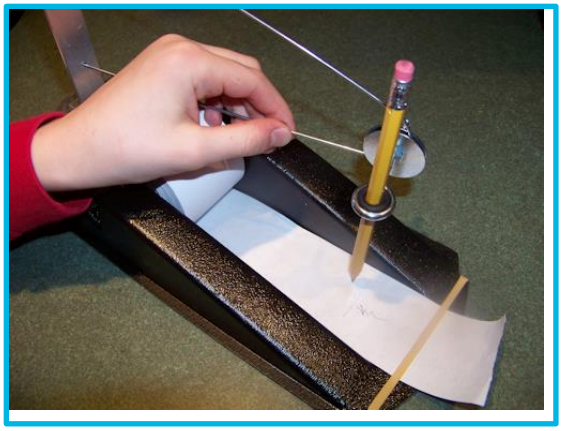
Трясем и записываем!

Предлагается веб-сайтом «Попробуй себя инженером» www.tryengineering.org

Тема занятия



Занятие посвящено изучению того, как создание сейсмографов помогло спасти множество жизней. Учащиеся в группах разрабатывают приборы из подручных материалов и проверяют, способны ли они фиксировать землетрясение, созданное в классе. Группы оценивают свои сейсмографы и устройства других учащихся, а затем представляют результаты своей работы классу.

Краткий обзор занятия

На занятии «Трясем и записываем!» изучается инженерный подход к созданию сейсмографов и то, как технологии повысили точность записи землетрясений. Учащиеся в группах собирают из подручных материалов сейсмографы, испытывают их, а затем представляют классу результаты своей работы.

Возрастной уровень

8—18 лет.

Задачи

- Изучить технологию работы сейсмографа.
- Узнать основные принципы инженерного проектирования.
- Попробовать работать в команде, а также узнать приемы решения поставленных задач.

Предполагаемые результаты для учащихся

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания по следующим темам:

- работа сейсмографов;
- взаимодействие технологий и охраны окружающей среды;
- инженерное проектирование;
- работа в команде.

Работа в рамках занятия

Учащиеся узнают о том, как работают сейсмографы и как они помогают прогнозировать землетрясения и другие движения земной коры. Они также изучают положительное влияние технологий на жизнь людей. Учащиеся в группах разрабатывают сейсмографы из подручных материалов и проверяют, способны ли они фиксировать созданное в классе землетрясение. Учащиеся оценивают свои сейсмографы и устройства других групп, а затем представляют результаты своей работы классу.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ресурсы/материалы

- Документы и ресурсы в помощь преподавателю (прилагаются).
- Перечень ресурсов для учащихся (прилагается).
- Лист для работы учащихся (прилагается).

Соответствие курса учебной программе

См. прилагаемый лист о соответствии курса учебной программе.

Интернет-ресурсы

- TryEngineering (www.tryengineering.org)
- USGS Earthquake Hazards Program Learning Resources (https://earthquake.usgs.gov/learn/topics//)
- USGS Global Seismographic Network (https://earthquake.usgs.gov/monitoring/)

Рекомендуемая литература

- An Introduction to Seismology, Earthquakes and Earth Structure by Seth Stein and Michael Wysession (ISBN: 0865420785).
- Earthquakes by Bruce Bolt (ISBN: 0716775484).
- Introduction to Seismology by Peter M. Shearer (ISBN: 0521708427).

Факультативное составление эссе

- Напишите эссе или один абзац о том, почему у гражданских строителей может возникнуть необходимость учитывать сейсмическую активность при возведении зданий.
- Напишите эссе или один абзац о том, как современные сейсмологические технологии могли бы уменьшить количество жертв землетрясения 1960 г. в Чили.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Для преподавателей: соответствие курса учебной программе

Обратите внимание: все планы занятий данного блока составлены в соответствии с Национальными стандартами США в отношении преподавания научных дисциплин (U.S. National Science Education Standards), которые разрабатываются Национальным исследовательским советом (National Research Council) и утверждаются Национальной ассоциацией преподавателей научных дисциплин (National Science Teachers Association), а также, если применимо, в соответствии со Стандартами технологической грамотности Международной ассоциации преподавания технологических дисциплин (International Technology Education Association's Standards for Technological Literacy) и Принципами и стандартами школьного преподавания математических дисциплин Национального совета преподавателей математики (National Council of Teachers of Mathematics' Principals and Standards for School Mathematics).

◆ Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин, ступень K-4 (возраст 4—9 лет)

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ A: наука как процесс познания

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- развить способности, необходимые для научного познания;
- понять, в чем заключается научное познание.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ B: физика

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- положение и движение объектов.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ D: наука о Земле и космосе

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- изменения на земле и небе.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ E: наука и технология

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- развить навыки выполнения технологических разработок;
- выработать понимание вопросов, касающихся науки и технологий.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ F: взгляд на науку в контексте ее личной и общественной значимости

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- изменения в окружающей среде;
- наука и технология в контексте локальных проблем.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ G: история науки и ее природа

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- наука как человеческое изобретение.

◆ Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин, классы 5—8 (возраст 10—14 лет)

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ B: физика

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- движение и сила;
- передача энергии.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Для преподавателей: соответствие курса учебной программе (продолжение)

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ E: наука и технология

В результате учебных мероприятий уровня 5—8-х классов учащиеся должны:

- развить навыки выполнения технологических разработок;
- выработать понимание вопросов, касающихся науки и технологий.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ F: взгляд на науку в контексте ее личной и общественной значимости

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- население, ресурсы и окружающая среда;
- природные опасности;
- наука и технология в жизни общества.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ G: история науки и ее природа

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- история науки.

◆ Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин, классы 9—12 (возраст 14—18 лет)

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ A: наука как процесс познания

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- развить способности, необходимые для научного познания;
- понять, в чем заключается научное познание в конкретном случае.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ B: физика

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- движение и сила;
- взаимодействие энергии и вещества.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ D: наука о Земле и космосе

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- энергия в земной системе.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ E: наука и технология

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- развить навыки выполнения технологических разработок;
- выработать понимание вопросов, касающихся науки и технологий.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ F: взгляд на науку в контексте ее личной и общественной значимости

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- природные и антропогенные факторы риска;
- роль науки и технологий при решении проблем на местном уровне, уровне страны и в мировом масштабе.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ G: история науки и ее природа

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны получить базовые знания по таким темам, как:

- исторические перспективы.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Для преподавателей: соответствие курса учебной программе (продолжение)

- **Стандарты технологической грамотности: любой возраст**

Природа технологии

- Уровень 3: учащиеся узнают о связи технологий между собой и с другими областями знаний.

Технология и общество

- Уровень 5: учащиеся получают базовые знания о влиянии технологий на окружающую среду.
- Уровень 6: учащиеся получают базовые знания о роли общества в разработке и использовании технологий.
- Уровень 7: учащиеся получают базовые знания о влиянии технологий на ход исторических событий.

Проектирование

- Уровень 8: учащиеся приобретают базовые знания о важных элементах проектирования.
- Уровень 9: учащиеся приобретают базовые знания об инженерном проектировании.
- Уровень 10: учащиеся узнают о работе по устранению неполадок, исследовательских усилиях, изобретательском процессе и реализации нововведений, а также экспериментальной деятельности в области решения проблем.

Навыки для жизни в технологически развитом мире

- Уровень 11: учащиеся приобретают навыки применения результатов технических разработок.

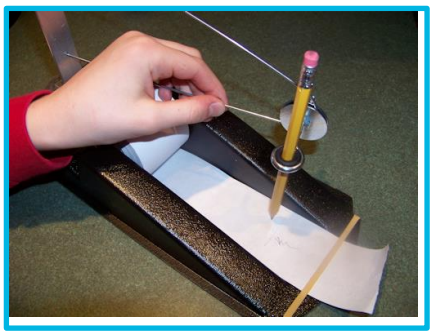
Технологически развитый мир

- Уровень 17: учащиеся приобретают знания и могут выбирать и использовать информационные технологии и технологии связи.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ресурсы для преподавателей

◆ Смысл занятия



Учащиеся знакомятся с технологией работы сейсмографов и узнают, как они помогают узнавать о предстоящих угрозах. Занятие посвящено изучению того, как создание этих устройств помогло спасти множество жизней. Учащиеся в группах разрабатывают приборы из подручных материалов и проверяют, способны ли они зафиксировать созданное в классе землетрясение. Группы оценивают свои сейсмографы и устройства других учащихся, а затем представляют результаты своей работы классу.

◆ Цели занятия

- Изучить технологию работы сейсмографа.
- Узнать основные принципы инженерного проектирования.
- Попробовать работать в команде, а также узнать приемы решения поставленных задач.

◆ Материалы

- Перечень ресурсов для учащихся.
- Листы для работы учащихся.
- Комплект материалов для каждой группы учащихся: веревка, проволока, бумага, карандаш, маркер, зажимы для бумаги, клей, картон, щит, фольга, резиновая лента, скотч, лоток или поддон, пластилин.
- Лестница или табуретка (для бросания мячика, вызывающего колебания); веревки, разрезанные на куски длиной 0,5, 1 и 1,5 м.
- Возможные дополнительные материалы: комплект для сборки сейсмографа серии American Educational Products (можно приобрести на веб-сайте www.amep.com/standarddetail.asp?cid=664 или на Amazon.com по цене около 32 долларов США).

◆ Процедура

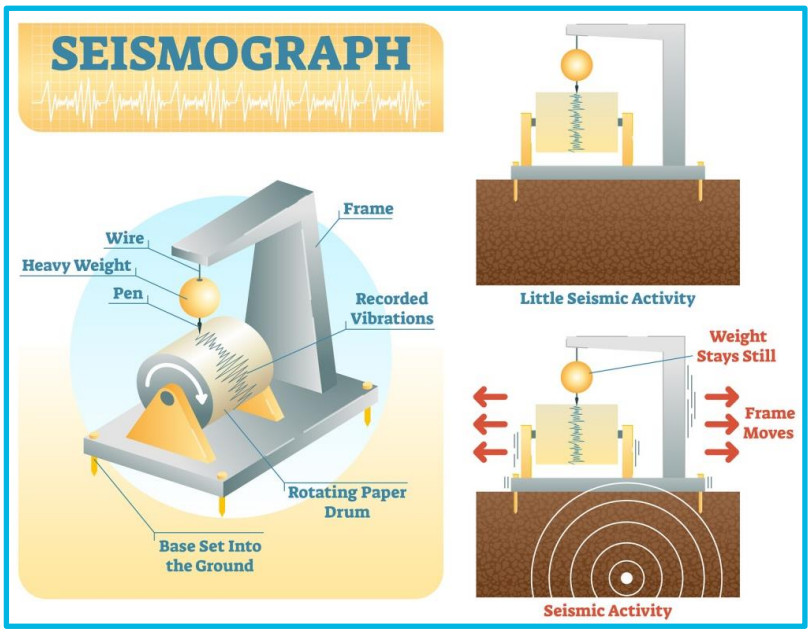
1. Предоставьте учащимся вспомогательную литературу. Ее можно прочитать в классе или дать заранее в качестве домашнего задания.
2. Выдайте группам наборы материалов и попросите их собрать сейсмографы, которые позволят записать землетрясение, созданное в классе. Лучшим прибором будет тот, который зафиксирует самые слабые колебания.
3. Группы представляют свои проекты классу и объясняют, как будет работать устройство записи колебаний.
4. Затем они испытывают сейсмографы, помещая их на стол. Преподаватель создаст колебания стола, бросив на него резиновый мяч с разной высоты (0,5, 1 и 1,5 м). Для этого он встанет на безопасную лестницу и будет измерять высоту, с которой бросается мяч, с помощью веревки — это обеспечит одинаковые условия испытаний. (Примечание. Можно также использовать мячи разного размера, например теннисные и какие-либо другие.)
5. Учащиеся записывают свои результаты и оценивают достижения своей и других групп, а затем делятся выводами с классом.

◆ Необходимое время

Одно-два занятия по 45 минут.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Материалы для учащихся
Что такое сейсмограф?



Сейсмоприемники (сейсмометры) — это приборы, с помощью которых регистрируют и записывают движения земной коры, включая сейсмические волны, вызванные землетрясениями, атомными взрывами и другими источниками колебаний. Запись сейсмических волн позволяет составлять карты недр земли, определять координаты и измерять мощность источников волн. Слово «сейсмометр» происходит от греческих слов seismós — сотрясение и métron — измерять.

Сейсмограф (или сейсмометр) — это прибор, который обнаруживает и записывает землетрясения. Как правило, он состоит из веса, прикрепленного к зафиксированному основанию. Во время землетрясения основание двигается, а вес нет. Движение основания относительно веса обычно преобразовывается в электрическое напряжение. Оно фиксируется на бумаге, магнитной ленте или другом носителе. Эта запись соответствует движению веса сейсмометра относительно земли, но с помощью математических преобразований из нее можно вывести абсолютное движение земли. Сейсмографом обычно называют комбинацию сейсмометра и его записывающего устройства.

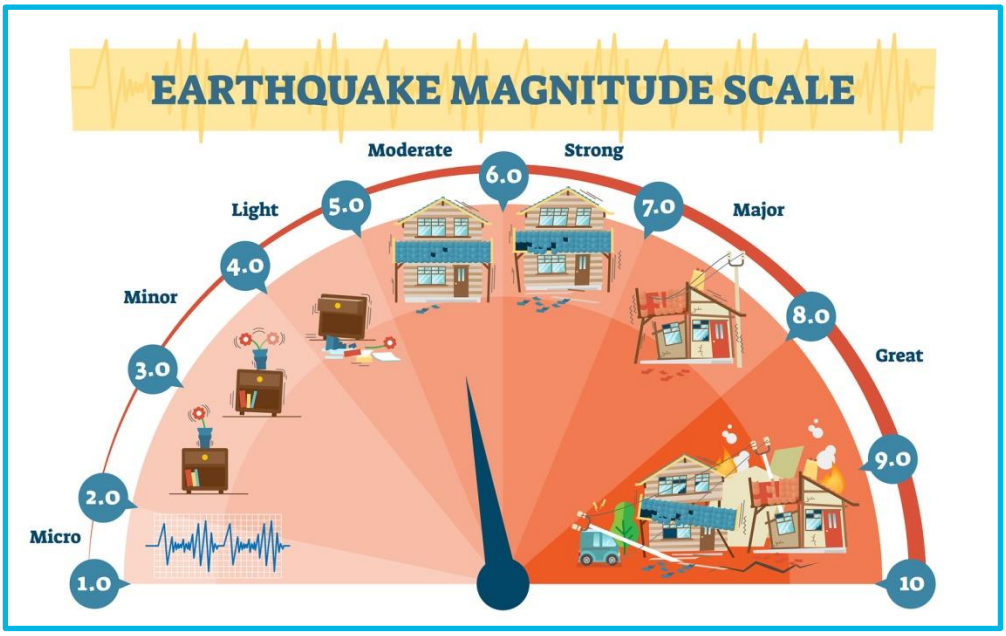
◆ Сейсмоскоп Чжан Хэна

В 132 г. н. э ученый Чжан Хэн из китайской династии Хань изобрел первый сейсмоскоп, который был назван «Инструмент для измерения сезонных ветров и движений Земли». Он представлял собой большой бронзовый сосуд диаметром около двух метров, к внешней стороне которого были прикреплены восемь драконьих голов, держащих в пастях бронзовые шары. При землетрясении одна из пастей раскрывалась и шар падал из нее в бронзовую жабу на земле, сообщая о землетрясении и его направлении. Как минимум один раз, возможно в период сильного землетрясения в Ганьсу в 143 г. н. э., сейсмоскоп показал землетрясение, хотя никто его не почувствовал. В известных текстах того времени говорится, что внутри сосуда располагалась центральная колонна, которая могла двигаться в восьми направлениях. Ее считают маятниковым устройством, хотя непонятно, как именно она была соединена с механизмом, обеспечивавшим открытие только одной драконьей пасти. Первое землетрясение, записанное этим сейсмографом, произошло предположительно на востоке. Через несколько дней оттуда прибыл гонец, сообщивший о землетрясении. На рисунке справа изображен сейсмоскоп Чжан Хэна, нарисованный по описанию Ван Ченто в 1936 г.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

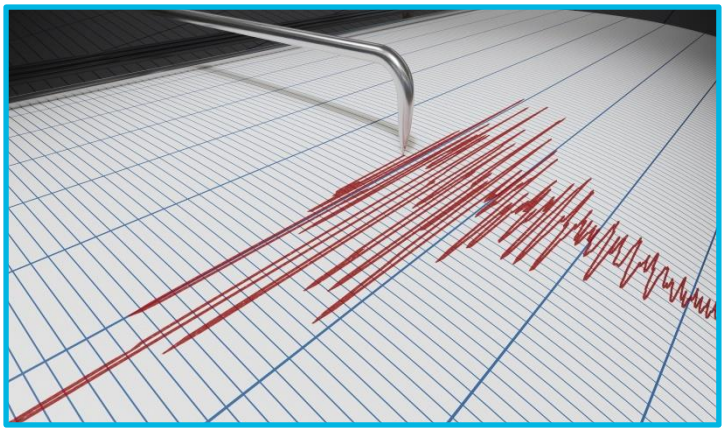
Материалы для учащихся
Отслеживание землетрясений

◆ Шкала Рихтера



Шкала магнитуд Рихтера была разработана в 1935 г. Чарльзом Рихтером из Калифорнийского технологического института. Он изобрел математическое устройство, которое могло сравнивать мощность землетрясений. Сначала по шкале Рихтера можно было сравнивать только записи, сделанные приборами одного производителя. Сейчас устройства тщательно калибруют, чтобы их показания были одинаковыми. Таким образом, магнитуды колебаний можно рассчитать на основании данных любого откалиброванного сейсмографа. Шкала показывает мощность каждого движения земной коры, которому можно присвоить магнитуду от 1 до 10. Самое слабое землетрясение имеет силу в одну магнитуду или менее. Верхнего предела у шкалы Рихтера нет: каждый уровень шкалы означает увеличение силы в 10 раз, то есть увеличение на одну магнитуду означает, что мощность землетрясения в 10 раз выше, чем на предыдущем уровне. Землетрясение в две магнитуды в 10 раз сильнее, чем землетрясение в одну магнитуду. Землетрясение в три магнитуды в 100 раз сильнее, чем землетрясение в две.

◆ Самое сильное землетрясение



Самое сильное из зафиксированных землетрясений произошло 22 мая 1960 г. в Чили. Погибли примерно 1655 человек, 3000 получили ранения. Более двух миллионов жителей осталось без крова, а общий ущерб составил около 550 миллионов долларов США. Зарегистрированная сила этого землетрясения составила 9,5 магнитуд по шкале Рихтера. На рисунке ниже показана сейсмографическая запись этого землетрясения.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Материалы для учащихся
Маятниковые сейсмографы

◆ Сила маятников

До того как стало возможным записывать сильные землетрясения с помощью электроники, ученые строили большие пружинно-маятниковые сейсмометры, чтобы записывать длительные колебания, вызываемые землетрясениями. Самый большой такой прибор весил около 15 тонн. В Мехико до сих пор работает такой сейсмометр, размер которого считается средним, но при этом по высоте он соответствует трехэтажному дому.

Другой пример маятникового сейсмографа — это сейсмометр на основе обратного маятника, разработанный в 1844 г. Джеймсом Форбсом. Он показан на рисунке справа. Устройство состоит из вертикального металлического стержня, который удерживается вертикальной стальной проволокой с круглым сечением. Изменяя силу натяжения проволоки или высоту мяча, который висит на ней, можно менять амплитуду маятника. Карандаш, свисающий со стержня, будет чертить на бумаге линию, показывающую колебания земли.

◆ Современные технологии

В Службе геологии, геодезии и картографии США работает система обновления и расширения средств сейсмического слежения в США ANSS (Advanced National Seismic System). Основные рабочие инструменты ANSS включают национальные, региональные, городские и структурные системы мониторинга. ANSS должна стать сетью национального масштаба, в которую войдет не менее 7 тыс. расположенных на земле и в зданиях систем, измеряющих силу толчков. С ее помощью можно будет обеспечивать службы спасения актуальными сведениями о землетрясениях, инженеров — данными о реакциях зданий и сооружений на толчки, а ученых — точными сведениями, которые помогут понять происходящие во время землетрясений процессы, а также динамику и структуру движений земных недр. Дополнительную информацию см. на сайте https://earthquake.usgs.gov/monitoring.

Кроме того, Всемирная сейсмографическая сеть (http://earthquake.usgs.gov/research/monitoring/gsn/) обеспечивает постоянный обмен цифровыми данными между новейшими сейсмологическими и геофизическими датчиками, подключенными к телекоммуникационным сетям. Эта сеть является универсальными источником научных данных и общественным мониторинговым, исследовательским и образовательным ресурсом. В нее входит более 150 современных сейсмических станций, распределенных по всему миру, что обеспечивает практически единообразный общемировой мониторинг.

Кроме того, наземные и морские данные моделируются в двух- и трехмерных проекциях, которые отображают колебания недр с учетом глубины и времени. Норвежская система Spectrum ASA специализируется на двух- и трехмерной обработке данных, а также на обслуживании библиотеки данных с многопользовательским доступом и мониторинге основных нефтедобывающих регионов мира.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Лист для работы учащихся «Постройте собственный сейсмограф»

Вы — группа инженеров, перед которой стоит задача разработать надежный сейсмограф для записи землетрясения в классе. Прибор должен фиксировать колебания на шкале вашей разработки. Устройство, которое сможет записать самые слабые толчки, будет признано лучшим.

◆ Этап подготовки и исследования

1. Ознакомьтесь с различными вспомогательными материалами.

◆ Планирование в группе

2. Ваша группа получила строительные материалы; при необходимости можно попросить дополнительные.

3. В группе разработайте проект и составьте список материалов, которые понадобятся для сборки сейсмографа. Помните, что прибор должен зафиксировать колебания в классе, вызванные падением мяча с высоты 0,5, 1 и 1,5 м.

4. Нарисуйте сейсмограф в поле ниже или на отдельном листе. Перечислите материалы, которые вы планируете использовать. Представьте свой проект классу. После совместного обсуждения можно пересмотреть план.

Необходимые материалы:
Опишите свою шкалу

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Лист для работы учащихся (продолжение)

◆ **Этап конструирования**

5. Соберите сейсмограф, обращая внимание на то, используются ли дополнительные материалы.

◆ **Испытания**

6. Собранный сейсмограф помещается на небольшой устойчивый стол. Преподаватель вызовет три колебания стола, бросив на него небольшой резиновый мяч с разной высоты (0,5, 1 и 1,5 м). Ваше устройство должно записать их. Лучшим будет признан самый чувствительный прибор. При этом все устройства должны зафиксировать как минимум несколько колебаний. Запишите свои наблюдения в таблицу ниже.

Толчок	0,5 метра	1 метр	1,5 метра
Сила толчка по вашей шкале			
Наблюдения (что вы заметили во время испытаний: что работало в приборе, а что нет)			

◆ **Презентация**

7. Представьте классу результаты испытаний сейсмографа и поделитесь с ним своими выводами. Обратите особое внимание на различия в конструкциях и результаты работы сейсмографов, собранных в классе.

◆ **Этап оценки**

8. Сравните и оцените результаты и технологии работы сейсмографа своей и других групп.

9. Заполните рабочий лист «Выводы».

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Лист для работы учащихся «Выводы»

◆ Этот лист служит для оценки работы на занятии «Трясем и записываем!».

1. Удалось ли вам создать сейсмограф, который зафиксировал все искусственные землетрясения?

2. Понадобились ли вам дополнительные материалы при конструировании сейсмографа?

3. Должны ли инженеры дорабатывать изначальные планы во время производства изделий? Почему?

4. Если бы вам нужно было приспособить свой сейсмограф для записи реального землетрясения, какие изменения вы внесли бы в его конструкцию?

5. Если бы вам пришлось начать все с начала, как изменился бы ваш прибор? Почему?

6. Какие проекты или методы других групп показались вам удачными?

7. Как вы считаете, удалось бы вам выполнить этот проект без группы? Поясните свой ответ.

Материалы подготовлены ИИЭИЭ в рамках проекта «Попробуй себя инженером»
www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.