

Урок № 8: Риски обвалов / Оползней*

Землетрясения являются основной причиной обвалов. Они возникают когда большое количество камней, земли и обломок сходят по склону под воздействием силы тяжести. Обвалы могут происходить в любой местности, если имеются необходимые условия, и наносить серьёзный ущерб имуществу и потери жизни. Цель этого урока заключается в изучение обвалов вызванных землетрясениями и связанных с ними опасностями, и как и почему они происходят. Кроме того, студенты обсуждают шаги которые возможно предпринять для уменьшения опасностей обвалов.

В отличии от предыдущих уроков, этот начнётся с настольного упражнения. Цель этого упражнения смоделировать сложную ситуацию с многочисленным количеством возможных ответов, до того как студенты приобрели все знания о концептах представленные в этом уроке. Историческая основа, которая послужила стимулом для настольного упражнения было цунами которое произошло в 2004, на Юго-Восточной Азии. Британский студент путешествующая со своей семьёй в Таиланде, признала отступающую береговую линию и странные пузырьки на поверхности океана благодаря уроку о цунами который она изучила буквально несколько недель до этого события. Она сразу же предупредила своих родителей, которые потом предупредили пляжников и гостинный персонал о предстоящем цунами. Она имела прямую ответственность за спасение сотен людей в результате её своевременного и осведомлённого действия.

Введение

1. Попросите ваших студентов описать и зделать обзор что такое землетрясения и какие последствия они вызывают. В дополнение к непосредственным и прямым последствиям землетрясений, таких как сотрясения грунта, попросите их сделать список других опасностей связанных с землетрясениями. В список других опасностей входят обвалы, сжижение, структурные опасности (разрушение зданий), неструктурные опасности (падение книжной полки или разбитое стекло), а также повреждение коммуникационных линий (газопроводов, водопроводов и электропроводов) и дорог.
2. Скажите вашим студентам что в этом уроке они узнают о вызванных землетрясением обвалов и сними связанных опасностях. Покажите студентам фотографии обвалов (например фотографии на последних страницах этого урока) и попросите их перечислить что фотографии имеют в общем. Их списки могут включать скалы, гребни, крутые склоны, камни, деревья, структуры, люди и т. д. Поощрите учащихся определить оползни на основе того что они видят на фотографиях. Объясните учащимся что составные части обвалов состоят из камней, земли и обломков которые скатываются со склонов под воздействием силы тяжести.
3. (Необязательно) Объясните вашим студентам что такое “гравитация”. Сила тяжести является движущей силой обвалов. Термин “гравитация” относится к “силе между всеми массивными объектами”. Она приводит к подению яблока в направлении к земле, введение планет в орбиты звёздами, и возвращение ядра обратно на землю после выстрела вверх. Гравитация действует на все объекты, стимулируя их движение вниз к другим объектом по наклонной поверхности. Сопротивляемые силы, это силы которые противостоят притягательным силам гравитации, и также самые сильные которые противостоят

* Обвал и оползень синонимы. В тексте только употребляется первое, более обычно-используемое, слово.

обвалом. Две такие основные силы являются “силы трения” (обсуждалось в 6-ом уроке) и сила производимая самим объектом, которая называется “стресс”. В общем, движущая сила обвалов находится под влиянием веса объекта и угла наклона, как показано на рисунке 1. Когда объект или группа объектов находятся на горизонтальной поверхности с углом наклона 0, тогда притягательные силы гравитации не производят движущие силы обвалов, потому что вес объекта направлен перпендикулярно к поверхности основы. Чем больше угол наклона, чем больше движущия сила обвалов по влиянию гравитации. Это происходит потому что силы притяжения начинают тянуть объект в направление движения по поверхности основы, как показано синей стрелкой на рисунке 1, которая обозначена как “движущая сила обвала”. Обвалы начинают происходить когда противостоятельная сила доходит до предела из за силы материала, свойство трения между скользящими объектами и основой, или всеми этими факторами. На рисунке, противостоятельная сила обозначена красным цветом и обусловлена как “противостоятельная сила обвала”. Когда противостоятельные силы равны и противоположны направлению движущей силы обвала, тогда объекты или группа объектов двигаться не будет. Но когда движущая сила оползня становится больше чем противостоятельная сила, объекты начнут двигаться, что аналогично тому что случается во время обвалов. Вызывающие события такие как землетрясение, сильный дождь или нарушение наклонной поверхности в результате копания может инициализировать обвал. Но стоит помнить что гравитация является всегда основной силой обвалов, независимо от вызывающих факторов.

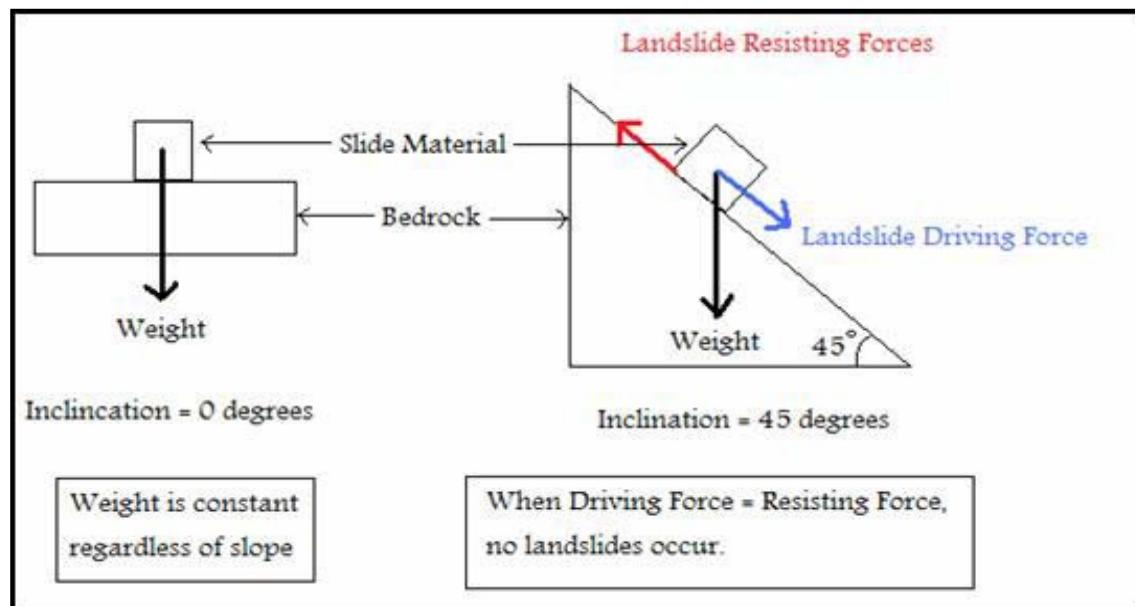


Рисунок 1. Схема показывающая связь между весом, движущей силой обвала, противостоятельной силой обвала и наклона. 1) Вес = weight; 2) Вес постоянный не зависит от наклона = Weight is constant regardless of slope; 3) Скользящий материал = Slide Material; 4) Основа = Bedrock; 5) Движущая сила обвала = Landslide Driving Force; 6) Наклон = Inclination.

4. Объясните учащимся что существуют три фазы обвала: провал наклона, транспортировка материала, и оканчательная осадка материалов обвала. Попросите их найти эти этапы на фотографиях. Объясните что провал наклонов может быть постепенным или внезапным, и может характеризоваться разными заметными свойствами, например трещинами, резкими складами, громкими щелками, в то время как материалы обвала отламливаются

от основы. Скольжение матерялов по склону также может быть постепенным или внезапным, и имеет различные характерные признаки, такие как падающие камни или обломки, течение жидкостей, или комбинации любых из этих видах движения.

Настольное упражнение: Три друга в далине

Внимание! Это упражнение конкретно касается опасностей обвалов связанных с землетресениями. Однако, термин “обвал” подразумевает разные типы движений песка, почвы, грязи, камней и земленых структур. Обвалы происходят в ответ на разнообразные природные и искусственные вызывающие события, такие как землетресения, сильные дожди, извержение вулканов, или строительство дорог и зданий. (Существуют несколько механизмов и вызывающих событий, которые могут преподаваться в вводных курсах.) Таким образом наиболее важные цели любого урока о обвалах состоят в развитии любопытства у студентов и их желании критически оценить что их окружающая среда может им подсказать о обвалах.

Прочитайте следующий сценарий, остановившись задать вопросы и обсудить обучительный матерял с вашими студентами изложеным ниже, или когда студенты задают вопросы которые имеют отношения к обсуждению опасностей землетресений:

Троє друзей (Сара, Амир и Гозин) живут в небольшом городке Шахрабад, который расположен в красивой горной долине. Дно далины имеет небольшую речку, протекающую через него. В долине существуют земли которые включают в себя леса и фермерские хозяйства. Друзья живут там с молодости и они знают что там иногда происходят землетресения. Они почувствовали только одно небольшое землетресение в своей жизни, но их родители, дедушки и бабушки рассказывали им о несколько сильных землетресениях которые произошли в этом раёне. Иногда, во время экстремальных погодных условиях, такие как снегопад или дождь, дороги которые видут в Шахрабат из ближайшего города закрыты по причине того что они завалены камнями или размыты.

Сара и Амир живут рядом друг с другом на фермах, расположенные на склонах долины. На ферме Сары раньше располагался источник природной воды в щеле между двумя скалами которым пользовались её семья и семья Амира. Но источник прекратил давать воду примерно год назад. Недавно сосед начал жаловаться, что некоторые части его земли стали очень сырье и пропитанные водой, особенно в нижней части долины.

Вопрос 1: Что такое природные источники, и по каким причинам источник на Саровой ферме прекратил давать воду?

Возможный ответ: Источники образуются когда вода течёт через трещины под поверхностью земли. Вода может быть смесью дождевой воды, водой из подземельных каналов которые протекают вниз к реке, или вода может быть той которая выталкивается из глубинных недр на поверхность земли которая никогда раньше не была под водой. Иногда источники находятся очень близко друг к другу но имеют совершенно разные пути по которым они текут. Вода которая пропитала землю соседа может или нет, быть связана с водой которая вытекала из источника. Однако, так же возможно, что земля на которой живут Сара, Амир и сосед испытывает внутренне движения которые возможно не заметны на поверхности.

Источник может быть прекратил давать воду из за небольших изменений грунта, или потому что он стал пустым. Изменения на пути воды могли произойти в глубине земли, или просто пару

метров под тем местом где находится источник. Когда вода перетикает через узкие трещины, очень небольшие сдвиги в грунте могут остановить поток воды.

Совместный забор Сары и Амира предотвращает животных бродить по их фермам. Сара и Амир часто перелезают через забор чтобы играть в лесу который находится вокруг их ферм. Примерно три года назад, они заметили, что заборные столбы были перекошены в одном месте недалеко от тропинки в лес, и они были обеспокоены тем что их переходы через забор опрекидывают его. Они тогда изменили свой путь в лес чтобы больше им не пришлось перелизать через забор, и потом постепенно забыли о наклоненных заборных столбах. Но они продолжали склоняться мало-помалу, и никто не заметил как низок он стал в этой части. Однажды, примерно один месец тому назад, осёл убежал перепрыгнув через эту часть. Сара и Амир помогли своим отцам исправить укрепить заборные столбы, и таким образом исправить забор что бы осёл больше не смог убежать.

Вопрос 2: Какие существуют возможные причины того почему забор постепенно наклонился?

Возможный ответ: Есть много возможных ответов которые не относятся к опасностям обвалов. Забор может быть старым и дерево из которого он сделан гнелое и поэтому разваливается. Может быть осёл давил на него что бы достать вкусную травку которая растёт за забором. Но кроме того, грунт на котором расположены фермы Сары и Амира могут быть в передвижение, в результате чего столбы уже наклоняются на протяжение многих лет. Тот факт, что источник перестал давать воду ещё больше поддерживает эту мысль, особенно если путь воды на поверхность был нарушен по поводу того что земля сместились.

Гозин живёт в городе, в доме. Иногда у него дома собираются друзья на ужин и что бы послушать радио или посмотреть телевизор. Из дома они могут видеть речку. Папа Гозина строит и чинит трубы которые переносят воду фермерам в далине и он ещё помогает строить и чинить дома. Богатый человек недавно построил дом над очень крутым холмом с очень красивым видом на долину, и он даже заплатил за электричество передовое по проводам из города в его дом в далине. Но в комнатах его дома уже есть трещины в стенах, на стороне дома около крутого холма. Некоторые из окон и дверей также трудно открывать и закрывать. Отец Гозины ремонтирует этот дом уже несколько дней, и шутит над тем как богатый человек жалуется, что его дом был построен не очень хорошо рабочими из ближайшего города.

Вопрос 3: Какие есть возможные причины из за которых появились трещины? Какие способы исследования можно применить что бы узнать что действительно происходит?

Возможный ответ: Опять же, богатый человек возможно прав, и стены действительно были построены плохо. Также известно, что дома часто содятся по естественным причинам когда стареют и трещины формируются когда дом останавливается на грунте.

Однако, трещины у дома богатого человека сформировались на стенах, на стороне крутого холма. Это возможно обозначает что часть дома которая стоит на земле над крутым холмом неустойчивая и постепенно ползёт вниз холма. Двери и окна становятся трудно открыть и закрыть потому что дом изменяет форму, искрежая таким образом их рамки. Также, если земля составляющий холм уже была неустойчивой до строительства дома, дополнительный груз дома может быть ускорил её движение. Это представляет собой серьёзный риск обвала потому что такой грунт станет свободным во время обвала-вызывающих событий такие как землетрясения или водопады.

Есть много других показателей смещающего грунта. Например, изгиб труб, заборов, трапинок, или дорог. Если земля движется то электрические провода присоединенные к столбам около края холма будут очень натянутыми и тугими.

В один день три друга решили пойти поиграть вместе в лесу. Они шли вверх по холму дальше чем раньше. По пути, они видели группу очень интересных и странных, высоких деревьев, чьи стволы выросли из земли под углом до того пока они не выпремились вверх к небу как любые обычные деревья, как показано на рисунке 2 ниже. Некоторые деревья имеют на столько острые углы что девочки могли сидеть на их стволах, как в удобных креслах с их ногами болтающимися к низу наклона холма. Большинство деревьев изогнутые в ту же сторону, в середине. Три друга прозвали этот лес “Лес направленный в сторону”.

Вопрос 4: Что привело деревья расти таким образом?

Возможный ответ: Деревья всегда растут вверх, к солнцу. Это значит что деревья сначала расли под другим углом когда они были молодыми. Тот факт что все деревья были изогнуты в одном направлении, и что они были все расположены друг к другу, возможно указывает на то что земля под “Лес направленный в сторону” перемещаясь в ту же самую сторону. Все деревья старее чем девочки, подразумевая что земля уже в течении уже долгого времени в движение. Это значит что земля под фермой неустойчивая и может быть смещена в случае водопада, землетрясения, или деятельности человека, как например строительства.

В один день, в то время как друзья шли домой из школы, произошло землетрясение. Оно было достаточно сильным и покалечило многие здания, несмотря на то что оно длилось буквально одну минуту. Растояния до их домов было примерно такоже.

Вопрос 5: Куда друзьям в первую очередь следует идти?

Возможный ответ: Есть много причин почему им лучше в первую очередь пойти домой к Гозину. У её есть радио и телевизор, и поэтому они могут узнать о ущербах вызванных землетрясением и будет ли указана скорая помощь. Радио и телевизор, если они третируют, также могут предоставить информацию о развивающейся погоде, например водопадах или снегопадах, которая могла бы зделать ситуацию еще хуже.

К тому же, по наблюдению девочек, на фермах Амира и Сары земля может быть не устойчивой и подвержена обвалу, если произойдет другое землетрясение. Зная что фермы неустойчивы, понятно что девочки хотят удостовериться что их семьи и жилище безопасны. В это время очень опасно идти туда потому что возможность вибраций после землетрясения останется высокой. Поскольку девочки безопасны, они должны свезться с родителями или с семейными друзьями что бы позволить им знать что они безопасны, и узнать что происходит что бы зделать обоснованное решение что делать дальше, и в это всё время сохраняя воду, пищу и медикаменты.

С их семьями всё впорядке, и они встретились дома у Гозины обсудить что произошло. По радио они узнали что произошло землетрясение которое вызвало множество обвалов по всему региону. Сосед, у которого сельскохозяйственные земли были пропитаны водой, сообщил что в некоторых местах его фермы появились трещины, и что гладкий склон принял форму ступенек. Дорогу заблокировало упавшими камнями, но у семей было питание в запасе в случае такого события. Отец Гозины сказал что много труб было сломано во многих местах региона и поэтому невозможно взять воду из городского водоснабжения. Они отослали друзей к речке набрать воды

для семей. В то время как они были у реки, они заметели что уровень воды был немного меньше чем день до этого.

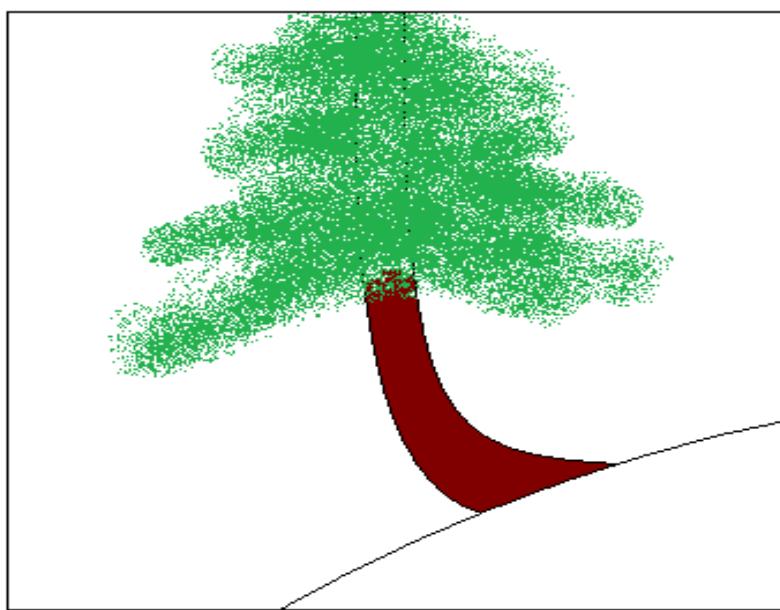


Рисунок 2. Общая форма дерева вызванная движением почвы.

Вопрос 6: Какие причины объясняют низкий уровень воды, и что нужно девочкам делать?

Возможный ответ: Осознать и информировать о признаках неустойчивой земли чиновников и соседей в общине, и предотвращать дальнейшие человеческие разработки которые могут вызвать обвалы или ставить людей в опасность (например: строение структур на неустойчивой почве) являются первоначальными способами уменьшения дальнейших опасностей.

Попросите студентов сделать список схем связанных если они подозревают что существует опасность обвала. Цель этой игры состоит в классификации таких связей в порядке важности в случае появления предупредительных признаков или сразу после краха нибуль стихийного бедствия. Если позволит время и ресурсы, этот список может быть переделан в письмо и отослан местному чиновнику аварийной службы, и оценено на технические знания. Местный чиновник аварийной службы должен предоставить дополнительные ресурсы существующие в обществе которые не были опознаны студентами, и как реакции и действия студентов в чрезвычайных обстоятельствах может помочь или помешать запланированным мероприятиям по оказанию помощи.

Во вторых, подготовьтесь к будущим событиям создавая безопасное место встречи по чрезвычайным обстоятельствам в вашей общине. Люди также должны запастись пищей, водой, одеялами и медикаментами в случае если аварийные службы не могут добраться до них много дней спустя землетрясения или обвала. Студенты узнают как подготовиться к чрезвычайным ситуациям в следующем уроке.

Самые трудные способы это те которые вовлекают в себя действия на укрепление земли которая уже показывает признаки неустойчивости. Сожжение деревьев но иначе пустых, обнаженных склонах поможет сократить воду в почве которая активизирует оползни более проще. Глубокие системы корней деревьев могут помочь закрепить рыхлую почву и обломки которые иначе были

бы свободно освобождены во время обвалов. Есть другие, более дорогие, инженерные способы такие как конструирование противостабильных барьеров и обеспечение надлежащих канализационных систем на дорогах. Все эти способы могут быть приняты общиными властями с целью уменьшение опасности обвалов. Всякий раз когда возможно, эти меры должны быть координированы с другими представителями общины для того чтобы обеспечить что каждый осознаёт опасности обвалов.

Выводы настольного упражнения и после-исполнительное обсуждение

Много предупредительных знаков неустойчивой, обвало-расположеной почвы могут быть очевидны на её поверхности. Теперь когда студенты закончили упражнение, попросите их вдуматься о том какие данные по обвало-расположенным признакам почвы они бы искали что бы определить риски обвалов. Дайте им задание сравнить и составить что они знали или не знали до исполнения упражнения с знаниями которые они получили во время упражнения. Подчеркните что цель этого упражнения направлена на постановление их в ситуацию без всякой информации, то есть как ближе к тому как это происходит на самом деле.

Крутые наклоны, старые признаки обвалов, и новые трещины на поверхности - это самые очевидные знаки возможных обвалов. Тругие но менее явные обозначения включают в себя смешённые заборы и дароги, натянутые линии электропередачи, наклоняющейся столбы, новые водяные источники или водо-просачивание в местах где раньше воды не было, застой окон или дверей в домах, вследствие перемещённых домашних рам, и необычные увеличения и снижения водного уровня ручьёв, которые невозможно объяснить дождём или другими погодными факторами.

Настольное упражнение: обвал домашнего изготовления

Теперь когда студенты зделали симуляции некоторых частых случаев обвала, у них будет возможность сделать, изучить и описать демонстрацию обвала домашнего изготовления. Этот простой эксперимент им позволит зделать наблюдения трёх фаз развития обвалов (провал склонов, перемещение материалов и окончательное отложение материалов обвала) и исследовать различия между экспериментом и настоящими обвалами.

Материалы

- Металлические хлебные паддоны с 1-5-см краями, около 40-60 см в длине и ширине
- Карандаши
- Транспортёры
- Песок
- Почва / Земля
- Гравий
- Плоские камни
- Одежда и бумажные полотенца
- Газеты для покрытия рабочей поверхности
- Кувшин с водой
- Зубачистка (необязательно)

Заметте! Это упражнение можно выполнить всем классом с одним паддоном или с многими паддонами в группах при достаточном наблюдении учителя. Однако, это упражнение может свободно стать грязным, и поэтому не рекомендуется разделить класс на больше чем 2-3-е/и группы. Поведение песка, почвы, гравия, т.д. будет зависеть от специфических свойств собиронного материала. Рекомендуется, что по крайней мере один преподаватель выполнит все ступени упражнения до того как давать его склассу что бы устаноивть любые проблемы в установке, и выяснить методы уменьшения беспорядка сделаные в течение некоторых частей упражнения. Может быть нужным перевести упражнение наружу или вести все опыты с наклонами объектов в нутри большого подноса что бы поймать воду или другие переливающие материалы.

Процедуры

1. Покройте площадку которую вы намереваетесь использовать для демонстрации эксперимента газетами. Сделайте таблицу для записования данных эксперимента (пример такой таблицы показан в конце урока в таблице 1). Поощрите студентов добавить к таблице новые клеточки и колонки, или другие материалы к эксперименту которые неупоминались ранее, или сделайте замечание о поведение вашей экспериментальной модели которые невходят четко в прежде-выбранные категории в таблице.
2. Распределите обязанности: Назначте одного студента во главе поднятия одну сторону паддона чтобы сделать уклон как показано на рисунке 3, указывая студентам что они поднимали его медленно и плавно, без тряски или остановления, до тех пор пока материал начнёт скатываться вниз. Назначте другого студента во главе измерения углов при поднятие паддона используя транспортёр. Этот студент будет нести ответственность за сообщение инкрементных измерений угла в размере 5° , когда материал не движим и когда он в движение (например: материал недвижим до тех пор пока угол наклона не достиг 23° в то время как он начнёт раскалываться, потом при 27° , он разрушается: учащийся должен докладывать таким образом, "пять градусов...десять градусов...пятнадцать градусов...раскалывается под углом 23-ёх градусов (как он начинает раскалываться)...25 градусов...разрушается при 27-ю градусов (как он разрушается)". Этот студент должен удилить все своё внимание на докладывание градусов когда происходят значительные изменения в эксперименте, в то время как остальные студенты записывают данные о том что происходит.

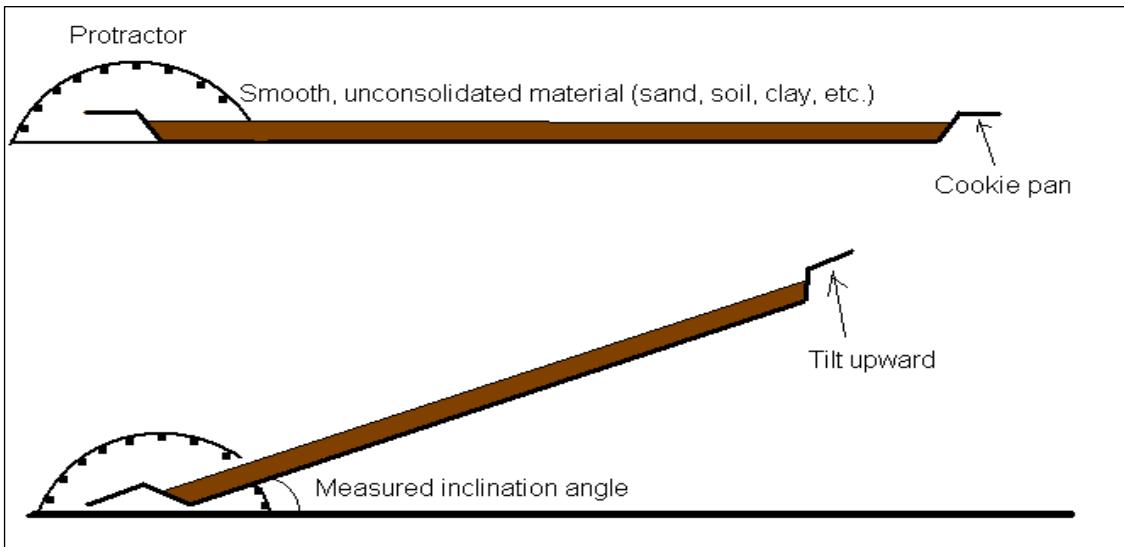


Рисунок 3. Вид сбоку падонна, транспортёра, и поднятия паддона для симуляции обвалов. 1) Транспортёр =Protractor; 2) Паддон=(Cookie)Pan; 3) Ровный, не твёрдый материал (песок, земля, глина, т.д.) = Smooth, unconsolidated material (sand, soil, clay, etc.); 4) Поднять верх = Tilt upward; 5) Измеренный угол наклонения =Measured inclination angle.

3. Начните эксперимент в первую очередь с сухими материалами, в током порядке что бы было можно легче убирать (на пример: плоские камни, потом гравий, и потом песок и почву). Поощрите учащихся зделать тчательные внесения в таблицу которые описывают каким оброзом моделирование обвала происходит. Студенты тоже должны записывать все подробности эксперементальной устоновки, например все материалы которые были использованы, размер паддона, на какой глубине находятся материалы в паддоне. Как только материал начнёт двигаться в результате наклонения паддона, поощрите студентов описать и заметить что происходит с данными под разными градусами, как показано в таблице 1 ниже. После разрушения материалов, попросите учащихся сделать заметки каким оброзом разрушился материал. Тёк ли он струёй как жидкость, или передвигался отдельными кусочьками (блоками или плиточками)? Остановливався ли он ровной кучкой, или в ней были небольшие выпуклости или трещены?

Завершите первый ход эксперемента со всеми материалами и обсудите его. Если будет достаточно времени, провидите несколько экспеременов с применением каждого типа материалов. Когда меняете материалы, используйте тряпочки или бумажные полотенца что бы вытереть паддоны и сохранить условия различных эксперементов как можно подобныем.

Заметте! Основным принципам любого эксперемента является “воспроизведимость”. Если поверхность паддона не вытирается регулярно между разными эксперементами, тогда результаты могут отличаться друг от друга из за обломков оставленные на поверхности паддона от предыдущих экспеременотов. Обсудите с учащимся что произойдет и поощрете их задать новые вопросы о эксперементе. Были ли там какие

нибуль систематические структуры в данных? Какие материалы разваливались при самых маленьких и больших углах? Какие материалы развалились быстро и какие медленно? Походят ли материалы используемые в эксперименте на те которые состоят горы и холмы, почему и почему нет? Могли студенты определить в движение или поведение экспериментальных материалов те пренадлежащие признаки которые три друга заметили около их города в надстольном упражнение?

4. Попросите учащихся предположить что случиться если они опять повторят эксперимент с теми же самыми материалами только в этот раз паддоны будут ударены или слегка вибрированы в то время как они наклонены. Потом повторите все стадии эксперимента как раньше, стеми же материалами, но в этот раз студент во glove наклонения паддона должен слегка вибривать и ударять паддон в то время как он его наклоняет. Инструктируйте учащихся проверить что скорость поднятия должна быть приблизительно токой же как и раньше. Также дайте инструкции что вибрирующие движения (по их размерам и чистотам) тоже должны быть примерно такие же как и до этого в тот раз как происходит наклонение паддона. Запишите любые отличия этих экспериментов с предыдущими, например о угловых размерах под которыми материалы развалились, как быстро они развалились, каким оброзом они развалились и т.д.

Общий результат должен быть такой что угол развала должен быть меньше когда паддон вибриорван. Попросите студентов описать почему это должно быть так, на основе их знаний о весе, гравитационном направление, трение, и углу наклонения. Один ответ на этот вопрос состоит в том что материалы (такие как песок), на близком осмотре, состоит из мельчайших пещинок, каждые из которых можно представить как небольшие камешки лежащие, в большом количестве, на других камешках, окружённые воздушными карманчиками, так называемые “поровые пространства” (вспомните упражнение о сжижение из 7 урока). Когда студенты вибрируют паддон с пещинками рассыпанными на уклоне, они будут или скатываться вниз по поверхности, или оттолкиваться от поверхности и таким оброзом их движение вниз будет состоять в прыжках. Когда вы сочтёте все влияния происходящие в результате множеств мельчайших камешек все которые отпрыгивают друг от друга, совокупный эффект этого состоит в том что вся масса материала талкает себя вниз по склону как каждый из камешек прыгает на мельчайшую дистанцию вперёд и вниз по поверхности паддона.

5. В заключение, для каждого материала, подбирайте угол лежащий прямо между углом при котором совершаеться обвал при вибрации и угол при котором происходит обвал без вибраций (пример: песок обваливается при 15° , когда вибрирован и 25° , когда не вибрирован, значит что вам нужно выбрать 20° , в этом случае). Приготовте каждый материал в паддоне и поднемите его на выбранный угол для данного материала. Спросите студентов что они думают произойдёт и почему? Ответ должен быть такой что материал развалиться потому что мы двигаем его из устойчивого положения в неустойчивое. Эта ситуация аналогична тому что происходит во время землетрясения, включая обвалы.

Пусть студенты вибрируют паддон точно также как раньше, и заметят что происходит.

Внимание! Действительные результаты могут различаться, но это также нужная характеристика упражнения. В некоторых случаях, материалы обваливаться как было

предсказано, и в других не так. Есть огромное количество факторов которые указывают когда, каким обозром, и почему обвал происходит, например такие как плотность материала находящегося а паддоне, случайные изменения в вибрации паддона во время его наклонения, и случайные расположения песочных зёрн при контакте с поверхностью паддона.

6. Суммируйте все сделанные наблюдения. Поощрите студентов обсудить недостатки постановки эксперемента по сравнению с реальными ситуациями, и пусть они определят проблемы с которыми ученые сталкиваются когда стараются предотвратить эффекты обвалов на людские общны. Есть много возможных ответов: естественные материалы не однородны и состоят из комплексов разных материалов. Естественные наклоны неровные и неравномерные, с сложными поверхностями, трещинами и действиями. Присутствие воды это добавочный и усложняющий фактор: для некоторых типов материала в этом эксперементе вода может повысить их сплочённость и повысить угол при котором они обвалиются. Однако, в настоящем мире, слишком много воды имеет тенденцию снизить обвальный угол при мере того что пористое давление повышенено.
7. Поощрите учащихся вообразить каким обозром можно стабилизировать поверхность песка, гравия и почвы. Некотырые срособы включают накладывания мокрого бумажного полатенца на поверхность. Это производит очень похожий эффект когда покрывают поверхности сетями, метод который очень эффективный, но довольно дарогой, для укрепления поверхностей в реальном мире около дорог и зданий. Другие способы включают в себя строительство подпорных стен применяя плоские камни, или гальки гравия, для укрепления материала. Дайте учащимся по эксперементировать с разными строительными расположениеми и структурами , что бы определить кто может построить структуру которая лучше всего предотвращает обвал. Поощрите студентов найти другие материалы в классе такие как палки, верёвки или карандаши которые можно было бы использовать как барьеры против обвалов.

(Не обязательно) При наличии времени, дайте студентам возможность по экспереметировать с мокрыми материалами. Пусть они полностью замочят некорые материалы в воде на несколько минут (чем дольше, тем лучше). Дальше, пусть они нагрузят паддон как раньше и заметят результаты поднятия уго. Результаты должны быть довольно токо непредсказуемые. В некоторых случаях, материал обвалиться при более больших углах, но эффект этого будет горазда более катастрофический и внезапный. Студенты могут симулировать дождь наливая очень медленно воду на материал с верху падонна как его поднимают. Они также могут попробовать сделать эксперемент симулирующий землетресение при различных углах с мокрыми материалами.

Другие необязательные упражнения состоят из моделирования скольжения, втыкая зубочистки горизонтально в песок, почву или гравий и медленно поднимая паддон как было зделано в предыдущих экспереметах. Для некоторых материалов их малейшее движения будет отражаться в движениях зубочисток до той степени как материалы обвалиются.

Полезные ресурсы в интернете

Техника для мира

<http://www.engineering4theworld.org/>

Ссылки

Большеноство материалов используемые в настольном упражнение и эксперементе были найдены на сайте: [**http://www.bechberger.com/Mel/Landslide_Activity/**](http://www.bechberger.com/Mel/Landslide_Activity/)

Землетресение прошедшее в 2005, в Кашмире: Обвалы



Фотография 1



Фотография 2



Фотография 3



Фотография 4



Фотография 5

МАТЕРИАЛ	НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ	УГЛЫ	ПРОВАЛ И ОБРАЗ ДВИЖЕНИЯ (%) КОЛИЧЕСТВА ОСТАВШЕГОСЯ МАТЕРИАЛА)	ПОСТЕПЕНО, БЫСТРО, ИЛИ МЕДЛЕННО?	ЖИДКОЕ ИЛИ ТВЁРДОЕ ОТЛОЖЕНИЕ	ЗАМЕТКИ О ОБВАЛЕ
КАМНИ						
ГРАВИЙ						
ПЕСОК	1) 20 CM X 40 CM X 4 CM 2) СУХОЙ 3) ПОСТОЯННАЯ ГЛУБИНА 4) НЕТУ СКЛАПЛЕНИЯ	15 ГРАД. 18 ГРАД. 22 ГРАД. 25 ГРАД.	НЕБОЛЬШОЕ СПОЛЖЕНИЕ ОБЛОМКОВ (99%) НЕБОЛЬШОЕ СПОЛЖЕНИЕ ОБЛОМКОВ (90%) НЕБОЛЬШОЕ СПОЛЖЕНИЕ ОБЛОМКОВ (50%) ОБВАЛ ПЕСКА, СПОЛЖЕНИЕ ОБЛОМКОВ (5% ОСТАЁТЬСЯ)	МЕДЛЕННО & ПОСТЕПЕННО МЕДЛЕННО & ПОСТЕПЕННО МЕДЛЕННО & ПОСТЕПЕННО БЫСТРО	ЖИДКОЕ ЖИДКОЕ ЖИДКОЕ ЖИДКОЕ	ПЕСОК ПОСЕТЕПЕННО СТАЛ СВОБОДНЫМ, ДО ТЕХ ПОР ПОКА НЕ ОБВАЛИЛСЯ ПРИ 25-Ю ГРАД.
ПОЧВА	1) 20 CM X 40 CM X 4 CM 2) СУХАЯ 3) ПОСТОЯННАЯ ГЛУБИНА 4) НЕКОЕ СКАПЛЕНИЕ	26 ГРАД. 30 ГРАД . 38 ГРАД.	ТРЕЩЕНЫ НА ПОВЕРХНОСТИ, СПОЛЖЕНИЕ КУСКОВ ПОЧВЫ (100%) ТРЕЩЕНЫ ДЛИНЕЕ, СКОПЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА (95%) КАТАСРОФИЧЕСКИЙ ОБВАЛ, СПОЛЖЕНИЕ ПОЧВЫ И ОБЛОМКОВ (10%)	ПОСТЕПЕННО БЫСТРО БЫСТРО	ТВЁРДОЕ (1-5 CM) ГЛАВНЫМ ОБРОЗОМ ТВЁРДОЕ, НЕКОТОРОЕ ЖИДКОЕ ТВЁРДОЕ СТАЛО ЖИДКИМ ПРИ ДВИЖЕНИЕ	КРОМЕ ТВЁРДОГО МАТЕРИАЛА НА ПОВЕРХНОСТИ, ПОЧВА БЫЛА ПОЧТИ ЧТО ПОЛНОСТЬЮ РЫХЛОЙ ДО ОБВАЛА.

Таблица 1. Пример таблицы для записывания данных о правалах, наклонах, передвижении материалов и конечное отложение обломков. Эта таблица была адаптирована из упражнения ‘Landslides to Seafloors’ найденная на сайте указаное в “Полезные ресурсы в интернете”.