

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

Тема занятия

Занятие посвящено изучению устройств, контролирующих степень загрязненности воздуха. Группы учащихся собирают наружные датчики загрязнения воздуха из предметов обихода. Затем они испытывают свои устройства и проверяют, сколько загрязняющих воздух твердых частиц они смогли обнаружить.



Обзор занятия

Занятие «Экологический дозор» посвящено изучению того, как инженеры разрабатывают устройства для обнаружения в воздухе загрязняющих агентов. Команды учеников проектируют и создают наружные датчики загрязнения воздуха из предметов обихода. Они испытывают свои конструкции, оценивают результаты и представляют их классу.

Возрастной уровень

8—18 лет.

Задачи

Учащиеся будут:

- ◆ разрабатывать и собирать наружные датчики загрязнения воздуха;
- ◆ испытывать и совершенствовать свои конструкции;
- ◆ обсуждать процедуру проектирования и ее результаты.

Предполагаемые результаты для учащихся

В результате работы на занятии учащиеся получат навыки:

- ◆ разработки и создания наружных датчиков загрязнения воздуха;
- ◆ испытания и усовершенствования конструкций;
- ◆ обсуждения процесса проектирования и его результатов.

Работа в рамках занятия

В ходе занятия команды учащихся проектируют и создают наружные датчики загрязнения воздуха из предметов обихода. Затем они испытывают свои приборы, оценивают результаты и представляют их классу.

Ресурсы / материалы

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

Соответствие курса учебной программе

См. прилагаемый лист о соответствии курса учебной программе.

Экологический дозор

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](#).

Интернет-ресурсы

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ◆ Particulate Matter (<https://www.epa.gov/pm-pollution>)
- ◆ WHO Air Quality Guidelines (<http://www.who.int/airpollution/en/>)

Рекомендуемая литература

- ◆ Air Pollution. (ISBN: 9780761432203).
- ◆ Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation (ISBN: 978-0415479325).

Факультативное составление эссе

- ◆ Напишите местному политику письмо о том, как можно снизить уровень загрязненности воздуха в вашем районе.



Экологический дозор

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](#).

Стр. 2 из 10



Ресурсы для преподавателей

◆ Смысл занятия

Цель занятия — спроектировать и построить из доступных материалов наружный датчик загрязнения воздуха.

◆ Цели занятия

На занятии учащиеся должны получить навыки:

- ◆ разрабатывать и собирать наружные датчики загрязнения воздуха;
- ◆ испытывать и совершенствовать свои конструкции;
- ◆ обсуждать процедуру проектирования и ее результаты.

◆ Материалы

- ◆ Плотная цветная бумага, плотный картон, полиэтиленовая пленка, восковая бумага, ткань, фетр, фильтры для кофе, учетные карточки, бумажные тарелки и стаканчики, ножницы, двухсторонний скотч, вазелин, патока, крючки, резинка, линейка, лупы, миллиметровая бумага.
- ◆ Микроскопы или цифровой фотоаппарат (по возможности).

◆ Процедура

1. В начале занятия попросите учащихся обсудить проблему загрязнения воздуха, ее влияние на общество. Поговорите о том, какие инструменты создают инженеры, чтобы обнаруживать присутствие в воздухе различных загрязняющих агентов.
2. Предоставьте учащимся вспомогательную литературу. Ее можно прочитать в классе или дать заранее в качестве домашнего задания.
3. Разделите учащихся на группы из 2—3 человек; выдайте каждой из них комплект материалов.
4. Объясните, что каждая группа должна разработать устройство, которое будет обнаруживать в воздухе твердые загрязняющие вещества. Оно должно иметь крепление, область забора воздуха размером не менее 5 × 5 см, а также систему защиты от влияния вредных веществ.
5. Учащиеся в группе разрабатывают проект устройства. Они согласовывают список необходимых материалов, составляют проект или чертят устройство, а затем представляют его классу.
6. Затем группы учащихся реализуют свои проекты. Им может потребоваться изменить схему, запросить дополнительные материалы, обменяться ими с группами или начать работу заново.
7. Каждая группа размещает свой датчик в каком-либо месте около школы (возле школьных автобусов, на парковке, игровой площадке и т. д.).
8. Через 72 часа учащиеся с помощью луп (микроскопов или цифровых камер, если есть такая возможность) могут проверить, сколько твердых частиц собрали датчики.
9. Учащиеся должны записать, какие частицы они обнаружили (пыльца, грязь, пыль и т. д.), и указать их размер, цвет, форму и структуру.
10. Затем они делают сетку с ячейками, размер которых составляет 1 см², надевают ее на область забора воздуха с помощью резинки и закрепляют скотчем. Учащиеся подсчитывают число частиц в пяти случайных ячейках и вычисляют их среднее количество. Затем они сравнивают показатели в местах, где были установлены сконструированные в классе датчики, и представляют данные в виде графика.
11. Учащиеся могут разработать шкалу для сравнения качества воздуха вокруг школы.
12. Затем группы заполняют листок оценки и выводов и представляют свои результаты классу.
13. Этот проект можно продлить на весь учебный год, чтобы выполнить комплексный анализ данных.

◆ Необходимое время

- ◆ Два-три занятия по 45 минут.

Экологический дозор

Материалы для учащихся Загрязнение воздуха

◆ Загрязнение воздуха

Воздух — это обязательное условие жизни. Он состоит в основном из молекул азота и кислорода. Другие вещества: химикаты, природные вещества или твердые частицы — загрязняют воздух. Это происходит на улице, так и в помещениях и может быть вызвано природными причинами или деятельностью человека. Загрязнение воздуха воздействует на человека, животных и окружающую среду в нескольких направлениях.

К загрязнению воздуха могут приводить различные виды человеческой деятельности. Когда из дымовых труб и глушителей автомобилей в него попадают какие-либо вещества, в атмосфере происходят химические реакции, которые могут привести к ряду проблем. Когда загрязнители смешиваются с озоном, возникает смог, который ухудшает видимость и затрудняет дыхание. Обычно он появляется над большими городами или промышленными зонами. Лондон, Лос-Анджелес, Мехико и Юго-Восточная Азия — во всех этих городах смог мешает нормальной жизни людей. Когда загрязняющие агенты, такие как серная кислота, смешиваются в воздухе с водой, наблюдаются кислотные дожди и снегопады. Такие осадки приводят к гибели растений, деревьев, рыб и животных. Когда в автомобилях, на заводах, в каминах и барбекю сжигается топливо, в воздух попадают его перегоревшие частицы, которые вызывают загрязнение твердыми примесями.



◆ Твердые примеси

Твердые примеси состоят из твердых частиц и капель жидкости. Они могут включать как крупнозернистые, так и мелкозернистые частицы. Крупнозернистыми называют частицы диаметром 2,5—10 микрон (диаметр человеческого волоса ок. 70 микрон). К ним относятся дым, пыль, грязь, плесень, пыльца. Мелкозернистые частицы имеют диаметр менее 2,5 микрон. К ним относятся токсичные соединения и тяжелые металлы.

Загрязнение воздуха твердыми примесями, особенно мелкозернистыми, очень опасно для человека. Такие примеси разрушают экосистемы, вызывают замутнение атмосферы. Концентрация твердых примесей в воздухе меняется в зависимости от времени года и погоды. Например, зимой она может быть выше из-за того, что разжигается больше каминов и дровяных печей.

Твердые частицы бывают нескольких видов в зависимости от источника загрязнения. Источник первичных частиц можно определить по месту их происхождения — трубам, заведенным двигателям или ТЭЦ. Вторичные частицы образуются в воздухе в результате химических реакций, поэтому отследить их происхождение труднее.

Экологический дозор

Материалы для учащихся (продолжение)

◆ Сборники и счетчики твердых частиц

Сборники твердых частиц собирают твердые примеси, что позволяет определить их количество в воздухе и изучить их в лаборатории. Один тип сборников пропускает воздух через фильтр, соединенный со стеклянной трубкой. Фильтр взвешивают перед сбором частиц и после него. Объем твердых частиц рассчитывается на основании веса твердых частиц, собранных фильтром, и объема воздуха в сборнике. Другие сборники твердых частиц собирают твердые примеси на бобину с пленкой, которую также взвешивают до и после сбора.

Счетчики твердых частиц, или пылемеры, обнаруживают частицы в воздухе и подсчитывают их количество. Счетчики аэрозольных частиц подсчитывают количество частиц в воздухе и измеряют их размер. Оптические счетчики определяют количество частиц в воздухе, пропуская луч через сборник воздуха и подсчитывая, сколько света поглощается частицами. Этот метод можно использовать только для подсчета частиц размером более 1 микрона. Более мелкие частицы (размером более 0,05 микрона) можно обнаружить методом рассеяния света. Можно также использовать лазеры: они подсвечивают воздух, в нем становятся видны контуры твердых частиц, которые можно сфотографировать с помощью цифровой камеры, а затем увеличить и измерить.

◆ Нормы качества воздуха

Всемирная организация здравоохранения выпустила рекомендации по качеству воздуха, в которых говорится об отрицательном влиянии загрязнений на здоровье человека. Во многих странах разработаны шкалы, по которым можно оценить качество воздуха в конкретной местности в заданное время. Эти шкалы основываются на концентрации загрязнителей в воздухе, но меняются в зависимости от территории и типа оцениваемых примесей. Несмотря на доказанное отрицательное воздействие загрязнений воздуха на здоровье человека, многие страны до сих пор не следят за его качеством.

В Мехико организация Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT), занимающаяся мониторингом окружающей среды, использует рейтинговую систему Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), чтобы оценивать концентрацию загрязнителей, включая мелкозернистые твердые примеси, угарный и сернистый газ, диоксид азота и озон. Рейтинговая шкала, состоящая из 200 пунктов, включает пять категорий: от Buena — хорошо до Extremadamente mala — очень плохо — и используется для оценки и описания качества воздуха. В США работает агентство по охране окружающей среды, которое использует индекс качества воздуха (Air Quality Index), описывающий концентрацию аналогичных загрязнителей и присваивающий им коэффициент от 0 до 500. Эта шкала включает шесть категорий воздуха: от хорошего до опасного. Департамент по защите окружающей среды Гонконга также оценивает степень загрязненности воздуха

по 500-балльной шкале с пятью категориями, от низкого до высочайшего уровня, в зависимости от концентрации в воздухе вредных веществ. В марте 2010 г. степень загрязненности воздуха в Гонконге достигла рекордного уровня — более 500 баллов. Это произошло после песчаной бури в Южном Китае.

Экологический дозор

Листы для работы учащихся

◆ Вы — команда инженеров, перед которой стоит задача разработать устройство для обнаружения твердых частиц в воздухе вокруг школы. Это устройство должно иметь область забора воздуха размером не менее 5×5 см. Оно также должно быть оснащено креплением (чтобы его не унесло ветром) и системой защиты от влияния вредных веществ.

◆ Этап планирования

В команде обсудите задачу, которую вам предстоит решить. Разработайте и конструкцию датчика загрязнения воздуха. Определите, какие материалы вам необходимы.

Начертите схему своего устройства в поле ниже и не забудьте дополнить эскиз описанием и указать детали, которые вы собираетесь использовать, а также их количество. Представьте свою конструкцию классу.

После совместного обсуждения можно изменить свой проект.



Схема устройства

Экологический дозор

Лист для работы учащихся (продолжение)

◆ Этап конструирования

Сконструируйте свой датчик загрязнения воздуха. В процессе изготовления могут понадобиться дополнительные материалы или может потребоваться изменить конструкцию. Это нормально. Сделайте новый эскиз и внесите изменения в список материалов.

◆ Этап тестирования

Все группы будут испытывать датчики загрязнения воздуха, размещая их вокруг школы. Через 72 часа нужно проверить, собрал ли датчик загрязнители. С помощью лупы, микроскопа или цифрового фотоаппарата изучите собранные частицы. Запишите, какие типы частиц вы видите (например, пыль, грязь, пыльцу и т. д.), укажите их размер, цвет, форму и структуру.

С помощью резинки прикрепите сетку с ячейками размером 1 см² к области забора воздуха и приклейте ее клейкой лентой. Посчитайте количество частиц в любых пяти ячейках. Если их слишком много, оцените примерное число. Вычислите среднее количество частиц в ячейке. Сравните и показатели, полученные в местах, где были установлены датчики, сконструированные в классе, и представьте данные в виде графика. Разработайте шкалу для оценки качества воздуха вокруг школы и степени его загрязнения.

◆ Этап оценки

Оцените результаты своей команды, заполните оценочный лист и представьте свои достижения классу.

Этот лист служит для оценки результатов вашей группы на занятии «Экологический дозор».

1. Смогли ли вы создать рабочий датчик загрязнения воздуха, который может обнаруживать твердые примеси? Если нет, то в чем причина неудачи?
2. Приходилось ли вам во время изготовления пересматривать изначальный проект или просить дополнительные материалы? Почему?
3. Обменивались ли вы материалами с другими командами? Как это происходило?

Экологический дозор

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 А: наука как процесс познания

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- ◆ развить способности, необходимые для научного познания.

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:

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

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

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ А: наука как процесс познания

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- ◆ развить способности, необходимые для научного познания.

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:

- ◆ личное здоровье;
- ◆ население, ресурсы и окружающая среда;
- ◆ наука и технология в жизни общества.

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

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ А: наука как процесс познания

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- ◆ развить способности, необходимые для научного познания.

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.

Экологический дозор

Для преподавателей: соответствие курса учебной программе (продолжение)

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:

- ◆ здоровье: на личном и общественном уровнях;
- ◆ экологические характеристики материалов;
- ◆ природные и антропогенные факторы риска;
- ◆ роль науки и технологий при решении проблем на местном уровне, уровне страны и в мировом масштабе.

◆ Принципы и стандарты школьного преподавания математических дисциплин

Стандарты представления чисел и вычислений

- Учебные программы от подготовительной ступени детского сада до 12-го класса школы должны позволить учащимся:
 - ◆ без труда производить вычисления и давать разумные оценки.

Стандарты измерений

- Учебные программы от подготовительной ступени детского сада до 12-го класса школы должны позволить учащимся:
 - ◆ применять соответствующие техники, инструменты и формулы для измерений.

Анализ данных и принципы вероятности

- Учебные программы от подготовительной ступени детского сада до 12-го класса школы должны позволить учащимся:
 - ◆ формулировать вопросы, ответы на которые могут быть получены с помощью данных, а также собирать, организовывать и представлять соответствующие данные для ответа на них;
 - ◆ выбирать и использовать подходящие статистические методы для анализа данных;
 - ◆ уметь предвидеть и оценивать возможные помехи и препятствия, а также строить прогнозы исходя из имеющихся данных.

Технологические стандарты (представления)

- **Учебные программы от подготовительной ступени детского сада до 12-го класса школы должны позволить учащимся:**

- ◆ использовать различные типы представления данных для организации, записи и обсуждения математических идей;
- ◆ использовать методы представления данных для моделирования и толкования физических, социальных и математических явлений.

◆ Стандарты технологической грамотности: любой возраст

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.

Экологический дозор

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](#).