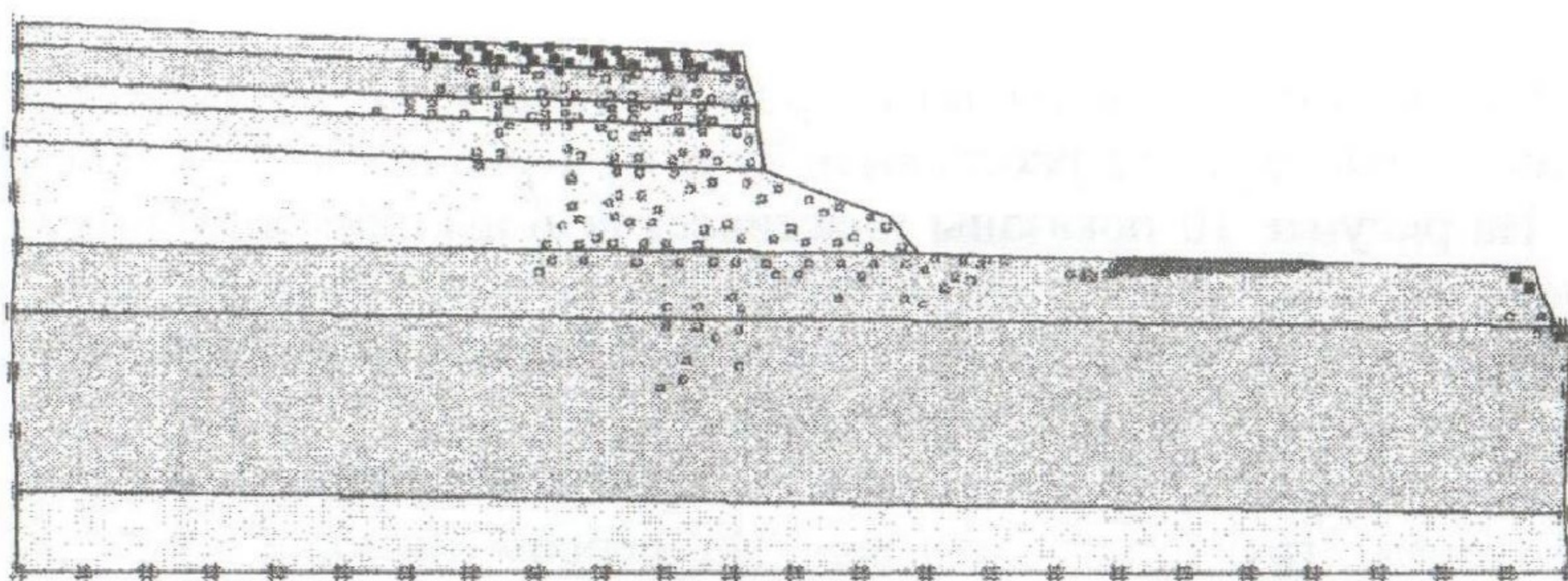


Рис. 6 . Схема пластических зон в грунте склона

На рисунках 7, 8 и 9 показаны соответственно схемы нормальных σ_{xx} , σ_{yy} и касательных σ_{xy} напряжений в грунтовом массиве скло-

на. Они также в области, расположенной вблизи верхней грани откоса и вдали от его наклонной грани, незначительны. Справа на рисунке приведена шкала интенсивности напряжений. Ее размерность в килоньютонах на квадратный метр. Наибольшая величина сжимающих (отрицательных) нормальных напряжений находится в левом нижнем углу грунтового массива, а для касательных в средней нижней части рисунка. Основная их часть вызвана собственным весом грунта и грунтовой воды.

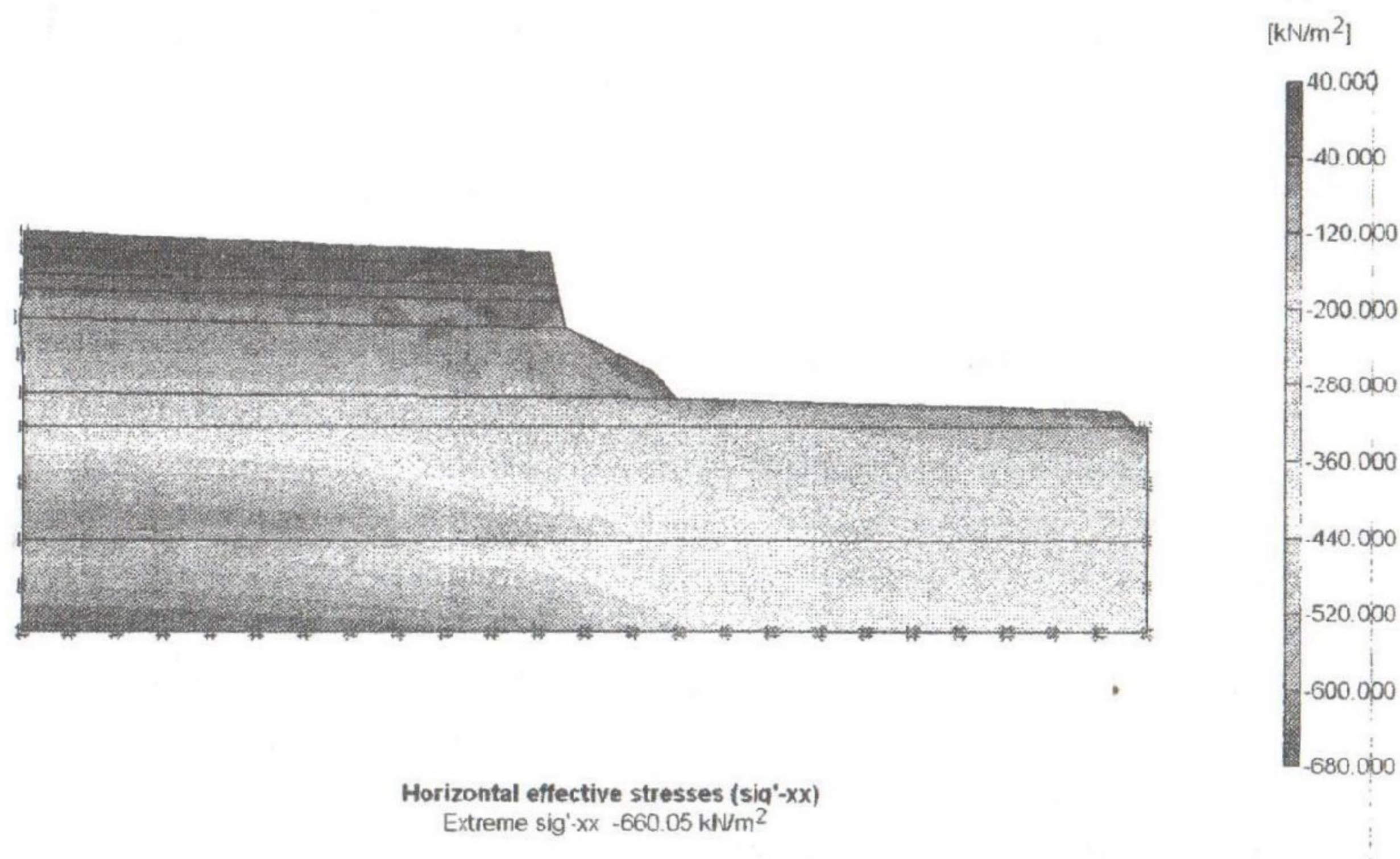


Рис. 7. Схема нормальных напряжений σ_{xx} в грунте склона

Был выполнен расчет по второму варианту, когда нагрузка от застройки действует на расстоянии 20 м от верха наклонной грани склона. На рисунке 10 показаны пластические зоны, образованные в грунтовом массиве. Видим, что эта зона значительно больше зоны, полученной в предыдущем случае. Часть этой зоны находится в допредельном состоянии, а часть в предельном.

На рисунках 11 и 12 показаны перемещения узловых точек расчетной схемы грунтового массива. На первом рисунке они показаны стрелками, а на втором в цветном изображении. Из рисунков видим, каким образом произойдет оползневой процесс.

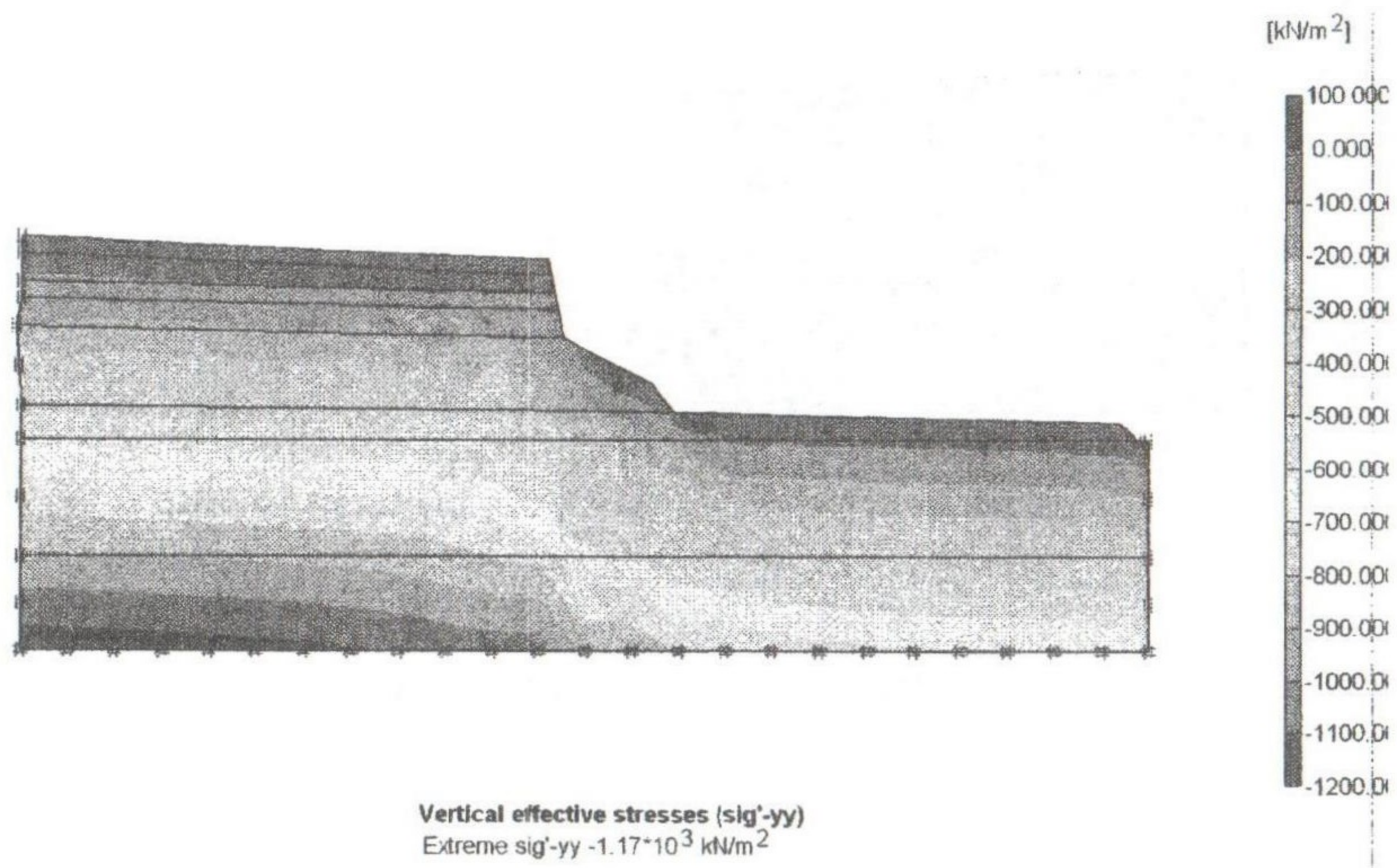


Рис. 8. Схема нормальных напряжений σ_{yy} в грунте склона

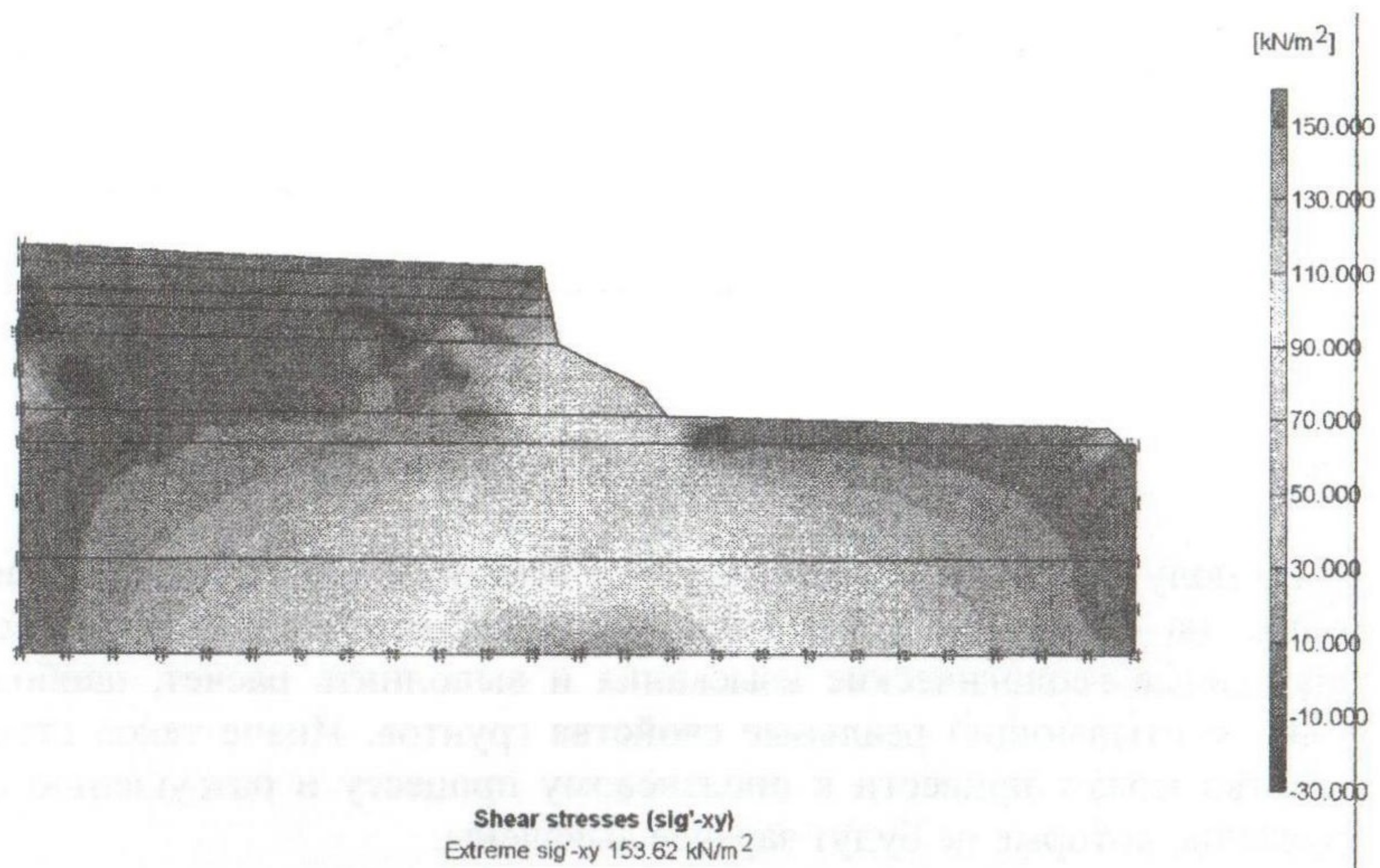


Рис.9. Схема касательных напряжений σ_{xy} в грунте склона

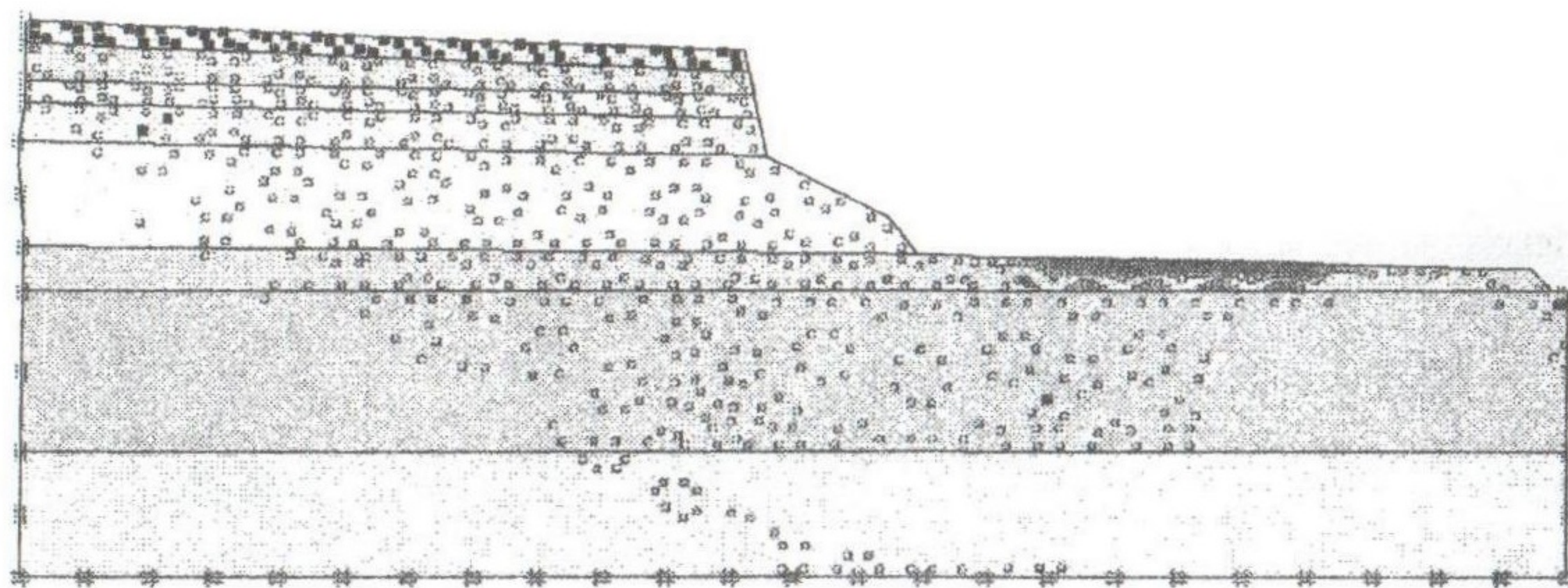


Рис. 10. Схема пластических зон

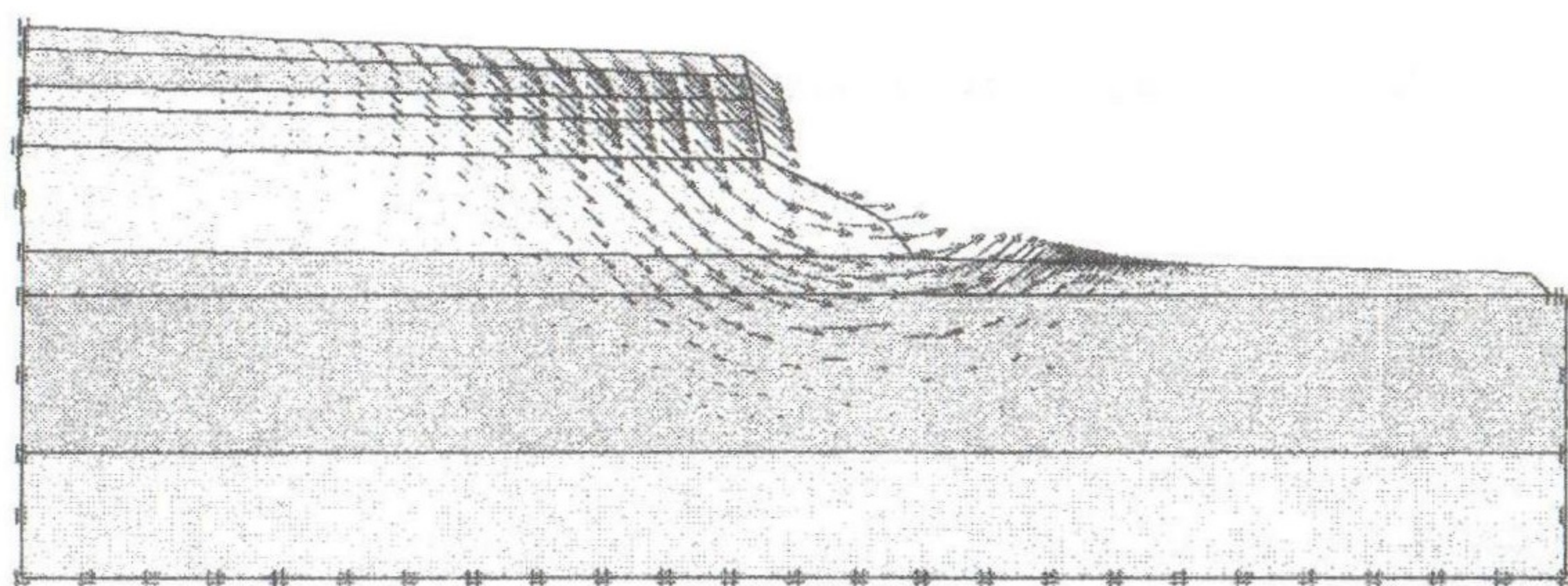


Рис.11. Схема перемещений грунтового массива

Из полученных результатов следует общий **вывод**. Прежде чем возводить на склонах какие либо сооружения, необходимо произвести тщательные геологические изыскания и выполнить расчет, наиболее полно учитывающий реальные свойства грунтов. Иначе такое строительство может привести к оползневому процессу и разрушению сооружения, которые не будут заранее выявлены.

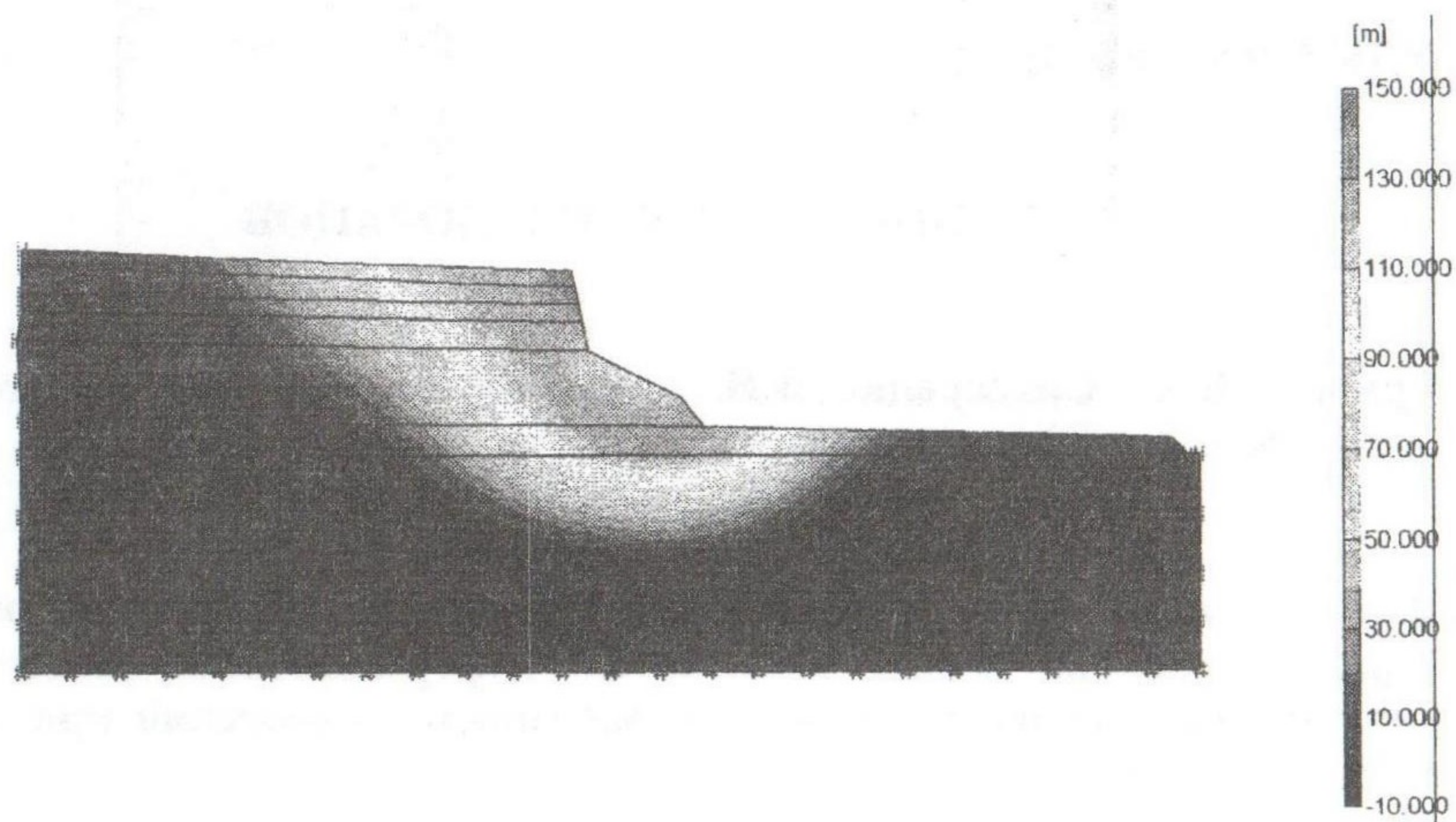


Рис. 12. Схема перемещений грунтового массива

Литература

1. Маслов Н. Н. Механика грунтов в практике строительства. – М.: Стройиздат, 1977, 320 с.
2. Емельянова Е. П. Основные закономерности оползневых процессов. – М.: Недра, 1972, 310 с.
3. Труды Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова, вып. 7. Материалы по изучению Одесских оползней. – Одесса, 1960, 159 с.
4. Зарецкий Ю. К. Моя жизнь в журнале “Основания, фундаменты и механика грунтов”. – М.: Изд. ЭСТ, 2005, 416 с.
5. Гришин В. А., Дорофеев В. С. Нелинейные модели конструкций, взаимодействующих с грунтовой средой. – Одесса, Завнішрекламсервіс, 2006, 242 с.
6. Гришин В.А., Дорофеев В.С. Некоторые нелинейные модели грунтовой среды. – Одесса, Внешрекламсервис, 2007. – 310с.