

**АЛИМБЕТОВА АЛИЯ ЖАРЫЛКАГАНОВНА**

**Защита от оползней в водонасыщенных грунтах с использованием  
коробчатых габионов**

05.26.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Республика Казахстан  
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева

**Научные руководители:** доктор технических наук  
Сулеев Д.К.  
кандидат технических наук  
Омирбай Р.С.

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук  
Кошумбаев М.Б.  
кандидат технических наук  
Жакан М.А.

**Ведущая организация:** Институт горного дела имени Д.А. Кунаева

Защита состоится «28» декабря 2010 года в 16.30 на заседании диссертационного совета Д 14.61.25 при Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, корпус НК, 1 этаж, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева.

Автореферат разослан «27» ноября 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор технических наук

М.Т. Жараспаев

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** Возникновение оползней имеет целый ряд механических причин, и это необходимо учитывать при изучении отдельного явления или при оценке опасности. Одно из наиболее общих условий для статического состояния – это, конечно, наличие склона, так как для появления касательных напряжений, в результате которых может начаться скольжение, необходима составляющая силы тяжести, направленная тангенциально к поверхности. Горизонтальные ускорения при землетрясении также могут создать такое усилие и вызвать смещение даже при горизонтальном положении плоскости основания.

Оползень возникает тогда, когда направленная вдоль склона составляющая сил, действующих на некоторую массу рыхлого грунта или скальных пород, оказывается больше прочности материала или больше его сопротивления скалыванию. Переход от устойчивого состояния к началу скольжения означает, что в результате каких-то причин изменилось либо усилие, действующее на горные породы склона, либо сопротивление этих пород. Исследуя компоненты, образующие суммарную силу, приложенную к материалу, и его сопротивление скалыванию, можно установить, какие причины привели к началу оползания и каков механизм этого оползания.

Согласно физическому определению, сила равна произведению массы материала, к которому она приложена, на получаемое этой массой ускорение. В случае оползня, начинающегося при статических условиях, ускорение создается силой тяжести, которая действует в вертикальном направлении и может быть разложена на две составляющие: параллельно и перпендикулярно к склону. Следовательно, увеличение силы, вызывающей обрушение, может быть обусловлено либо возрастанием массы материала, либо увеличением ускорения.

Одним из способов защиты от оползней является использование гобионов коробчатых конструкций заводского изготовления в форме параллелепипеда из металлической сетки двойного кручения с шестиугольными ячейками, разделенны на секции при помощи диафрагм.

Недостаток известных конструкций гобионов является отсутствие надежных связующих стержней, которые цепляли бы соседние габиионы, тем самым предотвращая сползание их.

Также следует отметить, что практически отсутствуют методы исследования оползневых процессов.

Отсутствуют математические модели возникновения оползней при воздействии водной массы.

Исходя из этого в работе была поставлена задача создания устройства для исследования оползневых процессов.

**Объектом исследования** являются оползневые процессы, вызывающие чрезвычайные ситуации и ущерб экономике.

**Основная идея работы** заключается в изучении процессов оползневых движений почвы, разработке методики исследования оползневых процессов, разработке технических мероприятий по торможению оползней.

**Целью работы** является исследование оползневых процессов и разработка технических мероприятий по защите от оползневых процессов.

**В соответствии с целью работы в диссертации поставлены следующие задачи:**

- провести анализ научной литературы и патентный поиск по проблеме защиты от оползней; методам исследования оползневых процессов;
- разработать математическую модель возникновения оползней по силовой схеме при воздействии водной среды;
- разработать устройство по изучению оползневых процессов;
- разработать технические мероприятия по торможению оползневых процессов;
- разработать рекомендации по снижению опасностей оползневых явлений.

**Основные научные положения, выносимые на защиту:**

- математическая модель возникновения оползня при воздействии водной массы;
- габионы прямоугольной формы, отличающиеся наличием телескопических выдвижных стержней, удерживаемые легкоплавким материалом.

**Научная новизна работы состоит в следующем:**

- разработано устройство для исследования оползневых процессов содержащее наклонную плоскость, модель оползня, грузы к модели, механизм изменения угла наклона плоскости, вещества, изменяющие скорость скольжения модели оползни;
- противооползневые конструкции в виде коробчатых габионов, имеющие специальные телескопически выдвигающиеся удерживающие стержни, обеспечивающиеся надежное крепление габионов, при этом длина зацепления стержня составляет  $(0,5-0,7)$  высоты габиона;
- математическая модель возникновения оползней на склоне с инициированием водной массы определяемая углом наклона плоскости скольжения массой и скоростью и перемещения массива оползневых пород.

**Обоснованность и достоверность научных положений обеспечиваются** использованием теоретических положений оползневых явлений, достаточной сходимостью расчетных и экспериментальных данных по исследованию оползневых процессов, положительными результатами опытно-промышленной проверки на производственных предприятиях.

**Методы исследований.** В работе использована комплексная методика исследований, включая аналитический обзор, патентный поиск и обобщение отечественного и зарубежного опыта, физическое моделирование, натурные испытания, а также применение математической статистики.

**Практическая значимость** работы состоит в создании устройства для исследования оползневых процессов, разработке новых конструкций габионов с телескопическими стержнями для крепления.

**Личный вклад автора в науку.** Осуществлен критический анализ литературы по оценке оползневых процессов, разработаны устройство для исследования оползневых процессов и конструкции габионов с

телескопическими удерживающими стержнями.

**Связь диссертации с планами НИР.** Работа выполнялась в соответствии с планом научно-исследовательских работ Казахского национального технического университета имени К.И.Сатпаева.

**Реализации результатов работы:** Результаты работы внедрены в учебном процессе КазНТУ имени К.И.Сатпаева, испытана на предприятиях РК.

**Апробация работы.**

– VII-ой и VIII-ой Международных научно-технических конференциях «Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности», КазНТУ, г.Алматы, 2005 г. и 2006 г.;

– VI-ой, IX-ой, X-ой и XI-ой Международных научно-технических конференциях. «Новое в безопасности жизнедеятельности (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология, экономические, правовые и психологические аспекты БЖД, логистика)». КазНТУ, Алматы, 2004г., 2008г. и 2010г.;

– постоянно-действующем научно-техническом семинаре «Проблемы охраны труда, окружающей среды и защиты в чрезвычайных ситуациях», КазНТУ, г.Алматы, 2002–2010гг.;

– Труды III-й международной казахстанской металлургической Конференции «Казахстанской Магнитке 50 лет», Теміртау–2010 г.

**Публикации по теме диссертации:** опубликованы 19 научных трудов в том числе 13 тезисов докладов на Международных специализированных научно-технических конференциях по чрезвычайным ситуациям.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключение, списка использованных источников из 112 наименований, содержит 120 страниц компьютерного набора, в том числе 33 рисунка, 25 таблиц, а также 5 приложений.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Исследование оползней и борьбы с ними – актуальная работа государственной важности. В настоящее время научные работы, связанные с закреплением оползневого склона, отстают от уровня требований современной науки и техники.

Оползни относят к геодинамическим явлениям. Эндогенные и экзогенные процессы находятся в тесном непрерывном взаимодействии и противоречии, которые приводят к формированию лица Земли и ее рельефа.

За последние 40–50 лет в качестве меры по повышению устойчивости оползневых склонов применяют конструкции по механическому содержанию оползневых масс, в частности, удерживая противооползневые сооружения из буронабивных свай. Однако, это дорогостоящее мероприятие. Также большой проблемой является методика исследования оползневых процессов. Исследовать оползни сложно из-за их динамики. Очень быстрые оползни исследовать сложно (например, 3 м/с – исключительно быстрые) из-за опасности для исследователя. Очень медленные (0,06 м/год – исключительно медленные) иссле-

довать сложно из-за длительности процесса. Анализ литературы не позволил выявить эффективные способы исследования оползней. Поэтому в работе была решена задача создания устройства для исследования оползневых процессов в лабораторных условиях. Установка состоит из основания двух вертикальных стоек, на которых крепится наклонная плоскость, через штырь, вставленный в отверстия крепления наклонной плоскости. Модель оползня выполняет брусок. В таблице 1 приведены результаты исследования.

Таблица 1 – Зависимость скорости движения модели оползня от угла наклона плоскости скольжения

№	Материал модели оползня и наклонной плоскости	Угол наклона оползня $\alpha$ , град.	Скорость модели оползня V, см/с	Время движения оползня t, сек	Масса модели оползня m, грамм	Коэффициент трения оползня, ?
1	Дерево/ Стекло	25	86,7	0,68	838,7	0,28
		30	101,7	0,58		
		35	134,1	0,44		
2	Дерево/дерево	25	68,2	0,86	838,7	0,5
		30	72,8	0,81		
		35	134,1	0,44		
3	Стекло/стекло	25	147,5	0,4	838,7	0,07
		30	168,5	0,35		
		35	268,2	0,22		
4	Стекло/дерево	25	131,1	0,45	180,1	0,28
		30	168	0,35	329,8	
		35	236	0,25	439,2	
5	Дерево/пластмасса	25	34,7	1,7	180,1	0,5
		30	73,7	0,8	329,8	
		35	89,2	0,7	439,2	
6	Пластмасса/стекло	25	45,3	0,45	180,1	0,28
		30	464	0,40	329,8	
		35	53,6	0,31	439,2	
7	Пластмасса/пластмасса	25	56,2	1,04	180,1	0,012
		30	65,5	0,90	329,8	
		35	84,2	0,70	439,2	

Из таблицы 1 видно, что при увеличении угла наклона плоскости скольжения от 25 до 30 градусов (модель оползня из дерева, плоскость скольжения – из стекла) скорость движения модели оползня увеличивается от 86,7 см/с до 101,7 см/с.

При увеличении угла наклона от 30 градусов до 35 градусов, скорость модели оползня увеличивается от 101,7 см/с до 134,1 см/с.

Если модель оползня и плоскость скольжения изготовлены из дерева, скорость модели оползня увеличивается от 68,2 см/с до 134,1 см/с. При усло-

вии, что модель оползня и плоскость скольжения из стекла, скорость модели оползня увеличивается от 147,5 см/с до 268,2 см/с.

При скольжении стеклянной модели оползня по деревянной плоскости скольжения, скорость модели оползня увеличивается от 131,1 см/с до 236 см/с.

Если деревянная модель оползня скользит по пластмассовой плоскости скольжения, то скорость движения модели оползня увеличивается от 34,7 см/с до 84,2 см/с (при изменении угла наклона от 25 до 35 градусов). Пластмассовая модель оползня, скользя по стеклянной плоскости увеличивает скорость движения от 45,3 см/с до 53,6 см/с. Если модель и плоскость скольжения изготовлены из пластмассы (фторопласт 4М ГОСТ 10007–80), то скорость движения модели оползня увеличивает скорость от 56,2 см/с до 84,2 см/с.

На рисунке 1 представлены результаты исследования скорости модели оползня в зависимости от угла наклона плоскости скольжения и вида материала, использованного для изготовления скользящих элементов.

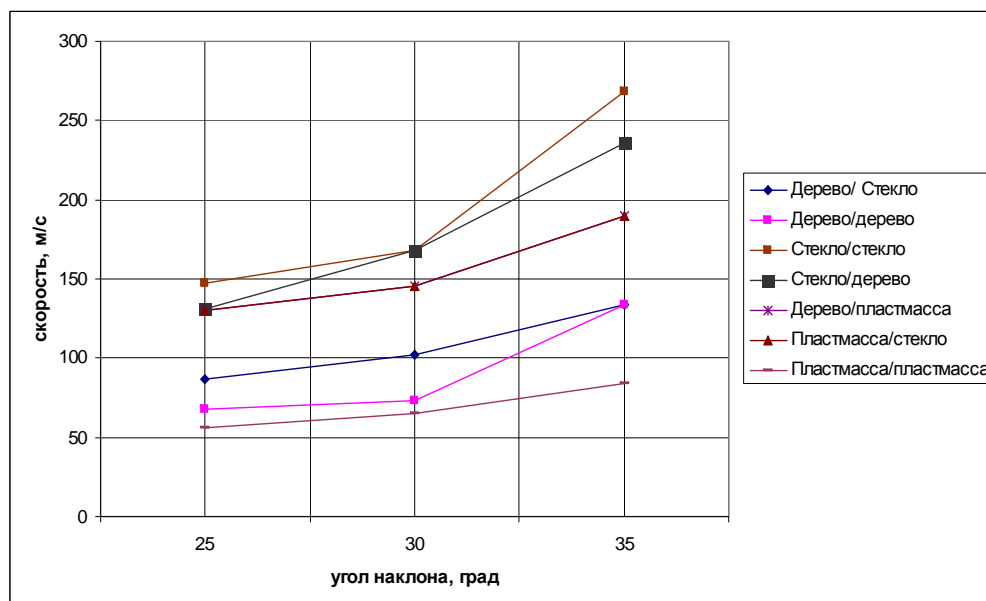


Рисунок 1 – Зависимость скорости движения модели оползня от угла наклона плоскости скольжения

Теоретическое обоснование формирования оползней в условиях горной местности при воздействии водной массы состоит в следующем.

Оползни происходят из-за нарушения горных пород.

Интерес представляет модель создания оползневого потока (рис. 2).

К определению условий возникновения оползня с инициированием его водой.

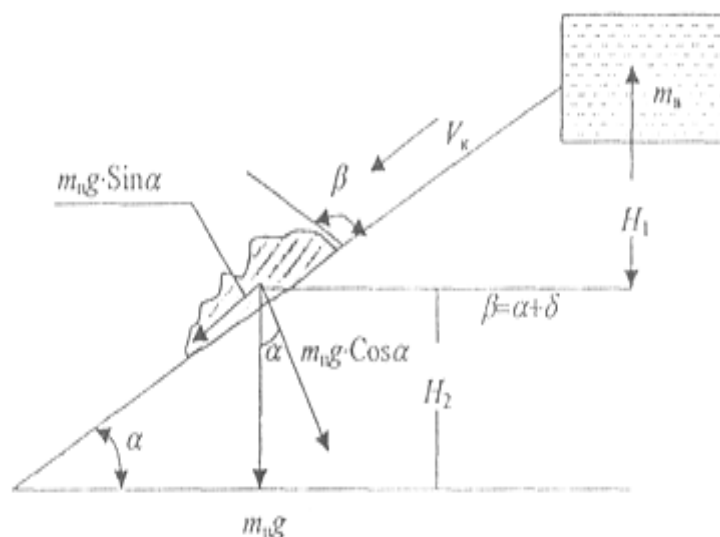


Рисунок 2 – Модель создания оползневого потока

Природная емкость заполненная водой, находится на отметке  $H_1$  к плоскости центра масс транспортируемого навала горной породы. Центр массы пород  $m_n$  находится на высоте  $H_2$  над плоскостью конечного пункта транспортировки.

Потенциальная энергия воды выразится в виде:

$$\mathcal{E}_в = m_в \cdot g (H_1 + H_2), \text{ Дж}, \quad (1)$$

Потенциальная энергия горных пород в грунте выразится в виде:

$$\mathcal{E}_п = m_п \cdot g \cdot H_2, \text{ Дж}, \quad (2)$$

Общий запас потенциальной энергии воды и породы составит:

$$\mathcal{E} = g [m_в (H_1 + H_2) + m_п] \quad (3)$$

Указанная потенциальная энергия затрачивается на перемещение горной массы до нулевой отметки и частично на преодоление сил сцепления грунта, удар при остановке оползня и разрушение кусковатой горной массы в потоке. Следовательно,

$$W = \frac{m_п \cdot V_{cp}^2}{2} + W_{уд} + W_p, \quad (4)$$

Где  $V_{cp}$  – средняя скорость на интервале  $\tau$  движения пород горной массы.

Если предположить, что породы в потоке движутся с ускорением  $g$  свободного падения тела, т.е. как и вода, тогда:



$$V_{cp} = \frac{1}{2} \sqrt{2g H_2} = \sqrt{g \frac{H_2}{2}} . \quad (5)$$

Для конкретных условий:

$$W_{уд} = W_p = \xi W_k , \quad (6)$$

тогда

$$W = \frac{1}{4} (1 + \xi) M_n \cdot g \cdot H_2 \quad (7)$$

Совершенно ясно основное необходимое условие возникновения оползня выразится в виде:

$$\Xi \geq W$$

или

$$[m_g (H_1 + H_2) + m_n] \geq \frac{1}{4} (1 + \xi) m_n \cdot H_2 \quad (8)$$

Поделив правую и левую часть неравенства (8) на  $m_n$ , тогда получается:

$$\frac{m_n}{m_n} [(H_1 + H_2) + 1] \geq \frac{1}{4} (1 + \xi) m_n \cdot H_2 \quad (9)$$

Откуда получается:

$$\frac{m_n}{m_n} \geq \frac{1}{4} \cdot \frac{(1 + \xi) H_2 - H_2}{H_1 + H_2} \geq \frac{1}{4} \cdot \frac{\xi \cdot H_2}{4(H_1 + H_2)} \quad (10)$$

Таким образом получен довольно важный результат, который позволяет устанавливать соотношение массы воды –  $m_v$  к массе горной породы в простейшем виде в функции от трех параметров  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $\xi$ , из которых только коэффициент  $\xi$  является случайной величиной, определяемой экспериментально.

Из условия (10) следует

$$m_g \geq \frac{m_n}{4} \cdot \frac{(1 + \xi) H_2}{(H_1 + H_2)} - m_n \quad (11)$$

или

$$m_g \geq m_n \cdot \left[ \frac{(1 + \xi) H_2}{4(H_1 + H_2)} - 1 \right] \quad (12)$$

Силовая модель возникновения оползней на склонах.

Полученное по энергетической модели необходимое условие (12) может оказаться недостаточным для развития (начала) оползня. Поэтому необходимо рассмотреть силовую схему действия потока воды на горную массу после его пропитки.

Необходимо ввести понятие активных  $F_A$  и пассивных (тормозящих) сил  $F_n$ , препятствующих началу движения горной массы. Здесь, видимо, с большим запасом надежности следует достаточное условие начала оползня.

$$F_A \geq F_n \quad (13)$$

Активные силы возникают от приложения сил движущейся массы воды  $V_k$  и встречающейся на своем пути фронта навала горной массы общим сечением –  $S_n$ .

Из теории фильтрации воды можно записать:

$$F'_A = C \frac{V_k^2}{2} \cdot \gamma \cdot S_n \quad (14)$$

К активным следует добавить и составляющую веса пород, находящихся на наклонной плоскости, т.е. (рис.3)

$$F''_A = m_n \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (15)$$

Таким образом, получается:

$$F_A = C \frac{V_k^2}{2} \cdot \gamma \cdot S_n + m_n \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (16)$$

К определению сил, действующих на массу горных пород

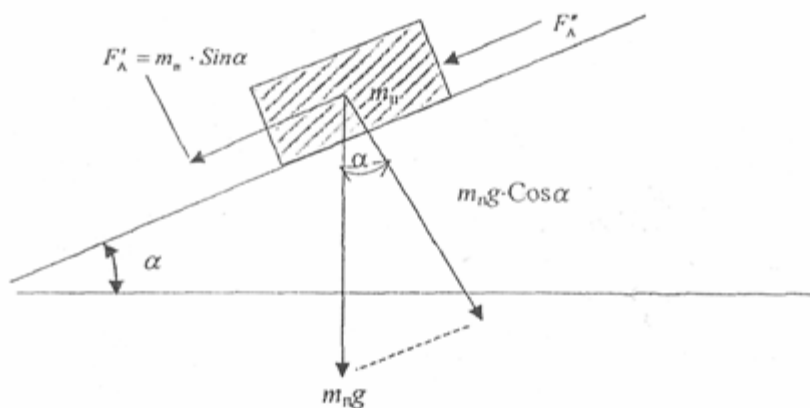


Рисунок 3 – Силы, действующие на массу горных пород

Очевидно, пассивные силы выразятся в виде:

$$F_n = m_n \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot |f_{TP}(0) + f_{cu}| \quad (17)$$

где  $f_{mp}(0)$  – коэффициент трения покоя навала горной массы по кровле вскрываемой залежи;

$f_{cu}$  – коэффициент трения сцепления горной породы, который определяется экспериментально.

Заранее априори можно утверждать, что  $f_{mp}(0)$  во много раз больше, чем величина  $f_{cu}$ , т.е.  $f_{mp}(0) \gg f_{cu}$ , поэтому в некоторых случаях, особенно для рыхлых грунтов сцеплением можно пренебречь.

Следуя теории акад. Е.И. Шемякина о наличии масштабного коэффициента при подвижности больших оползней, получается:

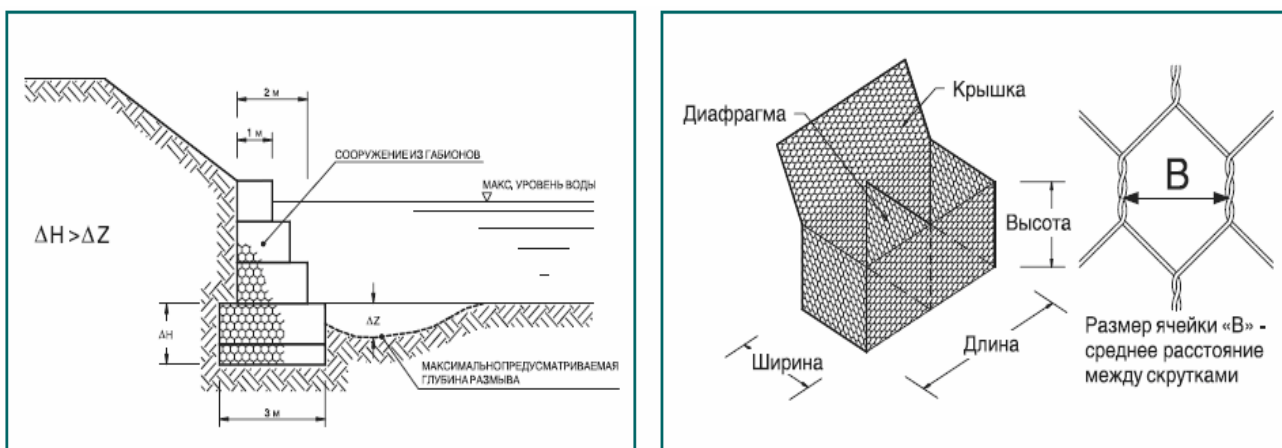
$$f_{TP}(0) \gg f_{TP}(\tau) \quad (18)$$

где  $f_{cu}(\tau)$  – коэффициент трения навала горной массы о почву при его движении по руслу в горной выработке.

Из условия следует, что вся задача по возникновению оползня состоит в детонации или начале движения навала горной массы. После чего будет развиваться и увеличиваться скорость перемещения и его массы.

Способы защиты от оползней характеризуются дороговизной, использованием сложного оборудования (забивание свай, дренаж), поэтому редко используются на практике.

Одним из экономичных способов защиты от оползней является применение коробчатых габионов, заполненных камнем, глиной, песком. По правилам работы с габионами, их сцепляют сеточным элементом.



Длина (м)	Ширина (м)	Высота (м)	Допуски
2	1	0,5; 1	длина +/- 5% ширина +/- 5% высота +/- 5%
3	1	0,5; 1	
4	1	0,5; 1	
1,5	1	1	

Рисунок 4 – Коробчатые габионы при торможении оползней

Но этого явно недостаточно. Поэтому была поставлена задача – разработать коробчатые габионы с повышенной устойчивостью. Это достигали за счет стержней, установленных в направляющих (на гранях и вне граней) параллелипида.

В таблице 2 представлены результаты исследования влияния размеров крепежных элементов габионов на прочность сцепления.

Крепящий стержень диаметром 14,97 мм устанавливается внутри направляющей. Длина крепящего стержня изменяется от 100 до 450 мм. Длина крепящего стержня, входящего во второй габион, изменялась от 50 мм до 250 мм.

Как видно из таблицы 2 оптимальными размерами крепящего стержня являются 14,97 мм (диаметр стержня) и (125–180) мм – длина стержня.

Прочность сцепления габионов оценивали на устройстве ИСГ–10 для оценки устойчивости габионов.

Устройство состоит из основания, упоров, разрывной машины, динамометра, крюка.

Коробчатые габионы устанавливаются один на другого (четыре габионы) и крепятся стержнями. Упоры фиксируют три габиона. Разрывная машина через крюк, динамометр и трос производит действие для отрыва четвертого габиона от нижних.

В таблице 3 представлены результаты исследования влияния габаритных размеров коробчатых габионов на эффективность их использования на практике. Размеры габионов были следующие: 1,5x1x0,5м; 2x1x0,5м; 2,5x1x0,5м; 3x1x0,5м; 3,5x1x0,5м; 4x1x0,5м; 4,5x1x0,5м; 5x1x0,5м. На устройстве ИСГ–10 исследовали прочность сцепления габионов. Оптимальными размерами были выбраны 1,5x1x0,5м; 2x1x0,5м; 2,5x1x0,5м. Остальные габаритные размеры габионов признаны неоптимальными из-за неудобства в работе, из-за большой длины.

В таблице 4 приведены результаты исследования влияния способа сцепления габионов на устойчивость конструкции. Исследовали габионы с габаритами: 3x2x0,5м; 3x1x1м; 2x1x0,5м. Сцепление габионов обеспечивалось как горизонтальными, вертикальными, так и вертикально–горизонтальными стержнями. Прочность сцепления и устойчивость конструкции оценивалась на устройстве ИСГ–10, как показали экспериментальные исследования, прочность сцепления габионов при вертикально–горизонтальном креплении в 3,5 раза выше, чем при горизонтальном или вертикальном креплении.

На рисунке 4 представлены конструкции коробчатых габионов. Как видно из рисунка 4 (слева), габионы устанавливаются друг над другом в основании оползня. Недостатком противооползневой конструкции является недостаточное сцепление габионов.

Таблица 2 – Влияние размеров крепежных элементов габионов на прочность сцепления

Модель габионов	Внутренний диаметр направляющей, мм	Наружный диаметр направляющей, мм	Диаметр крепящего стержня, мм	Длина крепящего стержня, мм	Длина крепящего стержня, обеспечивающий сцепление, мм	Прочность сцепления, МПа	Характеристика крепления
АЖ–1гб	15	17	14,97	100	50	68	Недостаточное
АЖ–1гб	15	17	14,97	150	75	70	Слабое
АЖ–1гб	15	17	14,97	200	100	95	Слабое
АЖ–1гб	15	17	14,97	250	125	120	Оптимальное
АЖ–1гб	15	17	14,97	300	150	125	Оптимальное
АЖ–1гб	15	17	14,97	350	180	128	Оптимальное
АЖ–1гб	15	17	14,97	400	200	88	Слабое
АЖ–1гб	15	17	14,97	450	250	87	Слабое

Таблица 3 – Влияние ширины рамы в зависимости от формы и скорости движения на график

Модель буна	Размеры буна, м	Процент сцепления, МПа	Удобство работы	неосаки	выход
АЖ156	15?1.05	120	удбно	–	Квернио
АЖ26	2?1.05	122	удбно	–	Квернио
АЖ256	25?1.05	119	удбно	–	Квернио
АЖ36	3?1.05	105	неудбно	Пыление на диа	Нерасмат дочно
АЖ356	35?1.05	101	неудбно	Пыление на диа	Нерасмат дочно
АЖ46	4?1.05	95	неудбно	Пыление на диа	Нерасмат дочно
АЖ456	45?1.05	94	неудбно	Пыление на диа	Нерасмат дочно
АЖ56	5?1.05	92	невозмо ж работа	Большая пыль	Нерасмат дочно

Таблица 4 – Визуальное определение биогенной структуры

Модельная	Габрильм	Способ реления	Пронность деления мм	Качественная характеристика деления
АЖ321б	3:2:05	Вариантный	100	Неделение
АЖ321б	3:2:05	Грибчатый	95	Неделение
АЖ31б	3:2:05	Варианто- грибчатый	30	Хрустальное деление
АЖ311б	3:1:1	Вариантное	95	Неделение
АЖ311б	3:1:1	Грибчатое	80	Неделение
АЖ311б	3:1:1	Варианто- грибчатое	30	Хрустальное деление
АЖ21б	2:1:05	Вариантное	75	Неделение
АЖ21б	2:1:05	Грибчатый	65	Неделение
АЖ21б	2:1:05	Варианто- грибчатый	20	Хрустальное деление

Экономическая эффективность мероприятий по защите от оползней определяется соотношением полученного экономического эффекта (выгоды В, тенге) и понесенных для его получения затрат З, тенге.

В экономическом эффекте учитывают вероятные потери при воздействии оползня на окружающую среду, дороги, здания, людей.

Для оценки экономической эффективности использованы показатели чистого и общего (абсолютного) экономического эффекта. Показатель чистого экономического эффекта (годового экономического эффекта  $\mathcal{E}_r$ ) определяется по формуле\*:

$$\mathcal{E}_r = B - Z, \text{ тенге}$$

$$Z = 2\,000\,000 \text{ тг.}, B = 4\,500\,000 \text{ тг}$$

$$\mathcal{E}_r = 4\,500\,000 - 2\,000\,000 = 2\,500\,000 \text{ тг/год}$$

Чем больше годовой экономический эффект  $\mathcal{E}_r$ , тем выше экономическая эффективность мероприятия. В затраты входит стоимость изготовления габионов, транспортировка их, установка у основания оползня.

Затраты З на реализацию мероприятия рассчитываются по формуле\* :

$$Z = E_n K + C,$$

$$Z = 0,08 \cdot 12\,000\,000 + C = 960\,000 + 1\,040\,000 = 2\,000\,000 \text{ тг}$$

$$K = 12\,000\,000 \text{ тг}$$

где К – капитальные вложения в мероприятие, тенге (затраты на изготовление экрана от ЭМП);  $E_n$  – безразмерный нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, для мероприятий по защите от чрезвычайных ситуаций принимается равным 0,08; С – затраты на обслуживание и эксплуатацию коробчатых габионов в год, тенге.

Эффективность капитальных вложений  $\mathcal{E}_k$  в мероприятия по защите от оползней оцениваются по формуле:

$$\mathcal{E}_k = (B - C) / K.$$

$$\mathcal{E}_k = (4\,500\,000 - 1\,040\,000) / 12\,000\,000 = 3\,460\,000 / 12\,000\,000 = 0,29$$

Если  $\mathcal{E}_k \geq E_n$ , ( $E_n = 0,08$ ), то капитальные вложения следует считать эффективными.

Срок окупаемости капитальных вложений в изготовление габионов:

$$T = 1 / \mathcal{E}_k.$$

$$T = 1 / 0,29 = 3,45$$

т.к. срок окупаемости капитальных вложений от внедрения коробчатых габионов с удерживающими стержнями составляет 3,45 года, т.е.  $T < 12,5$  лет, мероприятие считается окупаемым.



## Заключение

В диссертации на основании полученных результатов изложены научно–обоснованные решения по исследованию оползневых процессов.

Основные выводы по результатам исследований заключаются в следующем:

1. Оползни вызывают крупные чрезвычайные ситуации с большим экономическим ущербом для населения, с человеческими жертвами. Исследование оползней – одна из самых трудных задач из–за особенностей динамики этого природного явления.

2. Методы защиты от оползней (забивка свай, термическое воздействие на почву, дренажные прорезы, перехват и отвод дождевых и грунтовых вод, лесопосадки, перераспределения грунтовых масс, берегоукрепительные сооружения и др.) характеризуются большими материальными и финансовыми затратами.

3. Разработано устройство для исследования оползневых процессов, содержащее наклонную плоскость, модель оползня с переменной массой, механизм изменения угла наклона оползня, механизм изменения коэффициента трения наклонной плоскости и модели оползня.

4. Экспериментально установлено, что изменение угла наклона оползня от 25 до 30 градус увеличивает скорость движения модели оползня в 1,17 раз, а увеличении угла наклона оползня от 25 градусов до 35 градусов увеличивает скорость модели оползня в 1,55 раза (при коэффициент трения 0,28).

5. Разработаны конструкции коробчатых габионов для защиты от оползней, отличающиеся наличием стрежней крепления, телескопически выдвигающиеся при установке коробчатых габионов в основании оползней.

6. Разработана математическая модель возникновения оползней по силовой схеме при воздействии водной массы.

7. Экономическая эффективность (ожидаемая) от использования коробчатых габионов с телескопически установленными крепящими стержнями составляет 2 500 000 тенге в год при защите от оползней.

**Оценка полноты решения поставленных задач.** Задачи, поставленные в диссертации решены полностью выполнены. Результаты научной работы использованы при проведении учебных занятий по специальности 050731 – «Безопасность жизнедеятельности и защиты окружающей среды».

**Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов.**

Разработанные конструкции коробчатых габионов рекомендованы Департаментам по ЧС г.Алматы и Алматинской области для использования при защите от оползней.

**Оценка технико–экономической эффективности внедрения.**

Внедрение разработанных конструкций коробчатых габионов с крепящими стержнями позволит получить экономический эффект в сумме 2 500 000 тенге.

**Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучши-**

### **ми достижениями в этой области.**

Разработанные конструкции коробчатых габионов с телескопически выдвигающимися стержнями являются новыми конструкциями при защите от оползней, аналогов не имеют, отвечают современным требованиям, предъявляемым к аналогичным конструкциям.

### **Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Кабулдаева А.Н., Алимбетова А.Ж., Войцеховский И.Н. Физико-геологические явления и процессы происходящие на г. Кок-Тобе. Труды восьмой международной научно-технической конференции. «Новое в безопасности жизнедеятельности» Часть 1. Алматы, КазНТУ, 2006.-С. 258-267.

2. Кабулдаева А.Н., Алимбетова А.Ж., Тусупова А.А. Химические способы закрепления грунтов. Весник КазНТУ имени К.И.Сатпаева. №1/1 (58). Алматы. 2007. - С. 105-111.

3. Кабулдаева А.Н., Алимбетова А.Ж., Войцеховский И.Н., Мусин С.Т. Принципиальные решения системы защиты от оползней. Весник КазНТУ имени К.И.Сатпаева. №1/1 (58) Алматы. 2007. - С. 207-213.

4. Утепов Е.Б., Молдаханов Т.О., Алимбетова А.Ж., Редькин Б.Н., Тукебай А.А., Абдиев К.И. Төтенше жағдайды модельдеу. Труды девятой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» Алматы, КазНТУ, 2007 г., Т.1.-С. 453-454.

5. Лапко А.В., Михайленко С.А., Алимбетова А.Ж., Тукебай А.А., Батыркулов Н. Төтенше жағдайлардың болу мүмкіндігін бағалау және болжаудың статикалық модельдері. Труды девятой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» Алматы, КазНТУ, 2007 г., Часть.1.-С. 455-458.

6. Алимбетова А.Ж., Садвакасов Е.Е., Батыркулов Н. Устройство для моделирования оползней. Труды десятой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» Алматы, КазНТУ, 2008. –С. 229-230.

7. Сулеев Д.К., Алимбетова А.Ж., Жумабаева А.К., Мединский А.И. Исследование оползней. Труды одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009.-Т.1. –С. 120-122.

8. Алимбетова А.Ж., Жумабаева А.К., Мединский А.И. Изучение деформаций почвы Труды одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009.-Т.1. –С. 122-124.

9. Сулеев Д.К., Алимбетова А.Ж., Мединский А.И., Жумабаева А.К. Исследование сдвига почвы в лаборатории. Труды одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009.-Т.1. –С. 124-125.

10. Алимбетова А.Ж. Зертханада төтенше жағдайды модельдеу. Труды одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009. –Т.2. –С. 133-134.
11. Алимбетова А.Ж. Төтенше жағдай кезіндегі қауіпті қондырғыларды қадағалау мәселелері. Труды одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009. –Т.2. –С. 134-135.
12. Алимбетова А.Ж. Төтенше жағдайлар кезіндегі модельдерді болжау. Труды одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009. –Т.2. –С. 135-136.
13. Алимбетова А.Ж. Көшкін процесінің тәжірибелік қондырғысы. Труды одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009. –Т.2. –С. 136-139.
14. Алимбетова А.Ж. Көшкін процесін болжау. Труды одиннадцатой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009. Т.2. –С. 139-140.
15. Сулеев Д.К., Алимбетова А.Ж., Мединский А.К. Исследование оползневого процесса. Алматы. Вестник КазНТУ им К.И. Сатпаева. №2 (78) 2010г. –С. 50-52.
16. Алимбетова А.Ж. Сырғыма қозғалысының механикасын модельдеу қондырғысы және сырғыманы алдын алу шаралары. Труды III –й международной казахстанской металлургической Конференции «Казахстанской Магнитке 50 лет», Теміртау-2010. –С. 240-244.  
Конференции «Казахстанской Магнитке 50 лет», Теміртау–2010. – С. 240–244.
17. Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Омирбай Р.С., Алимбетова А.Ж. Защита от оползней с помощью коробчатых габионов. Труды одиннадцатой международной научно–технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009. –Т.4. – С. 133–134.
18. Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Омирбай Р.С., Алимбетова А.Ж. Коробчатые габионы специальной конструкции. Труды одиннадцатой международной научно–технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009. –Т.4. – С. 135–136.
19. Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Омирбай Р.С., Алимбетова А.Ж. Влияние способа сцепления габионов на эффективность защиты от оползней. Труды одиннадцатой международной научно–технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности». Алматы. КазНТУ, 2009. –Т.4. – С. 136–137.