IEEE Lesson Plan:

Нанотехнологии в производстве водонепроницаемых материалов

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

Тема занятия

Занятие посвящено изучению того, как нанотехнологии влияют на разработку и изготовление различных предметов и веществ: от красок до тканей. Учащиеся узнают, что такое гидрофобный эффект и как свойства материалов могут меняться при разработке на наноуровне. Группы учащихся создают водонепроницаемую ткань и сравнивают ее с подобными материалами, изготовленными инженерами и учеными с помощью нанотехнологий.

Обзор занятия

Это занятие направлено на ознакомление со способами изменения материалов на наноуровне, что позволяет создавать изделия с такими свойствами, как водонепроницаемость и стойкость к окрашиванию. Команды учащихся-инженеров разрабатывают водонепроницаемое покрытие для хлопчатобумажной ткани и сравнивают его с материалом, который был изменен с помощью нанотехнологий.

Возрастной уровень

8—18 лет.

Задачи

- Получить представление о нанотехнологиях.
- Получить представление о гидрофобном эффекте.
- Получить представление о площади поверхности.
- Узнать о принципах коллективной работы и работы в группах.

Предполагаемые результаты для учащихся

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

- наноструктуры;
- площадь поверхности;
- решение проблем;
- работа в команде.

Работа в рамках занятия

Учащиеся узнают о влиянии нанотехнологий на производство и применение тканей. Они в группах разрабатывают водонепроницаемое покрытие для хлопчатобумажной ткани, испытывают его и исследуют образцы материала, поверхность которого была изменена с помощью нанотехнологий.

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).
- Листы для работы учащихся (прилагаются).
- Перечень ресурсов для учащихся (прилагается).

Соответствие курса учебной программе

См. прилагаемый лист о соответствии курса учебной программе.

Интернет-ресурсы

- TryEngineering (www.tryengineering.org)
- TryNano (www.trynano.org)
- Nano-Tex (www.nano-tex.com)

Рекомендуемая литература

- Nanomaterials, Nanotechnologies and Design: An Introduction for Engineers and Architects (ISBN: 0750681497).
- Understanding Nanotechnology (ISBN: 0446679569).
- Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design (ISBN: 3764379952).

Факультативное составление эссе

- Напишите эссе или один абзац о потенциальных преимуществах применения нанотехнологий при производстве тканей, покрытий или материалов, которые используются в больницах и домах престарелых.

Дополнительная работа

- Учащиеся старших классов могут попытаться удалить водонепроницаемое покрытие с материала, разработанного с помощью нанотехнологий. Например, можно попробовать очистить, покрасить, сварить, помыть, заморозить или погладить поверхность.

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:

- свойства предметов и веществ.

СОДЕРЖАНИЕ. УРОВЕНЬ E: наука и технология

В результате работы в рамках этого уровня учащиеся должны:

- развить навыки выполнения технологических разработок;
- уметь различать естественные и искусственные материалы.

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 проблем.

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

- свойства веществ и их изменение.

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.

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 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 технологии в жизни общества.

◆ 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:

- структура атомов;
- структура и свойства вещества.

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.

◆ 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.

Проектирование

- Уровень 9: учащиеся приобретают базовые знания об инженерном проектировании.
- Уровень 10: учащиеся узнают об исследовательских усилиях, работе по устранению неполадок, 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.
- Уровень 13: учащиеся получают умение оценивать практическое значение различных изделий и систем.

Технологически развитый мир

- Уровень 19: учащиеся получают необходимые знания и могут выбирать и использовать производственные технологии.

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: Ресурсы для преподавателей

◆ Смысл занятия

Занятие посвящено изучению того, как нанотехнологии влияют на разработку и изготовление различных предметов и веществ: от красок до тканей. Учащиеся узнают, что такое гидрофобный эффект и как свойства материалов могут меняться при разработке на наноуровне. Группы учащихся создают водонепроницаемую ткань и сравнивают ее с подобными материалами, изготовленными инженерами и учеными с помощью нанотехнологий.

◆ Цели занятия

- Получить представление о нанотехнологиях.
- Получить представление о гидрофобном эффекте.
- Получить представление о площади поверхности.
- Узнать о принципах коллективной работы и работы в группах.

◆ Материалы

- Перечень ресурсов для учащихся.
- Листы для работы учащихся.
- Микроскоп или камероскоп (для дополнительной работы), раковина или ведро для проверки ткани.
- Комплект материалов для каждой группы учащихся
  - Четыре куска простой белой хлопчатобумажной ткани размером 10,16 x 10,16 см.
  - Кусок ткани размером 10,16 x 10,16 см, созданной с помощью нанотехнологий. Совет: купите белую рубашку, сделанную из наноматериала, в одном из интернет-магазинов, список которых можно найти на веб-сайте www.nano-tex.com/company/brand_partners.html, и разрежьте ее на нужное количество частей.
  - Водонепроницаемые материалы: воск, мелки, семена льна, ланолин, глина, клей, ложки или веточки для выравнивания и другие материалы, предложенные учащимися.

◆ Процедура

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. Объясните учащимся, что они должны разработать водонепроницаемое покрытие для ткани, из которой будет сшита рубашка. Вода должна не поглощаться тканью, а собираться на ней в капли.
4. Учащиеся в группах составляют письменный план, в котором разрабатывают покрытие для трех кусков ткани: A, B и C (в случае ошибки предоставляется четвертый кусок).
5. Затем они обрабатывают эти куски.

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:
Ресурсы для преподавателей (продолжение)

6. В качестве дополнительного задания учащиеся могут рассмотреть ткань с водонепроницаемым покрытием под микроскопом и понаблюдать, как изменяется ее поверхность при использовании различных водонепроницаемых средств. Для проверки предоставьте группам образец материала, который был изменен с использованием нанотехнологий. Если с помощью обычного микроскопа учащиеся не смогут увидеть разницу между простой хлопчатобумажной тканью и наноматериалом можно использовать другие типы микроскопов.
7. Затем группы испытывают куски ткани, погружая их в таз или раковину, наполненную водой, заполняют листы для работы и делятся с классом своими выводами. Чтобы проверить устойчивость покрытия к окрашиванию, можно использовать подкрашенную воду или фруктовый сок.

◆ Необходимое время

Два-три занятия по 45 минут.

◆ Дополнительная работа по созданию моделей

Учащиеся могут создать модель, которая будет наглядно представлять гидрофобный эффект. Для этого необходимо воткнуть в пенопластовый шар соломинки или зубочистки, которые будут выполнять ту же функцию, что и тончайшие волокна, защищающие поверхность листьев от прямого попадания воды. Кроме того, с помощью этой модели можно продемонстрировать, как водонепроницаемое покрытие создается на наноуровне.

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 учащихся
Что такое нанотехнологии?

Представьте, что вы можете наблюдать, как красное кровяное тельце движется по вене. А каково было бы увидеть, как атомы натрия и хлора приближаются друг к другу, обмениваются электронами и формируют кристаллик соли? Или наблюдать за тем, как молекулы вибрируют в ванночке с водой при повышении температуры? Благодаря микроскопам, которые совершенствовались несколько последних десятилетий, сегодня можно увидеть и это. Возможность изучать и измерять материалы и даже вносить в них изменения на молекулярном или атомном уровне называется нанотехнологией, или нанонаукой. Приставка «нано» означает одну миллиардную часть чего-либо. Ученые и инженеры применяют ее для обозначения крайне малых величин, в том числе единиц длины (нанометр), времени (наносекунда), объема (нанолитр) и массы (нанограмм). Чаще всего эта приставка используется именно при измерении длины, самая распространенная единица из названных — нанометр (нм). Диаметр отдельного атома менее 1 нм, а чтобы получить цепочку длиной 1 нм, необходимо выстроить 10 атомов водорода. Атомы других элементов крупнее атомов водорода, но и их диаметр менее нанометра. Диаметр типичного вируса составляет около 100 нм, а длина бактерии — около 1000 нм. Благодаря таким устройствам, как атомно-силовые и растровые электронные микроскопы, сегодня можно рассматривать наномир, ранее скрытый от глаз человека.

◆ **Растровый электронный микроскоп**

Растровый электронный микроскоп — это особый тип электронного микроскопа, позволяющий получить изображение поверхности путем ее растрового сканирования сфокусированным электронным пучком. Изображение разрезается на последовательные (обычно горизонтальные) полосы, называемые строками сканирования. Сканирующие электроны взаимодействуют с атомами, формирующими образец, и генерируют сигналы, содержащие данные о форме, составе и даже электрической проводимости поверхности. На снимке справа показана пыльца разных растений, увеличенная в 500 раз. Это изображение было получено с помощью растрового электронного микроскопа в лаборатории Дартмутского колледжа (штат Нью-Гемпшир, США).

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 учащихся
Что такое гидрофобный эффект?

В слове «гидрофобный» два корня: «гидро» — «вода» и «фобос» — «страх». Гидрофобный эффект можно наблюдать при попытке смешать масло с водой. Листья и лепестки цветов отталкивают капли воды после дождя — это тоже проявление гидрофобного эффекта. Он обусловлен тем, что лист покрыт воском и на его поверхности присутствуют тонкие волокна, которые создают воздушную прослойку, позволяющую отталкивать воду.

◆ Супергидрофобные поверхности

Супергидрофобные поверхности (например, листья и лепестки растений семейства лотосовых) — это поверхности, обладающие крайне низкой смачиваемостью за счет того, что у них угол касания водяной капли превышает 150°, а угол скатывания составляет менее 10°. Этот эффект изображен на рисунке справа и называется эффектом лотоса.

◆ Применение при изготовлении тканей

Ученые и инженеры, знающие о гидрофобном эффекте, решили воспользоваться нанотехнологиями и разработать водонепроницаемые ткани. Часто водонепроницаемое покрытие помогает защитить ткань от окрашивания, поскольку жидкость не может проникнуть в волокна. В качестве примера рассмотрим разработки компании Nano-Tex. Зная о том, что поверхность листьев некоторых растений покрыта тонкими волокнами, инженеры этой компании решили добавить нановискеры к волокнам хлопчатобумажной ткани. Создать материал с гидрофобным эффектом оказалось не так просто. Поскольку волокна хлопчатобумажной ткани имеют цилиндрическую форму, инженерам компании Nano-Tex пришлось разместить по их окружности тонкие нановискеры. В результате получилась ворсистая поверхность. Внешний вид ткани не изменился, однако она стала отталкивать жидкость, что также позволило защитить ее от окрашивания. Компания Nano-Tex использует нанотехнологии для: 1) разработки молекул с особыми свойствами; 2) проектирования высокоточного соединения молекул на поверхности волокон ткани; 3) постоянного закрепления молекул на волокнах с помощью запатентованной технологии связывания. Если молекулы не закреплены перманентно, ткань может утратить способность отталкивать воду после нескольких стирок. Более 80 текстильных фабрик по всему миру используют технологию компании Nano-Tex для обработки изделий, которые продаются более чем в 100 магазинах одежды. Это пример только одной отрасли, в которой применяются нанотехнологии.

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.

Деятельность учащихся
Проблема водонепроницаемости

Вы — команда инженеров, перед которой стоит задача разработать новое водонепроницаемое покрытие для одежды. Вам было выдано несколько кусков хлопчатобумажной ткани и другие материалы, которые могут понадобиться. Вода должна не поглощаться тканью, а собираться на ней в капли. Разработайте два или три решения поставленной задачи и выберите лучшее.

◆ **Этап планирования**

В команде обсудите задачу, которую вам предстоит решить. Опишите свою технологию в поле ниже и укажите, какие материалы вам понадобятся. Объясните, как ваше решение поможет устранить проблему.

Кусок ткани A Описание решения и прогноз его эффективности: Необходимые материалы:
Кусок ткани B Описание решения и прогноз его эффективности: Необходимые материалы:
Кусок ткани C Описание решения и прогноз его эффективности: Необходимые материалы:

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.

Деятельность учащихся
Проблема водонепроницаемости (продолжение)

◆ Этап производства
Испытайте свои технологии (пометьте куски ткани, чтобы знать, какие решения применялись для них).

◆ Этап исследования
Если у вас есть микроскоп, рассмотрите все куски ткани и опишите, что вы увидели, в приведенной ниже таблице. При этом укажите различия образцов ткани. У вас есть возможность исследовать кусок ткани, измененный с помощью нанотехнологий. Укажите, была ли поверхность ткани мягкой, неровной, выпуклой или вогнутой, а также перечислите другие характеристики материала.

Результаты исследования поверхности			
Кусок ткани A	Кусок ткани B	Кусок ткани C	Наноматериал

◆ Этап проверки
Намочите кусок ткани и посмотрите, скатывается ли вода с материала или впитывается в него. С разрешения преподавателя для проверки можно использовать подкрашенную воду или сок. Запишите свои наблюдения в приведенную ниже таблицу.

Результаты проверки водой			
Кусок ткани A	Кусок ткани B	Кусок ткани C	Наноматериал

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.

Деятельность учащихся
Проблема водонепроницаемости (продолжение)

◆ **Этап оценки**

Ответьте в группах на перечисленные ниже вопросы.

1. Удалось ли вам создать водонепроницаемое покрытие для ткани?

Если да, расскажите, что вы для этого делали и как это помогло добиться успеха.
Если нет, то что вы сделали неправильно?

2. Какая технология другой команды позволила добиться положительного результата? Почему?

3. Как вы думаете, что произойдет, если постирать и высушить ткань? Эффект водонепроницаемости сохранится?

4. Что удивило вас, когда вы сравнивали образцы ткани под микроскопом (если вы выполняли эту часть задания)?

5. Какие сходства и различия наноматериала и ткани с водонепроницаемым покрытием вы обнаружили при проверке в воде?

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.

Деятельность учащихся
Проблема водонепроницаемости (продолжение)

6. Какие сходства и различия наноматериала и ткани с водонепроницаемым покрытием вы обнаружили с помощью микроскопа?

7. Если бы этот проект можно было выполнить еще раз, что бы вы сделали иначе? Почему?

8. На каких материалах инженеры должны испытывать новые идеи? Почему?

9. Много ли технологий, разработанных в классе, отвечает целям проекта? Позволяет ли это понять, как команды реальных инженеров решают производственные проблемы?

10. Как вы считаете, удалось бы вам выполнить этот проект в одиночку? Поясните свой ответ.

11. Как вы думаете, в каких сферах, кроме изученной, изменение поверхности материала на наноуровне может повысить производительность? Например, можно обрабатывать лобовые стекла автомобилей, чтобы вода стекала быстрее. Какие идеи есть у вас?

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.