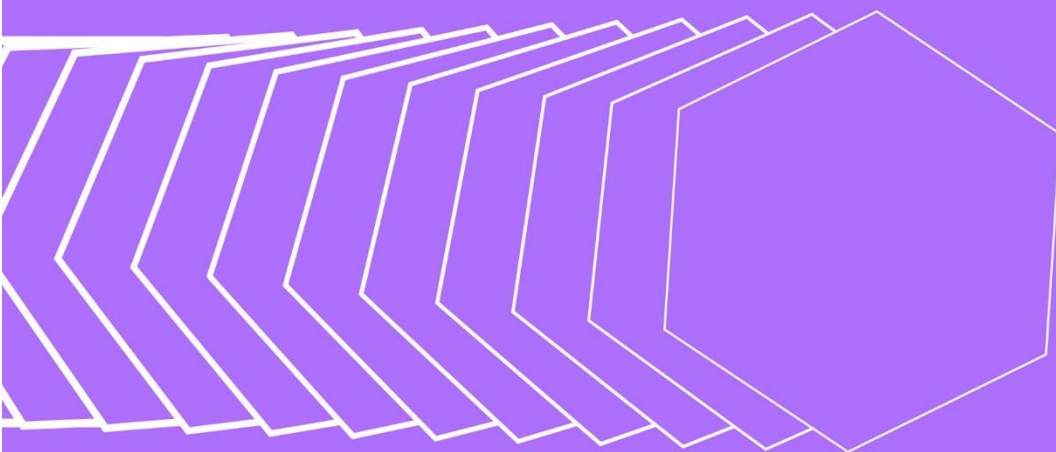




**ФГБОУ ДО
ФЦДО**

Методическая разработка кейса «Токопроводящие чернила»



**Направление:
Нанотехнологии**

Автор: Зуйкова Виктория Юрьевна,
старший методист
методического отдела
технической
направленности

**2022
Москва**

О КЕЙСЕ

Токопроводящие чернила используются для создания электрических схем (например, в случае необходимости быстрого макетирования электронных схем, где вместо перемычек выступают дорожки токопроводящей краски), а также в образовательных целях: для наглядной демонстрации работы электрических схем.

Токопроводящие чернила позволяют не просто создавать рисунки, а токопроводящие схемы, работающие также, как схемы, собранные с помощью соединительных проводов.

На рынке электроники представлены токопроводящие маркеры, карандаши, лаки и клеи, способные проводить электричество через 2-3 минуты после высыхания на открытом воздухе.

Цель: обучение созданию токопроводящих чернил с использованием графеноподобных частиц.

Задачи:

- знакомство с процессом самостоятельного создания токопроводящего покрытия;
- формирование навыков работы с оборудованием.

Артефакт: рабочая электрическая схема, созданная каждой командой обучающихся с их помощью

ПАСПОРТ ПРАКТИКИ	УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ		
	Время	Форма	Методы
	1 час	Работа в малых группах	Исследовательские методы
	КАТЕГОРИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ		
	Возраст	Особенности	Кол-во участников в рабочей группе
	12 – 17 лет	Без особенностей	до 15 человек
	РЕСУРСЫ		
	Оборудование и материалы	Базовые знания из других областей	Уровень сложности
	стандартный набор лабораторного оборудования кабинета физики, сканирующий микроскоп по кол-ву групп	знакомство с темой «Электричество»	соответствует программе вводного уровня
	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ		
	Hard-skills, предметные навыки	Soft-Skills, метапредметные навыки	Личностные
	<ul style="list-style-type: none"> – навык проведения физического и химического экспериментов – навык сборки электрических схем – навык работы с высокоточным оборудованием, например, сканирующим микроскопом 	<ul style="list-style-type: none"> – умение планировать эксперимент – умение использовать имеющиеся ресурсы 	<ul style="list-style-type: none"> – способность к самообучению – способность проявлять инициативу
	ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ		
	Инструкции для педагога	Открытая информация о результатах	Участие в конкурсах
	Приложение 1.	-	-

Этап 1. ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ/ПРОБЛЕМЫ

Рекомендованное время: 15 мин

Деятельность педагога:

Педагог рассказывает, что такое токопроводящие чернила, показывает ролики о том, как с их помощью создаются схемы, предлагаем обучающимся поделиться на команды по несколько человек и заняться поиском информации о существующих вариантах токопроводящих покрытий для создания электрических схем, вариантах самостоятельного изготовления чернил.

Текст-легенда кейса:

Вы, наверняка, имеете представление о том, что такое электрические схемы, для чего они нужны, и как собираются. Но знаете ли вы о том, что электрическую схему можно нарисовать карандашом на обычной бумаге, и заставить её работать не хуже собранной с помощью соединительных проводов? Кажется, это гораздо интереснее и быстрее, кроме того, открывает перспективы создания творческих разработок.

Одну из них можно посмотреть по ссылке:
https://vk.com/wall-196003965_13



Для рисования рабочих электрических схем необходимы электропроводящие чернила, т.е. чернила, оставляющие печатный след, который проводит электричество. Обычно проводимости добиваются путем введения в чернила графита или других проводящих материалов. Например, серебряные чернила применяются для печати RFID- меток, используемых в современных проездных билетах, их можно использовать для ремонта схем на печатных платах. Компьютерные клавиатуры содержат мембраны с печатными схемами, которые распознают нажатие клавиши. На задние стекла автомобилей наносятся токопроводящие дорожки, служащие радиоантеннами.

Деятельность обучающихся:

В малых группах 3-5 человек обучающиеся изучают проблему кейса, определяют возможные пути поиска информации, распределяют обязанности, договариваются о выборе варианта создания чернил.

По завершении обсуждают озвученные варианты совместно с педагогом, делая акцент на возможности их создания на базе лаборатории и с учетом имеющегося набора средств. Голосованием выбираем наиболее подходящие варианты для реализации.

Задача этапа для обучающихся - познакомиться с текстом кейса, узнать, что такое токопроводящие чернила, зачем они нужны.

ЭТАП 2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЧЕРНИЛ

Рекомендованное время: 10 мин

Деятельность педагога:

В зависимости от уровня подготовки обучающихся и возрастного состава группы, сложность выбранного рецепта может варьироваться. В базовом варианте готовим механическим способом графитный порошок (из сердечника карандаша) и выбираем связующий компонент – лак или клей. Смешиваем компоненты и храним полученные чернила в герметично закрытой емкости. Работа ведется в командах.

Для продвинутого варианта кейса возможно получение частиц графена с помощью электролиза. Полученное вещество может быть дополнительно изучено

методом сканирующей зондовой микроскопии.

Деятельность обучающихся:

В качестве вспомогательного материала обучающие изучают работу по созданию токопроводящих чернил, выполненную командой обучающихся по направлению «Наноквантум» в г. Рыбинск, и высоко оцененную жюри Всероссийского конкурса инновационных технологических проектов 2021 года.

<https://drive.google.com/file/d/1y9p6nykFc-uqN3WS5D9ZR0TOeksiZom-/view?usp=sharing>



Далее обучающиеся предлагают свой вариант создания и испытания токопроводящих чернил.

ЭТАП 3. ИСПЫТАНИЯ

Рекомендованное время: 15 мин

Деятельность педагога и обучающихся:

Предлагаем командам обучающихся нанести чернила на подложку, дать чернилам высохнуть. Просим измерить удельное сопротивление, соединить с помощью чернил контакты, например, светодиодной ленты и сделать выводы: является ли нанесенный слой токопроводящим? Загорается светодиод или нет? Если нет, ищем причину.

ЭТАП 4. СОЗДАНИЕ СХЕМ

Рекомендованное время: 15 мин

Деятельность педагога и обучающихся:

Предлагаем участникам по командам придумать электрические схемы и нарисовать их с помощью токопроводящих чернил. В качестве дополнительного оборудования используем светодиоды, резисторы и т.д. Просим детей подойти к процессу творчески (например, воспользовавшись идеей из видео выше).

ЭТАП 5. ФИНАЛИЗАЦИЯ/РЕФЛЕКСИЯ

Рекомендованное время: 5 минут

Деятельность педагога:

Обсуждаем сложности, с которыми обучающиеся столкнулись при выполнении кейса. Выявляем сильные и слабые стороны работы команд. Обсуждаем возможность доработки идеи кейса до создания полноценного проекта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Текст-легенда кейса:

Вы, наверняка, имеете представление о том, что такое электрические схемы, для чего они нужны, и как собираются. Но знаете ли вы о том, что электрическую схему можно нарисовать карандашом на обычной бумаге, и заставить её работать не хуже собранной с помощью соединительных проводов? Кажется, это гораздо интереснее и быстрее, кроме того, открывает перспективы создания творческих разработок.

Для рисования рабочих электрических схем необходимы электропроводящие чернила, т.е. чернила, оставляющие печатный след, который проводит электричество. Обычно проводимости добиваются путем введения в чернила графита или других проводящих материалов. Например, серебряные чернила применяются для печати RFID- меток, используемых в современных проездных билетах, их можно использовать для ремонта схем на печатных платах. Компьютерные клавиатуры содержат мембраны с печатными схемами, которые распознают нажатие клавиши. На задние стекла автомобилей наносятся токопроводящие дорожки, служащие радиоантеннами.