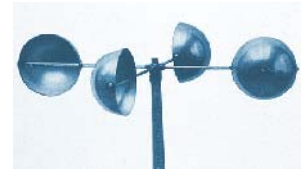




Измерение скорости ветра



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

[Нажмите здесь, чтобы оставить комментарии о данном занятии.](#)

Тема занятия

Занятие посвящено устройству анемометров и изучению того, как они изменились со временем. Группы учащихся проектируют и создают работающие анемометры из предметов обихода и узнают, как они используются в исследованиях местности, где нет возможности применять альтернативные источники энергии (ветровые турбины). Созданные анемометры должны выдерживать поток ветра, производимый вентилятором или феном, а учащиеся должны найти способ измерить скорость ветра и построить графики зависимости частоты вращения анемометра от этой скорости. Они также оценивают эффективность анемометров (своих и созданных другими группами) и представляют полученные результаты классу.

Обзор занятия

Занятие «Измерение скорости ветра» направлено на изучение принципов работы анемометров (в том числе и для записи скорости ветра) и ознакомление с изменениями, которые претерпела конструкция приборов с течением времени. Учащиеся работают в командах инженеров, проектируют и создают анемометры из предметов обихода. Они испытывают свои датчики, оценивают результаты и представляют полученные данные классу.

Возрастной уровень

8—18 лет.

Задачи

- ✦ Познакомиться с анемометрами.
- ✦ Познакомиться с техническим проектом.
- ✦ Узнать, как инженерные технологии помогают решить общественные проблемы.
- ✦ Познакомиться с работой в команде, а также узнать о приемах решения задач.



Предполагаемые результаты для учащихся

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания:

- ✦ о метеорологическом оборудовании;
- ✦ взаимосвязи технических и общественных проблем;
- ✦ инженерном проектировании;
- ✦ работе в команде.

Работа в рамках занятия

Учащиеся узнают, как анемометры записывают данные о силе ветра и как эта информация используется для предсказания погоды и оценки перспектив потенциальных строительных площадок для ветросиловых установок. Они работают в командах инженеров и разрабатывают анемометры из предметов обихода. Учащиеся испытывают датчики, оценивают свои и чужие проекты и представляют результаты классу.

Измерение скорости ветра



Ресурсы / материалы

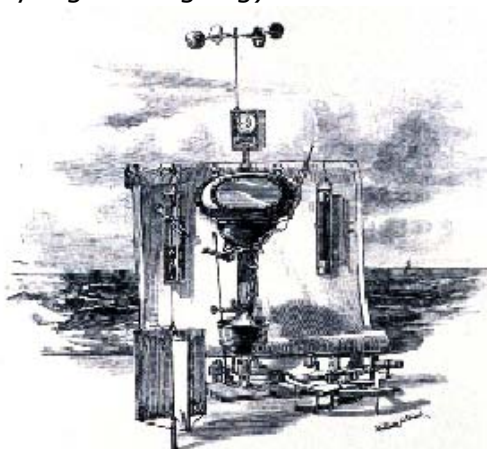
- ✦ Документы и ресурсы в помощь преподавателю (прилагаются).
- ✦ Перечень ресурсов для учащихся (прилагается).
- ✦ Лист для работы учащихся (прилагается).

Соответствие курса учебной программе

См. прилагаемый лист о соответствии курса учебной программе.

Интернет-ресурсы

- ✦ Веб-сайт «Попробуй себя инженером» (www.tryengineering.org).
- ✦ Веб-сайт «Национальная лаборатория возобновляемой энергии: исследования ветра» (www.nrel.gov/wind).
- ✦ Веб-сайт института и музея истории науки (Флоренция, Италия) (<http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/emulti.asp?player=wmv&codice=500005&banda=h>).
- ✦ Веб-сайт обсерватории Armagh, Северная Ирландия (www.arm.ac.uk/history/instruments/Robinson-cup-anemometer.html).
- ✦ Национальные стандарты образования в области естественных наук (www.nsta.org/standards).
- ✦ Стандарты технологической грамотности Международной ассоциации преподавания технологических дисциплин (www.iteaconnect.org/TAA).



АНЕМОМЕТР, ТЕРМОМЕТР, УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОТОКА ВОДЫ, СЕКСТАНТ, ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

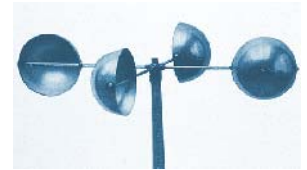
Рекомендуемая литература

- ✦ «Энергия ветра: факты. Руководство по технологии, экономике и будущему ветровой энергии от Европейской ассоциации ветровой энергии» (ISBN: 1844077101).
- ✦ «Энергия ветра в строительной среде» (ISBN: 0906522358).

Факультативное составление эссе

- ✦ Напишите эссе о том, зачем в аэропортах устанавливают несколько анемометров, передающих информацию операторам аэропорта, на разной высоте.

Измерение скорости ветра



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, 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 А: 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 В: 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 Е: наука и технология

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- ✦ развить навыки выполнения технологических разработок;
- ✦ выработать понимание вопросов 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:

- ✦ наука и технология в контексте локальных сложностей.

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.

Измерение скорости ветра



Для преподавателей:
соответствие курса учебной программе
(продолжение)

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

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ В: физика

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

- ✦ движение и сила;
- ✦ передача энергии.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ D: 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;
- ✦ 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 В: физика

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

- ✦ движение и сила.

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:

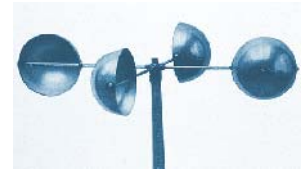
- ✦ роль науки и технологий при решении проблем на местном уровне, уровне страны и в мировом масштабе.

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.

Измерение скорости ветра



Для преподавателей:
соответствие курса учебной программе
(продолжение)

◆ Стандарты технологической грамотности: любой возраст

Природа технологии

- ✦ Уровень 1: учащиеся получают базовые знания о характеристиках и объеме применения технологий.
- ✦ 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.

Проектирование

- ✦ Уровень 8: учащиеся получают базовые знания о важных элементах проектирования.
- ✦ Уровень 9: учащиеся получают 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.

◆ Принципы и стандарты школьного преподавания математических дисциплин

Стандарты представления чисел и вычислений

- ✦ Учащиеся познакомятся с идеей числа, способами представления чисел, отношениями между числами и с системами чисел.

Анализ данных и принципы вероятности

- ✦ Учащиеся научатся формулировать вопросы, ответы на которые можно получить с помощью данных, а также собирать, организовывать и представлять данные для ответа на такие вопросы.

Измерение скорости ветра



Ресурсы для преподавателей

◆ Смысл занятия

Занятие «Измерение скорости ветра» направлено на изучение принципов работы анемометров и ознакомление с изменениями, которые претерпела их конструкция с течением времени. Учащиеся работают в командах, проектируют и создают анемометры из предметов обихода. Команды испытывают свои датчики, оценивают результаты и представляют полученные данные классу.

◆ Цели занятия

- ✦ Познакомиться с анемометрами.
- ✦ Познакомиться с техническим проектом.
- ✦ Узнать, как инженерные технологии помогают решить общественные проблемы.
- ✦ Познакомиться с работой в команде, а также узнать приемы решения поставленных задач.

◆ Материалы

- ✦ Перечень ресурсов для учащихся.
- ✦ Листы для работы учащихся.
- ✦ Фен или вентилятор с регулятором скорости (в ветреную погоду это занятие можно проводить на открытом воздухе).
- ✦ Комплект материалов для каждой группы учащихся:
 - фольга, пластиковые пакеты, бумажные стаканчики, шнур, клейкая лента, проволока, соломинки, деревянные палочки, маленькие деревянные ложки, маленькие кусочки дерева (пробки), гибкая проволока (типа проволоки для флористики или рукоделия), скрепки, резиновые кольца, зубочистки, алюминиевая фольга, клей, бумага, картон, упаковочный пластик и другие доступные материалы;
 - миллиметровая бумага для документирования результатов.



◆ Работа

1. Предоставьте учащимся вспомогательную литературу. Ее можно прочитать в классе или дать заранее в качестве домашнего задания.
2. Разделите учащихся на группы из 2—3 человек; выдайте каждой из них комплект материалов.
3. Поясните учащимся, что они должны создать рабочие анемометры из предметов ежедневного пользования, а также сконструировать систему измерения и записи скорости ветра, регистрируемой анемометром.
4. Учащиеся в группе разрабатывают проект анемометра. Они решают, какие материалы им необходимы, готовят чертеж и представляют его классу.
5. Обмениваясь материалами с другими группами, учащиеся составляют список необходимых деталей.
6. После этого группы создают анемометр. Им может потребоваться переделать схему, запросить другие материалы, обменяться ими с группами или начать работу заново. Учащиеся должны разработать систему подсчета числа оборотов и отображения результатов с учетом изменения скорости ветра.
7. Далее группы будут испытывать свои анемометры на ветру (естественном либо созданном вентилятором или феном). По желанию можно создать ветер на стадии конструирования, чтобы проверить анемометры в классной комнате до испытаний.
8. Затем группы заполняют оценочный листок и представляют свои достижения классу.

Измерение скорости ветра



Ресурсы для преподавателей (продолжение)

◆ Необходимое время

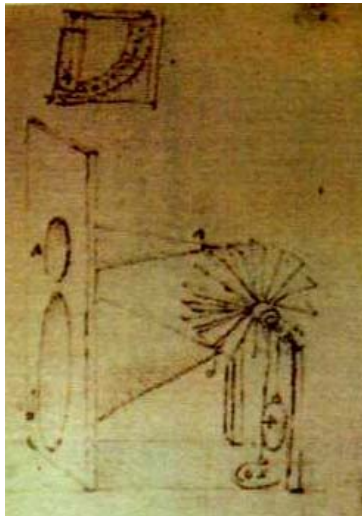
Два-три занятия по 45 минут.

◆ Рекомендации

- Скорее всего, учащиеся будут измерять число оборотов своих анемометров, поэтому им нужно посоветовать сделать один колпачок или чашечку другого цвета по сравнению с остальными: это облегчит подсчет.
- Верхняя часть должна свободно перемещаться без сопротивления вращению или быстрому повороту. Необходимо использовать спицу или заостренный предмет, на который она будет опираться или вокруг которого будет вращаться.
- Учащиеся могут разработать конструкцию с четырьмя или тремя чашечками или предложить свой вариант. Это особенно важно для учеников младших классов.

Измерение скорости ветра

Материалы для учащихся Что такое анемометр?



Анемометр — это устройство для измерения скорости ветра, один из инструментов метеорологической станции. Название происходит от греческого слова *anemos*, что означает «ветер». Первый анемометр изобрел Леонардо да Винчи. Он фактически спроектировал два типа инструментов для измерения скорости ветра. Их чертежи показаны слева.

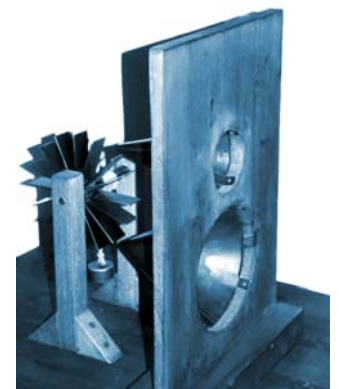
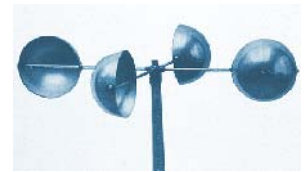
Первый из них (см. выше) называется пластинчатым анемометром (или щеткой), поскольку во времена да Винчи для измерения скорости ветра использовались перья. Это была градуированная трость с тонкой пластинкой, которая двигалась с разной скоростью в зависимости

от интенсивности ветра.

Другой анемометр (расположенный ниже) сделан из конусовидных трубок и предназначен для проверки предположения, что при постоянной скорости сила давления ветра, проворачивающего колесики, пропорциональна площади отверстий в конусах, через которые поступает воздух.

◆ Четырехчашечный анемометр

Пример простого анемометра — это чашечный анемометр, изобретенный в 1846 г. доктором Джоном Томасом Ромни Робинсоном (справа). Он состоит из четырех чашечек, которые закреплены на концах горизонтальных стержней, смонтированных на вертикальной оси под углом 90° друг к другу. Ветер, дующий в горизонтальном направлении, должен вызывать поворот чашечек со скоростью, пропорциональной его собственной. Если подсчитать, сколько раз повернулись чашечки за определенный период, можно определить среднюю скорость ветра в этом месте. Когда Робинсон создавал первый анемометр, он ошибочно полагал, что вне зависимости от величины чашечек и длины стержней чашечки всегда движутся со скоростью, составляющей одну треть скорости ветра. Позже было установлено, что реальное соотношение скорости ветра и движения чашечек, названное фактором анемометра, зависит от размеров чашечек и стержней и может иметь величину от двух до немногим более трех. Видеофильм об анемометрах можно посмотреть на сайте www.arm.ac.uk/movies/anemometer/anemometer.html.



Измерение скорости ветра



Материалы для учащихся

Что такое анемометр? (продолжение)

◆ Трехчашечный анемометр

Установлено, что четырехчашечные анемометры дают погрешность показаний при резких изменениях скорости ветра. В связи с этим для повышения точности стали устанавливать трехчашечные анемометры, особенно в тех местах, где ветер может меняться неожиданно. Первый трехчашечный анемометр был разработан канадцем Джоном Паттерсоном в 1926 г. Почти все изобретения со временем перепроектируются для улучшения эксплуатационных характеристик, снижения стоимости или повышения безопасности. В 1935 г. трехчашечный анемометр был усовершенствован компанией Brevort & Joiner в США. В результате этого была создана более точная чашечно-колесная конструкция с частотой появления ошибок менее 3 % при скорости до 100 км/ч. В 1991 г. она была изменена австралийцем Дерекком Уэстоном, что позволило ей измерять не только скорость, но и направление ветра. Уэстон прикрепил к одной из чашечек хвостовик, который вызывает увеличение или уменьшение скорости в зависимости от того, движется он по ветру или против него. Трехчашечные анемометры в настоящее время являются промышленным стандартом в области исследований ветровой энергии.

◆ Использование анемометров для испытаний ветрового потенциала

Анемометр — это устройство для измерения скорости ветра. Многие страны и организации предлагают программы финансирования анемометров, поэтому любая компания или частное лицо могут оценить скорость ветра, например, на стройплощадке, чтобы решить, достаточно ли ветровой энергии будет производиться. Для этих испытательных участков анемометр может в течение долгого времени собирать данные о скорости ветра с 10-минутными интервалами.



◆ Звуковые анемометры

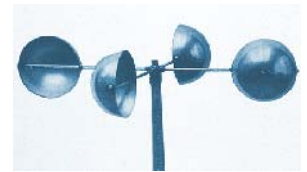
Звуковой анемометр (см. фото справа) был разработан в 1970-е гг. и использовал ультразвуковые волны для измерения скорости и направления ветра. Такие анемометры измеряют скорость ветра по времени прохождения звуковых импульсов между парами датчиков. Отсутствие подвижных частей делает их подходящими для длительного использования в открытых метеостанциях и буйках, где точность и надежность традиционных чашечно-флюгерных анемометров снижаются из-за солености воздуха или большого количества пыли.



◆ Выбор материала

Выбор материалов при проектировании анемометров часто обусловлен предполагаемой сферой их применения. Например, анемометры для исследований, связанных с малыми скоростями ветра (например, при изучении загрязнения воздуха), обычно изготавливаются из облегченных материалов. Однако из-за этого они не очень хорошо приспособлены для работы в условиях сильного ветра и обледенения. Выбор материалов также важен для прогнозирования срока службы оборудования. Таким образом, при выборе материалов для изготовления анемометра учитываются место, в котором он будет использоваться, цена, которую за него смогут заплатить, и ожидаемый срок работы.

Измерение скорости ветра



Листы для работы учащихся «Спроектируй свой анемометр»

Вы — команда инженеров, перед которой стоит задача спроектировать анемометр из предметов повседневного употребления. Вы будете испытывать его при различной скорости ветра, созданного вентилятором или феном в вашей классной комнате. Вы также должны разработать систему измерения и записи скорости ветра по показаниям вашего анемометра. Кроме того, нужно будет отобразить измеренные скорости ветра на графике, рассмотреть конструкции других групп и представить свои достижения классу.

◆ Стадия планирования

В команде обсудите задачу, которую вам надлежит решить. Вы должны будете выбрать, какой анемометр хотите сконструировать: четырехчашечный или трехчашечный. А, может быть, вы придумаете что-то другое и создадите новую конструкцию! Затем ваша команда должна разработать и согласовать проект анемометра. Нужно будет определить, какие материалы вы хотите применить. Помните, что ваша конструкция должна быть достаточно прочной, чтобы противостоять ветру, и вы должны будете получить информацию о скорости ветра по шкале, которую разрабатываете, поэтому нужно сконструировать некоторые элементы для анемометра, которые помогут отслеживать движение. Начертите свою конструкцию в прямоугольнике ниже и не забудьте дополнить эскиз описанием и указать количество деталей, которые будут использоваться. Представьте конструкцию классу. После того, как другие учащиеся прокомментируют план, можно пересмотреть его.



Необходимые материалы:

Измерение скорости ветра



Листы для работы учащихся «Спроектируй свой анемометр» (продолжение)

◆ Стадия конструирования

Создайте анемометр. В процессе изготовления могут понадобиться дополнительные материалы или может потребоваться изменить конструкцию прибора. Это нормально. Сделайте новый эскиз и внесите изменения в список материалов.

◆ Стадия испытаний

Каждая команда будет испытывать свой анемометр при трех скоростях ветра, используя вентилятор или фен. Проведите испытания трижды на каждой скорости и определите ее среднее значение для всех настроек вентилятора или фена. В каждом случае укажите в таблице ниже измеренную скорость ветра. Понаблюдайте за испытаниями других команд и обратите внимание на работу разных конструкций.



Номер испытания	Скорость вентилятора (настройка)	Скорость ветра, измеренная анемометром	Средняя скорость ветра для настройки скорости вентилятора
1	Низкая		
2	Низкая		
3	Низкая		
1	Средняя		
2	Средняя		
3	Средняя		
1	Высокая		
2	Высокая		
3	Высокая		

◆ Стадия документирования

Используя миллиметровую бумагу, постройте график, показывающий, как изменяется значение скорости, измеренной анемометром, при повышении скорости работы вентилятора или фена. Для построения графика используйте средние значения.

◆ Стадия оценки

Оцените результаты вашей команды, заполните оценочный листок и представьте свои достижения классу.

Измерение скорости ветра



Листы для работы учащихся «Оценка»

Используйте этот лист для оценки результатов своей команды на занятии «Измерение скорости ветра».

1. Смогли ли вы создать анемометр и измерить с его помощью скорость ветра при разных условиях? Если нет, то в чем причина неудачи?
2. Не приходилось ли вам во время изготовления пересматривать изначальный проект или количество необходимых материалов? Почему?
3. Случалось ли, что показания, полученные в одном из испытаний, приводили к большому сдвигу средних показаний для этой скорости ветра?
4. Если бы ваш анемометр использовался с целью определить, пригодно ли место для установки ветровой турбины и использования ветровой энергии, было бы достаточно трех испытаний для каждой настройки скорости для получения надежных показаний? Если нет, то сколько испытаний будет достаточно?
5. Если бы у вас был доступ к дополнительным материалам что бы запросила ваша команда? Почему?

Измерение скорости ветра



Листы для работы учащихся «Оценка» (продолжение)

6. Согласны ли вы с тем, что инженеры должны корректировать изначальные планы в ходе создания систем или изделий? Почему?
7. Если бы вам пришлось начать все с начала, как бы изменилась ваша конструкция? Почему?
8. Какие конструкции других команд, на ваш взгляд, работали хорошо?
9. Как вы думаете, почему конструкции анемометров так сильно изменились с течением времени?
10. Назовите три прибора, которые были перепроектированы для повышения функциональности.

- 1.
- 2.
- 3.