

**Выводы:**

Содержание возвышения наружного рельса в кривых радиусом 1000м и более по скоростям для грузовых поездов удовлетворяет нормам Инструкции ЦП774 по текущему содержанию пути и нормам по допускаемым скоростям движения. При существенном недостатке возвышения наружного рельса в кривой радиусом 600м поперечные нагрузки на рельсы упорной нити могут возрасти на 10-20%.

На участке Чокпарской дистанции пути следует ориентироваться в назначении возвышения наружного рельса в кривых на скорости грузовых поездов, учитывая меньшую осевую нагрузку пассажирского вагона и лучшее демпфирование нагрузки пассажирским вагоном, чем грузовым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исмагулова С.О., Ауесбаев Е.Т. Нормативные требования по содержанию железнодорожного пути на скоростных участках / Матер. Межд. научно-практ. конф. «Железнодорожный транспорт Казахстана: история и перспективы экономического роста», т2, Алматы, 2004, с. 56-59.

2. Мусаев С.К., Саржанов Т., Исмагулова С.О. Варианты прохождения скоростных линий на участке скоростных линий ж.д. Алматы-Астана и решение вопросов транспортных развязок г.Алматы и прилегающих к ней территорий /Материалы междунар. науч.практ. конф. «Инновационные процессы в организации перевозок на транспорте», посвященной 70-летию со дня рождения и 50- летию научного педагогического стажа к.т.н. профессора Бекжанова З.С., Алматы, КазАТК, 2008, с. 144-151.

3. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути ЦП774, 2003.

4. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь – М.,: Транспорт, 1987, 479 с.

***ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ,  
МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И  
ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ***

**УДК 624.131.537**

**Базанова Инна Амандыковна – к.т.н, доцент (Алматы, КазАТК)**

**ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ**

При проектировании горных автомобильных дорог необходимо предусмотреть постройку сооружений, обеспечивающих безопасность и бесперебойность движения в течение года, так как такие дороги подвержены действию оползней, обвалов горных пород, лавин и снежных заносов.

Перемещение горных пород может быть медленным – в виде оползней или сплывов и быстрым – падение, опрокидывание, скатывание в виде обвалов, камнепадов и осыпей.

Оползни возникают при неустойчивом положении горных пород и их смещении под действием собственного веса. Характерным для оползня является связность движущейся массы и наличие поверхности скольжения. Важнейший фактор образования оползня – действие поверхностной и подземной воды. Постройка дороги на оползневых

склонах без принятия защитных мер приводит к деформации земляного полотна или к его смещению вместе с оползнем (рисунок 1)



Рисунок 1- Оползень, разрушивший дорогу

Основные виды нарушения устойчивости откосов:

- оползни вращения, когда массы грунта сползают по криволинейным поверхностям скольжения (рис.2,а);
- оползни скольжения (прислоненный откос), когда массы грунта сползают по подстилающей породе (рис.2, б);
- оползни разжижения, когда в результате каких – либо воздействий происходит разжижение грунтов, и разжиженные массы перемещаются как вязкая жидкость;
- оползни медленного течения, когда грунт, как очень вязкое тело, постепенно сползает по склону, при этом поверхностные слои перемещаются быстрее ниже расположенных (рис. 2, в);
- обвалы, когда перемещаются поверхностные слои грунтов, не обладающие сцеплением;
- оползни обрушения, когда разрушается основание откоса (выдавливанием, суффозией и т. п.), и часть массива грунта откалывается, а иногда даже опрокидывается (рис. 2, г);

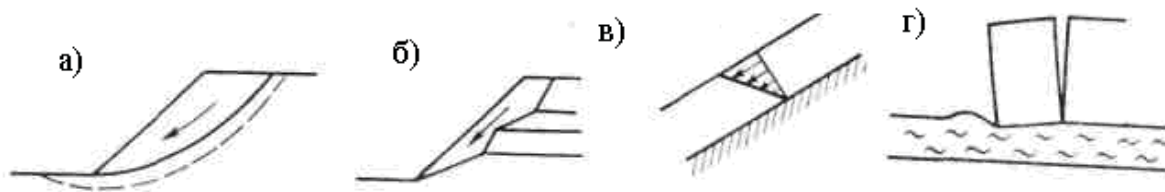


Рисунок 2 – Основные виды оползней

Потеря устойчивости откосов происходит в силу следующих причин:

- устранение естественной опоры грунта в результате разработки траншей и котлованов;
- увеличение внешней нагрузки на откос (складирование материалов, возведение сооружений);
- устройство недопустимо крутых откосов;
- увеличение веса и снижение сцепления и трения при его увлажнении.

В ряде случаев нарушение устойчивости происходит в результате влияния нескольких причин.

Вопрос о принятии мер по увеличению устойчивости откосов обычно возникает при нарушении или возможности нарушения их устойчивости по причинам, указанным выше. Причиной сползания естественных откосов часто является ранее происшедший оползень, поскольку он может существенно изменить их гидрогеологические условия, вызывая обводнение склонов.

До проведения каких – либо мероприятий по увеличению устойчивости существующих откосов необходимо тщательное инженерно – геологическое обследование района возможного оползня с бурением глубоких скважин. Обследованием устанавливаются напластование и свойства грунтов, режим подземных грунтовых вод, зависимость его от климатических особенностей района и от влияния застройки территории. Определяют также причины, которые могут повлечь развитие оползня. Затем приступают к разработке мероприятий.

Основной мерой по увеличению устойчивости откосов обычно является снижение влажности грунтов и исключение гидродинамического и гидростатического давления. С этой целью регулируют сток поверхностных вод, проводят дренирование подземных вод (глубокими дренами, штольнями, туннелями, колодцами) и другие мероприятия.

Для целей ориентировочных прогнозов с помощью алгоритма [1] оползневые – обвальные склоны аналогов достаточно разделить по степени их устойчивости на две категории: неустойчивые и относительно устойчивые.

К неустойчивым оползне -, обвалоопасным склонам, например, долины р. Иртыш, сложенных прочными трещиноватыми породами, отнесены склоны, в пределах которых имеются образования:

- обвальные, осыпные и другие гравитационные накопления на склонах средней крутизны  $30^{\circ}$  и более, незакрепленные, находящиеся в состоянии медленного смещения;
- элювиальные образования, которые обводнены или периодически увлажняются поверхностными водами;
- подготовленные к смещению блоки и пакеты пород, практически полностью отчлененные от основного массива широкими трещинами бортового отпора и разгрузки.

Коэффициент устойчивости названных склонов  $K_y \approx 1,0$ , т.е. – это склоны, находящиеся в состоянии предельного равновесия.

К относительно устойчивым склонам относятся следующие:

- участки современных склонов, а также поверхности отрыва современных и исторических оползней, в пределах которых породы слабо разгружены и выветрелые;
- старые и древние оползневые, обвальные, осыпные и другие гравитационные накопления на склонах крутизной менее  $30^{\circ}$ , закрепленные травянисто – кустарниковой и древесной растительностью, без следов медленных смещений;
- блоки пород, частично отчлененные от основного массива тектоническими трещинами без следов выветривания и разгрузки.

Коэффициент устойчивости отмеченных склонов  $K_y \geq 1,1$ .

На стадии ориентировочных прогнозов устойчивость оползневых – обвальных склонов, качественным признакам или с помощью традиционных расчетных классических методов часто оценить невозможно из – за отсутствия достоверных геологических данных о рассматриваемых склонах, породах, их слагающих, оползнях – обвалах.. Для разделения оползневых – обвальных склонов в подобных случаях можно рекомендовать алгоритмы теории распознавания образов, к числу которых относятся дискриминантные функции.

Разделив склон на две категории по степени их устойчивости с помощью отмеченного алгоритма осуществляется посредством сопоставления значений дискриминантных функций, построенных для объекта прогноза с пороговым значением функций, построенных для склонов-аналогов.

Пороговое значение функций  $D^*$  определяется из формулы:

$$D^* = (D' + D'') / 2, \quad (1)$$

где  $D'$  – средневзвешенное значение дискриминантной функции для выборки оползневых – обвальных склонов, обладающих так называемым целевым признаком  $X_0$ . Этот признак выбирается из группы регионально-геологических закономерностей формирования оползней – обвалов, установленных в ходе детального инженерно – геологического картирования склонов;  $D''$  – то же, но без целевого признака.

Применительно к условиям долины р. Иртыш в пределах участка створа плотины Бухтарминской ГЭС при детальном инженерно-геологическом картировании оползневых – обвальных склонов в пределах типичных (по условиям развития названных процессов) участков было установлено, что интенсивность, объемы, типы смещений пород со склонов зависят от особенностей строения и состояния склонов (являющихся регионально-геологическими и местными закономерностями формирования оползней – обвалов и признаками прогноза устойчивости склонов):

максимальное количество оползней, оползней – обвалов, обвалов приурочено к склонам, сформировавшимся во второй половине среднечетвертичного времени.

Было установлено, что объемы и интенсивность проявления на склонах оползней – обвалов разные в пределах склонов верхнечетвертичного, первой и второй половины среднечетвертичного и второй половины нижнечетвертичного времени. Обозначим их соответственно через  $X_1, X_2, X_3, X_4$ ;

типа поверхностей смещения и отчленения оползней – обвалов, среди которых встречены литогенетический контактный (обозначим его посредством переменной  $X_5$ ), тектонический контактный  $X_6$ , тектонический с зоной дробления  $X_7$  и литогенетический слоевой  $X_8$  типа поверхностей ослабления массива известняков;

характеристики формы склона в плане. Для условий долины р. Иртыш было установлено, что большинство склонов, с которых произошли оползневые – обвальные смещения пород, имели выпуклый профиль. На склонах с вогнутым профилем данные смещения пород не отмечены. Склоны сложного профиля в плане (выпукло-вогнутые, вогнутость внизу; вогнуто – выпуклые, вогнутость сверху; ступенчатые; ступенчато-выпуклые и т.п.) занимают промежуточное положение в отношении развития на них оползней-обвалов. Поэтому, применительно к местным условиям, данный признак прогноза рекомендуется принять в качестве целевого признака  $X_0$ . Обоснованием для этого может служить сильная корреляционная зависимость между формой склонов в плане и интенсивностью оползней-обвалов (при прочих равных условиях) с коэффициентом корреляции  $r = 0,89$ ;

типов заполнителей в зонах смещения и отчленения оползней – обвалов, среди которых встречены супесчаный карбонатный материал мягкопластичной консистенции  $X_9$  и супесчано-дресвяный рыхлого сложения, влажный  $X_{10}$ ;

углов между простираниями продольных (по отношению к склону), перечисленных выше поверхностей ослабления массивов карбонатных пород и отчленяющих блоки пород от основного массива, и направлением склонов. Среди этих углов рекомендуется выделять три интервала их изменений: от 0 до  $10^\circ$ , от 11 до  $20^\circ$ , от 21 до  $30^\circ$ ; обозначим их  $X_{11}$ ,  $X_{12}$ ,  $X_{13}$  соответственно;

углов падения поверхностей смещения (оползней) или отчленения (обвалов), среди которых целесообразно выделять пять интервалов их изменений:  $10-20^\circ$   $X_{14}$ ,  $21-30^\circ$   $X_{15}$ ,  $31-40^\circ$   $X_{16}$ ,  $41-50^\circ$   $X_{17}$ ,  $51-60^\circ$   $X_{18}$ .

По перечисленным признакам составим дискриминантную функцию:

$$D'' = W_1X_1 + W_2X_2 + W_3X_3 + W_4X_4 + W_5X_5 + W_6X_6 + W_7X_7 + W_8X_8 + W_9X_9 + W_{10}X_{10} + W_{11}X_{11} + W_{12}X_{12} + W_{13}X_{13} + W_{14}X_{14} + W_{15}X_{15} + W_{16}X_{16} + W_{17}X_{17} + W_{18}X_{18}, \quad (2)$$

причем  $X_i = 1$ , если для каждого из рассматриваемых оползневых (или обвальных) склонов установлен признак прогноза  $i$ ;  $X_i = -1$ , если такой признак не характерен для данных склонов.

Допустим, что имеется 136 качественно подобных природных аналогов. Их устойчивость известна и они составляют обучающую выборку. Анализ этой обучающей выборки показал, что 13 оползней-обвалов на склонах-аналогах располагаются в пределах верхнечетвертичных склонов с выпуклым в плане профилем  $X_0$ ; это допущение удобно записать в виде такого выражения  $X_1 \in X_0 = 13$ ; в пяти случаях (из 26 аналогов) оползни – обвалы произошли на склонах с выпуклым профилем, но иного возраста, что соответственно можно записать  $X_0 \notin X_1 = 5$ . В пяти случаях прогнозируемые  $Y_0$  оползни – обвалы встречены на верхнечетвертичных склонах с невыпуклым профилем, т.е.  $Y_0 \in X_1 \notin X_0 = 5$ ; в трех случаях из имеющихся 26 прогнозируемые оползни – обвалы располагаются на склонах другого возраста, не имеющих выпуклого профиля, т.е.  $Y_0 \notin X_1 \notin X_0 = 3$ . Подставив значения  $a = 13$ ,  $b = 15$ ,  $c = 5$ ,  $d = 3$  в формулы (3), (4), вычислим коэффициент согласованности  $W$  ( $q$ ) верхнечетвертичных склонов  $X_1$  со склонами, имеющими выпуклый в плане профиль  $X_0$  (или косвенных признаков прогноза с целевым признаком прогноза),  $W_{X_1X_0} = 0,10$ . Аналогично определяются остальные коэффициенты согласованности, значения которых для рассматриваемого примера приведены ниже:

$$W_{X_1X_0} = 0,10; W_{X_2X_0} = 0,087; W_{X_3X_0} = 0,0097; W_{X_4X_0} = 0,015; W_{X_5X_0} = -0,250; W_{X_6X_0} = -0,019; W_{X_7X_0} = -0,170; W_{X_8X_0} = -0,033; W_{X_9X_0} = 0,049; W_{X_{10}X_0} = -0,190; W_{X_{11}X_0} = 0,200; W_{X_{12}X_0} = 0,0057; W_{X_{13}X_0} = -0,018; W_{X_{14}X_0} = 0,048; W_{X_{15}X_0} = 0,047; W_{X_{16}X_0} = 0,105; W_{X_{17}X_0} = -0,011; W_{X_{18}X_0} = -0,090.$$

Подставим значения коэффициентов согласованности в формулы (2) и получим выражение дискриминантной функции

$$D = 0,10 X_1 + 0,087 X_2 + 0,0097 X_3 + 0,015 X_4 + 0,25 X_5 - 0,019 X_6 - 0,17 X_7 - 0,033 X_8 + 0,049 X_9 + 0,20 X_{11} + 0,0057 X_{12} - 0,018 X_{13} + 0,048 X_{14} - 0,19 X_{10} + 0,105 X_{16} - 0,011 X_{17} - 0,09 X_{18} \quad (3)$$

В формулу (3) для всех  $X_i$  подставляется 1 или -1 и определяется средневзвешенное значение дискриминантной функции для двух совокупностей оползней – обвалов:

содержащих целевой признак  $X_0$ , т.е. для оползней, расположенных на склонах с выпуклым профилем

$$D' = (0,10 \cdot 3 + 0,087 \cdot 51 + 0,015 \cdot 10 - 0,25 \cdot 26 + 0,0097 \cdot 21 - 0,019 \cdot 30 - 0,17 \cdot 28 - 0,033 \cdot 1 + 0,049 \cdot 25 - 0,19 \cdot 18 + 0,20 \cdot 41 + 0,0057 \cdot 12 - 0,018 \cdot 7 + 0,047 \cdot 15 + 0,105 \cdot 23 - 0,011 \cdot 34 - 0,09 \cdot 2) / 85 = 0,0257;$$

совокупность оползней без  $X_0$ , т.е. расположенных на склонах с невыпуклым профилем

$$D'' = (0,10 \cdot 8 + 0,087 \cdot 26 + 0,015 \cdot 12 - 0,25 \cdot 5 + 0,097 \cdot 30 - 0,019 \cdot 19 - 0,17 \cdot 26 - 0,033 \cdot 2 + 0,049 \cdot 12 - 0,19 \cdot 20 + 0,2 \cdot 36 + 0,0057 \cdot 8 - 0,018 \cdot 5 + 0,048 \cdot 1 + 0,047 \cdot 4 + 0,105 \cdot 19 - 0,011 \cdot 21 - 0,09 \cdot 5) / 51 = 0,0678$$

Критические значения линейной дискриминантной функции (2) после подстановки значений для выборки оползневых – обвальных склонов с целевым признаком ( $D'$ ) и без него ( $D''$ )

$$D^* = (0,0257 + 0,0678) / 2 = 0,0467.$$

При этом предполагается, что стандартные отклонения от дискриминантных функций равны между собой.

Оползневые склоны, значения дискриминантной функции, у которых окажутся больше ее критического значения, т.е.  $D_i > D^*$ , следует считать относительно устойчивым. Напротив, если  $D_i < D^*$ , эти склоны являются неустойчивыми.

Оценка величины ошибки прогноза выполняется по экзаменационной выборке, поскольку число склонов – аналогов для рассматриваемого примера более, чем в 5 раз, превышает число признаков прогноза и равно 136 против 90 допустимых предлагаемой методикой. Вероятности ошибок следующие:

– отнесения устойчивого склона к неустойчивому

$$P_{12} = \frac{1}{136} = 0,007.$$

– отнесения неустойчивого склона к устойчивому

$$P_{21} = \frac{0}{136} = 0$$

Применяемый подход к построению дискриминантной функции можно обосновать таким образом. Признаки прогноза, положительно связанные с целевым признаком  $x_0$  в объектах, обладающих им, в среднем будут встречаться чаще, чем в объектах, не обладающих этим признаком, и тем чаще, чем сильнее их связи. Наоборот, признаки, отрицательно связанные с признаком  $x_0$ , в объектах, обладающих им, будут обнаруживаться реже, чем в объектах, не обладающих им, и тем реже, чем сильнее их связи. Поэтому, если просуммировать оценки мер связи в соответствии с отсутствием или присутствием признаков  $x_1, x_2, \dots, x_m$  в данном объекте  $Y_k$ , то сумма будет, вероятно, зависеть от того, обладает ли этот объект целевым признаком или нет.

### Выводы

Область работы данных ориентировочных прогнозов распространяется на склоны с признаками прогноза, вошедшими в обучающую выборку. При необходимости расширить ту область за счет, например, ввода новых признаков прогноза, характеризующих тот или иной вид строительной деятельности человека, необходимо определить коэффициенты согласованности целевого признака с интересующими антропогенными признаками прогноза и оценить новые значения дискриминантной функции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по прогнозу устойчивости обвально – оползневых склонов //М., ПНИИИС, Стройиздат, 1986, 120 с.
2. Браславский В.Д., Львович Ю.М., Грицюк Л.В и др. Противооползневые конструкции на автомобильных дорогах. М., Транспорт, 1985, 301с.
3. Байнатов Ж.Б., Тулебаев К.Р. Защита автомобильных дорог от оползней, обвалов и осыпей // М., Автомобильные дороги, Информавтодор, 1996, №2, с 52-55.
4. Базаров Р.Б., Базанова И.А., Байнатов Ж.Б., Опасные природные явления в Зайлийском Алатау и способы защиты //Алматы, КазГАСА, 2005, 160 с.
5. Байнатов Ж.Б., Тулебаев К.Р., Базанова И.А. Инженерная геология и защита дорог от опасных природных явлений. Алматы, КазАТК, 2010, 440 с.

---

***ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ***

**УДК 629.08.**

**Бекетов Бауржан Шакирович – к. т. н. (Актобе, ВИ СВО)**

**Куатов Бауржан Жолдыбаевич – соискатель (Актобе, ВИ СВО)**

**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЗАМЕДЛИТЕЛЯ  
БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ВАГОНОВ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКЕ**

Переход казахстанской экономики на рыночные условия хозяйствования сформулировали новые требования к характеру функционирования железнодорожной отрасли.

Не исключением в этом ряду являются системы сортировки составов, осуществляемые на сортировочных станциях.

Одной из основных задач, решаемых в процессе расформирования составов на сортировочных горках, является определение оптимальной скорости скатывания отцепов по спускной части горки и по путям подгорочного парка, оптимальной, с точки зрения разводки отцепов на горочных стрелках, достаточной для достижения отцепом заданной точки остановки в сортировочном парке, причем с безопасной скоростью соударения с уже накопленными на пути вагонами. Другой, не менее важной задачей, является реализация такой скорости с помощью имеющихся на сортировочной горке средств.

Для решения задачи реализации расчетных скоростей движения отцепов по спускной части горки и путям подгорочного парка применяются вагонные замедлители. Применяемые в ряде западных стран вагоноосаживатели у нас в стране не нашли применения. Это связано, во-первых, с суровыми климатическими условиями, а во-вторых, с особенностями в организации технологического процесса расформирования поездов, при котором длина и вес отцепов, спускаемых с горки, не регламентированы. Так ни один вагоноосаживатель, кроме маневрового локомотива не справится с 20-вагонным отцепом, состоящим из груженых грузом полувагонов.

Использование регулировщиков или, так называемых «башмачников», уходит в прошлое, так как степень риска и ответственности, которая ложится на человека, бегающего в парке под колесами движущихся неуправляемых вагонов, несовместима с такими понятиями как «культура труда» и «цивилизованное общество».