

Муниципальное автономное образовательное учреждение многопрофильная
гимназия № 13 г. Пензы

Использование нанотехнологий для решения проблемы загрязнения водных
ресурсов.

Выполнил:

Абрашитов Глеб

МАОУ многопрофильная гимназия № 13

г. Пензы, 11-б класс

Научный руководитель:

Пузарица Л.С.

Учитель химии,

Отличник народного просвещения РФ,

Заслуженный учитель РФ.

МАОУ многопрофильная

гимназия № 13 г. Пензы

Пенза, 2020 год

Содержание:

Введение.....	3-6
Глава 1. Анализ теоретического материала.....	6-8
Глава 2. Практическая часть.....	8-10
2.1 Получение ферромагнитной жидкости.....	8-9
2.2 Изучение её свойств и оценка возможности её применения для очистки водной поверхности от нефти нефтепродуктов.....	9-10
Глава 3. Проектная часть.....	10-12
Заключение.....	12
Список используемых источников.....	13-14
Приложения	

ВВЕДЕНИЕ

Ученые говорили о применении «нанотехнологии» еще в древности. В средние века ремесленники-гончары из провинции Умбрия использовали нанотехнологии. В эпоху Ренессанса достаточно широко использовались наночастицы золота и серебра при изготовлении витражных стекол. У истоков нанотехнологий стоял греческий философ Демокрит. 2400 лет назад он впервые использовал слово “атом” для описания самой малой частицы вещества.

Официальным моментом рождения понятия «нанотехнология» считают 29 декабря 1959 года, когда нобелевский лауреат профессор Ричард Фейнман выступил с лекцией «Внизу полным-полно места». Чтобы стимулировать интерес к этой области, Фейнман назначил приз в \$1000, тому, кто впервые запишет страницу из книги на булавочной головке, (это осуществилось уже в 1964 году). В 1974 году японский физик Норио Танигучи ввел понятие “нанотехника”, предложив называть так механизмы размером менее 1 микрона. В переводе с латыни «нано» означает маленький, а с греческого - “nanos”- гном (карлик). В настоящее время “нано” используется как приставка, обозначающая размерность 10^{-9} метра.

Магнитные жидкости были почти одновременно синтезированы в США и России в середине 60-х годов двадцатого века. Первые магнитные жидкости были получены американцем Соломоном Стивенсом Пайпеллом в результате механического измельчения частиц магнетита в шаровых мельницах. Он запатентовал своё изобретение в 1963-м и в 1965 году. В СССР родоначальником магнитожидкостных технологий является Дмитрий Васильевич Орлов. В 1965 году по инициативе профессора Орлова и под его руководством начались работы по созданию магнитных жидкостей и герметизирующих устройств на их основе.

Анализ справочной литературы показал, что одной из областей применения ферромагнитной жидкости является экология. Меня заинтересовал этот факт, и

я решил изучить больше по данной теме. Проанализировав литературу, я сделал вывод, что ферромагнитную жидкость можно использовать для очищения воды от нефти. Но каким образом это можно сделать? Так, и родилась **тема моего проекта** «Использование нанотехнологий для решения проблемы загрязнения водных ресурсов».

Актуальность проекта заключается в том, что все серьёзные случаи загрязнения океана связаны с нефтью. В результате широко распространённой практики мытья трюмов танкеров в океан ежегодно сознательно сбрасывается от 8 до 20 млн баррелей нефти. Раньше такие нарушения часто оставались безнаказанными, но сегодня спутники позволяют собрать необходимые улики и привлечь виновных к ответственности. Общее количество нефти и нефтепродуктов, попадающих ежегодно в океан, по оценкам разных исследователей составляет от 6 до 12 млн. т. Так, по оценкам национальной академии наук США, из всего количества добываемой в мире нефти (из 2,5 млрд. т) в море попадает 1,6 млн. т., или одна тысяча трехсотая часть. Но эти 1,6 млн. т составляют лишь 26 % той нефти, которая в сумме попадает в море за год. По данным Гринпис, по меньшей мере, 5 000 000 тонн нефти и нефтепродуктов попадают в окружающую среду в России ежегодно. Существующие способы очистки водных ресурсов от нефти: механический сбор, сжигание на месте, использование диспергаторов, не являются экологически эффективными и наносят ущерб природе океанов, к тому же использование этих методов является экономически дорогим. В связи с этим очевидна необходимость поиска совершенно новых способов очистки водной поверхности от нефти и нефтепродуктов, поэтому мной был разработан аппарат по сбору нефти с поверхности воды.

Цель проекта: получение ферромагнитной жидкости, анализ её свойств и дальнейшее использование для создания полуавтономного аппарата по сбору нефти с поверхности воды.

Объект исследования - ферромагнитная жидкость.

Предмет исследования: пути решения проблемы загрязнения нефтью и нефтепродуктами водных ресурсов посредством использования нанотехнологий (ферромагнитной жидкости)

Задачи:

- 1) Собрать, изучить и проанализировать теоретический материал по выбранной теме.
- 2) Используя реактивы из школьной лаборатории получить опытным путём ферромагнитную жидкость.
- 3) Провести эксперименты для изучения её свойств, сделать выводы и оценить возможность использования этой жидкости в аппарате по сбору нефти с поверхности воды.
- 4) Разработать схему устройства аппарата, определить принцип его работы.
- 5) Составить смету бюджета по производству этого устройства, произвести необходимые расчеты и сделать выводы о перспективности его применения на практике.

Гипотеза исследования: в обычной школьной лаборатории можно приготовить ферромагнитную жидкость и использовать её в специальных аппаратах по очистке водной поверхности от нефтяной пленки.

Методы исследования:

- *Теоретические:* сбор, анализ, систематизация информационных источников, разработка схемы устройства аппарата, принципа его работы.
- *Практические:* получение исходного вещества, проведение экспериментов, оценка результатов опытов.

- *Методы математической статистики:* расчет затрат на производство, составление сметы бюджета на производство аппарата.

Практическая значимость. Результаты данного проекта представляют собой совершенно новый подход к решению проблемы загрязнения водных ресурсов нефтью и нефтепродуктами, поэтому могут быть использованы многими государствами и международными организациями по защите природы в целях обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды. К тому же собранный в ходе исследования материал может быть использован при составлении справочников по данной теме.

Экологические риски: разлив нефтепродуктов является одной из самых распространенных причин загрязнения наземных и водных экосистем. Как следствие этого, нарушается ход естественных процессов, что приводит к изменению условий обитания живых организмов. Пролитая нефть из танкеров, трубопроводов несет гибель всему, с чем соприкасается: уничтожается вся растительность, районы поражения становятся непригодными для обитания каких-либо животных. К примеру, некогда кишацие жизнью мангровые болота теперь исчезают и уходят в историю. Нефтяная пленка на поверхности водоема нарушает его биологические процессы и вызывает дефицит кислорода, изменяя состав воды. Оседающие на дне масла и мазут дают вторичное загрязнение. Все это приводит к уменьшению популяции рыб, водоплавающих птиц и млекопитающих. Нефть наносит необратимый ущерб и здоровью человека, попадая в хозяйственно-питьевые водоемы и объекты. Нефтяные загрязнения представляют наибольшую угрозу для жизни Мирового океана. Ежегодно в него поступает до 14 млн тонн нефтепродуктов. Образующая на поверхности воды пленка лишает кислорода морскую флору и фауну. Было подсчитано, что литра нефти достаточно, чтобы лишить кислорода 400 тыс. литров морской воды. Также нарушается регулярный

обмен теплом, влагой, газами, энергией между океаном и атмосферой. От токсичных соединений погибают, прежде всего, мальки и планктон.

Экологический след: производство аппарата по сбору нефти требует пластиковых материалов, которые могут быть получены в ходе вторичной переработки уже использованного пластика, а это уменьшение пластикового загрязнения окружающей среды, кроме того, электропитание данного аппарата производится за счёт солнечных панелей, что экономит энергетические ресурсы. Сбор нефти данным аппаратом позволяет снизить загрязненность воды нефтью, повысить качество водных ресурсов и сберечь естественные экосистемы морей и океанов, а невысокая стоимость производства аппарата и эффективность его работы позволяет экономить денежные средства и сохранить трудовые ресурсы людей.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Ферромагнитная жидкость (от латинского ferrum — железо) — жидкость, сильно поляризующаяся в присутствии магнитного поля.

Ферромагнитные жидкости представляют собой коллоидные системы, состоящие из ферромагнитных частиц нанометровых размеров, находящихся во взвешенном состоянии в органическом растворителе или воде. Для обеспечения устойчивости такой жидкости ферромагнитные частицы связываются с поверхностно-активным веществом (ПАВ), образующим защитную оболочку вокруг частиц и препятствующем их слипанию.

Ферромагнитные жидкости (ФМЖ) - это коллоидные растворы, обладающие свойствами более чем одного состояния материи. В данном случае два состояния: твердый металл и жидкость, в которой он содержится. Способность изменяться под воздействием магнитного поля позволяет использовать ФМЖ в качестве уплотнителей, смазки, а также может открыть другие применения в будущих наноэлектромеханических системах.

ФМЖ состоят из наноразмерных частиц (10 нм или меньше) магнетита, гематита или другого материала, содержащего железо, стабилизированные в полярной (водной или спиртовой), и неполярной (углеводороды и силиконы) средах с помощью поверхностно-активных веществ или полимеров. Чтобы обволакивать частицы в ферромагнитной жидкости используются следующие поверхностно-активные вещества (ПАВ): олеиновая кислота, полиакриловая кислота, полиакрилат натрия, соевый лецитин. ПАВ препятствует слипанию частиц, мешая им образовать слишком тяжелые кластеры, которые не смогут удерживаться во взвешенном состоянии за счет броуновского движения. ФМЖ обладают хорошей текучестью в сочетании с магнитными свойствами. Под воздействием сильного вертикально направленного магнитного поля поверхность жидкости с парамагнитными свойствами самопроизвольно

формирует регулярную структуру из складок. Этот эффект известен как «нестабильность в нормально направленном поле».

Размеры магнитных частиц достаточно малы, чтобы тепловое движение распределило их равномерно по несущей жидкости, чтобы они давали вклад в реакцию жидкости в целом на магнитное поле. Аналогичным образом ионы в водных растворах парамагнитных солей (например, водный раствор сульфата меди(II) или хлорида марганца(II)) придают раствору парамагнитные свойства.

ФМЖ устойчивы: их твердые частицы не слипаются и не выделяются в отдельную фазу даже в очень сильном магнитном поле. Тем не менее, ПАВ в составе жидкости имеют свойство распадаться со временем (примерно несколько лет), поэтому частицы слипнутся, выделятся из жидкости и перестанут влиять на реакцию жидкости на магнитное поле. Также ФМЖ теряют свои магнитные свойства при своей температуре Кюри, которая для них зависит от конкретного материала ферромагнитных частиц, ПАВ и несущей жидкости. Имеются вещества, сходные по свойствам с ферромагнитной жидкостью – магнитореологическая жидкость и парамагнетики. Термин «магнитореологическая жидкость» относится к жидкостям, которые подобно ферромагнитным жидкостям затвердевают в присутствии магнитного поля.

Разница между ферромагнитной жидкостью и магнитореологической жидкостью в размере частиц. В ферромагнитной жидкости частицы наноразмерные частицы находятся во взвешенном состоянии из-за броуновского движения и не оседают в нормальных условиях. Частицы в магнитореологической жидкости на 1—3 порядка больше, поэтому со временем оседают из-за естественной разности в плотности частиц и несущей жидкости. Как следствие, у этих двух типов жидкостей разные области применения.

Парамагнетики — вещества, которые намагничиваются во внешнем магнитном поле в направлении внешнего магнитного поля. Парамагнетики

относятся к слабомагнитным веществам. Атомы парамагнетика обладают собственными магнитными моментами, которые под действием внешних полей ориентируются по полю и тем самым создают результирующее поле, превышающее внешнее. К парамагнетикам относятся и хлорид железа II (FeCl_2), которое используется для приготовления ферромагнитной жидкости.

Однако приведенная выше информация требовала практического подтверждения, поэтому мы решили в условиях школьной лаборатории получить ферромагнитную жидкость и изучить некоторые её свойства.

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Получение ФМЖ и изучение её свойств.

Для получения магнитной жидкости в школьной химической лаборатории использован метод химической конденсации высокодисперсного магнетита (М.А. Лунина, Е.Е. Бибик и Н.П. Матусевич).

В основе метода лежит реакция солей железа (II) и (III) в щелочной среде:



1. Реактивы: железо (III) хлористое (FeCl_3); железо (II) сернокислое (FeSO_4); дистиллированная вода (H_2O); водный раствор аммиака 25% (NH_4OH); моющее средство «Fairy».
2. Оборудование: весы с набором разновесов, колбы, химические стаканы, фарфоровые стаканы, фильтровальная бумага, индикаторная бумага, воронка, кольцевой магнит, электроплитка и термометр.

Навеску массой 2,78 г железного купороса (0,01 моль) и 5,41 г хлорного железа (0,02 моль) последовательно растворим в 100 мл дистиллированной воды. Полученный раствор профильтруем и при перемешивании выльем в колбу с 50 мл 25% раствора аммиака. В результате выпадает осадок - Fe_3O_4 .

Колбу с магнетитом ставят на постоянный магнит. Магнетит притягивается ко дну колбы. Это позволяет слить практически весь раствор. Магнетит промываем водой несколько раз до pH 7,5-8,5. Полученную суспензию профильтруем и перенесем с фильтра в колбу объемом 200 мл, в которую добавляем в качестве стабилизатора моющее средство «Fairy». Содержимое колбы перемешиваем и выдерживаем в течение часа на водяной бане с обратным холодильником при температуре 80 градусов. Полученную массу разбавляем водой. (Приложение 1)

Однако стоит отметить, что данный способ не является единственным. В научной литературе описан ещё один способ получения ферромагнитной жидкости. Для него необходимы следующие реактивы:

1. Тонер для лазерного принтера или девелопер, (желательно чтобы частицы материала с магнитными свойствами в нем были как можно меньше).
2. Машинное масло.

Нужно помнить, что девелопер для тонера очень маркий, поэтому обращаться с ним нужно предельно осторожно.

1. Насыпаем в тару для смешивания девелопер.
2. Наливаем в тару машинное масло.

Ингредиенты нужно смешать до состояния сметаны. Ферромагнитная жидкость готова.

2.2 Изучение свойств ФМЖ.

Опыт №1. Ферромагнитная жидкость.

Оборудование: ферромагнитная жидкость, чашка Петри, пипетка Пастера, магнит, монетка.

Ход опыта:

Положим монетку в чашку Петри. С помощью пипетки Пастера нальем в чашку немного ферромагнитной жидкости так, чтобы вся монета была погружена в жидкость. Возьмем в одну руку чашку Петри, а в другую магнит. Аккуратно поднесем снизу к чашке магнит.

Результат: монета оказалась на поверхности ферромагнитной жидкости.

Опыт № 2. Эффект Тиндаля.

Оборудование: ферромагнитная жидкость, пипетка Пастера, магнит, 2 колбы с дистиллированной водой, лазерная указка.

Ход опыта:

Добавим в дистиллированную воду немного магнитной жидкости и тщательно перемешаем раствор. Пропустим через стакан с дистиллированной водой и через стакан с полученным раствором луч света от лазерной указки.

Результат: лазерный луч, проходя через воду, следа не оставляет, а в растворе с ферромагнитной жидкостью оставляет светящуюся дорожку.

Опыт №3. Сбор нефтепродукта (Приложение 2)

Оборудование: ферромагнитная жидкость, пипетка Пастера, магнит, нефтепродукт, кристаллизатор с водой.

Ход опыта:

В емкость с водой добавим немного нефтепродукта и ферромагнитной жидкости. Полученную смесь тщательно перемешаем и дадим отстояться. Поднесем к стенке сосуда магнит.

Результат: смесь из нефтепродукта и ферромагнитной жидкости стягивается к магниту, очищая всю поверхность воды.

По результатам проведенных опытов можно сделать вывод, что **ферромагнитная жидкость** – это коллоидный раствор наночастиц железа, способный намагничиваться, магнитными частицами можно управлять с помощью внешнего магнитного поля и как следствие, совершать различные манипуляции. Исходя из результатов этих опытов, было сделано заключение, что ферромагнитную жидкость вместе с магнитом можно использовать для

сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды весьма эффективно, поэтому мне пришла идея создать аппарат способный очищать поверхность воды от нефтяной пленки. Но это уже другая часть моего проекта.

ГЛАВА 3. ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.

На основании изученных ранее свойств ФМЖ мною был придуман и разработан совершенно новый полуавтономный аппарат по сбору нефти с поверхности воды под названием «ГИДРА-1» (Приложение 3). Внешне аппарат напоминает уменьшенную копию футбольного стадиона «Фишт» в г. Сочи. Он имеет обтекаемую форму, для уменьшения сопротивления воде, например, во время шторма. Размеры аппарата составляют 1 м в длину, 50 см в ширину и 35 см в высоту. Выполнен аппарат будет из пластика высокой прочности, не тонущего в воде, с восковым покрытием для избегания прилипания нефти и попадания воды внутрь.

Принцип действия аппарата основан на проведенном выше опыте по сбору нефтепродукта. С помощью встроенного анализатора нефти и нефтепродуктов в воде (флуоресцентный анализатор enviroFlu) аппарат определяет, где находится нефть, и начинает сбоку следующим образом: сначала, на область покрытия воды нефтью разбрызгивается определенный объем ферромагнитной жидкости, далее с помощью своеобразного «сита», выполненного из постоянного магнита вода с нефтью на поверхности профильтровывается. В результате этого нефть и растворенная в ней ФМЖ остается в этом «сите», а чистая вода возвращается в океан. Затем, «сито» располагается над специальным резервуаром для хранения нефти, и действием не него другого магнитного поля (второй постоянный магнит) нефть, с ФМЖ, растворенной в ней, падает туда. И далее по ходу движения аппарат по нефтяному пятну данный цикл повторяется. Таким образом, нефть с ФМЖ накапливается в специальном резервуаре, рассчитанном на 4 литра нефти и нефтепродуктов. Иначе говоря, один такой аппарата рассчитан на сбор 4 литров нефти и нефтепродуктов.

После определения принципа работы этого устройства мной была подсчитана и составлена смета бюджета по производству этого аппарата. (Приложение 4)

Стоимость создания аппарата без учета производственных затрат составила 38 506 рублей. Конечно, эта сумма не очень маленькая, но учитывая данные о затратах некоторых стран на ликвидацию последствий нефтяных разливов, (по данным Агентства по охране окружающей среды, США ежегодно тратит около 1,2 млрд. долл. на ликвидацию последствий разливов нефти в океаническом пространстве. Не мене затратна ликвидация последствий в случаях аварий. К примеру, затраты на ликвидацию последствий аварии на нефтяной станции в Мексиканском заливе (Deepwater Horizon) составили порядка 5 млрд. долл США.) можно однозначно утверждать, что данный аппарат имеет большие преимущества перед известными способами очистки воды от нефтяных загрязнений как экологические, так и экономические. Но, конечно же, нельзя не отметить тот факт, что и у этого аппарата есть свои минусы, самый главный из которых, на мой взгляд, это не универсальность, другими словами его можно использовать только для очистки поверхности воды от нефти и нефтепродуктов. Для других мероприятий по очистке воды от нефтяного загрязнения, к примеру донного загрязнения, или загрязнения толщи воды от нефти, данное устройство применять бесполезно. Однако, безусловно, преимущества этого аппарата намного существеннее, чем недостатки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В ходе выполнения этой работы были собраны материалы по экологическому аспекту применения нанотехнологий (а именно ферромагнитной жидкости), а также данные о свойствах ФМЖ и способах её получения.

По результатам данного проекта мною были сделаны следующие **выводы**:

1. Предположенная в начале проекта гипотеза полностью подтвердилась: в школьной лаборатории мы получили ферромагнитную жидкость, которую впоследствии использовали в аппарате по сбору нефти.
2. **Ферромагнитная жидкость** представляет собой коллоидный раствор наночастиц железа. Так как, железо способно намагничиваться, магнитными частицами можно управлять с помощью внешнего магнитного поля. Опытным путём показали, что магнитные частицы – материал для осуществления различных манипуляций. Обладая необычными свойствами, ферромагнитная жидкость очень интересна для изучения и перспективна с точки зрения практической науки.
3. Разработанный аппарат «ГИДРА-1» является эффективным средством сбора нефти с поверхности воды и может быть использован для очистки воды в практических целях.
4. Невысокая стоимость производства делает его весьма конкурентоспособным по сравнению с другими аналогичными устройствами. А спрос на него обусловлен необходимостью поиска новых путей решения проблемы загрязнения нефтью и нефтепродуктами водных ресурсов, которая является весьма актуальной.

На наш взгляд, только общими усилиями каждого человека и такими нестандартными подходами можно решить одну из самых главных проблем человечества – сохранение нашей родной планеты Земля.

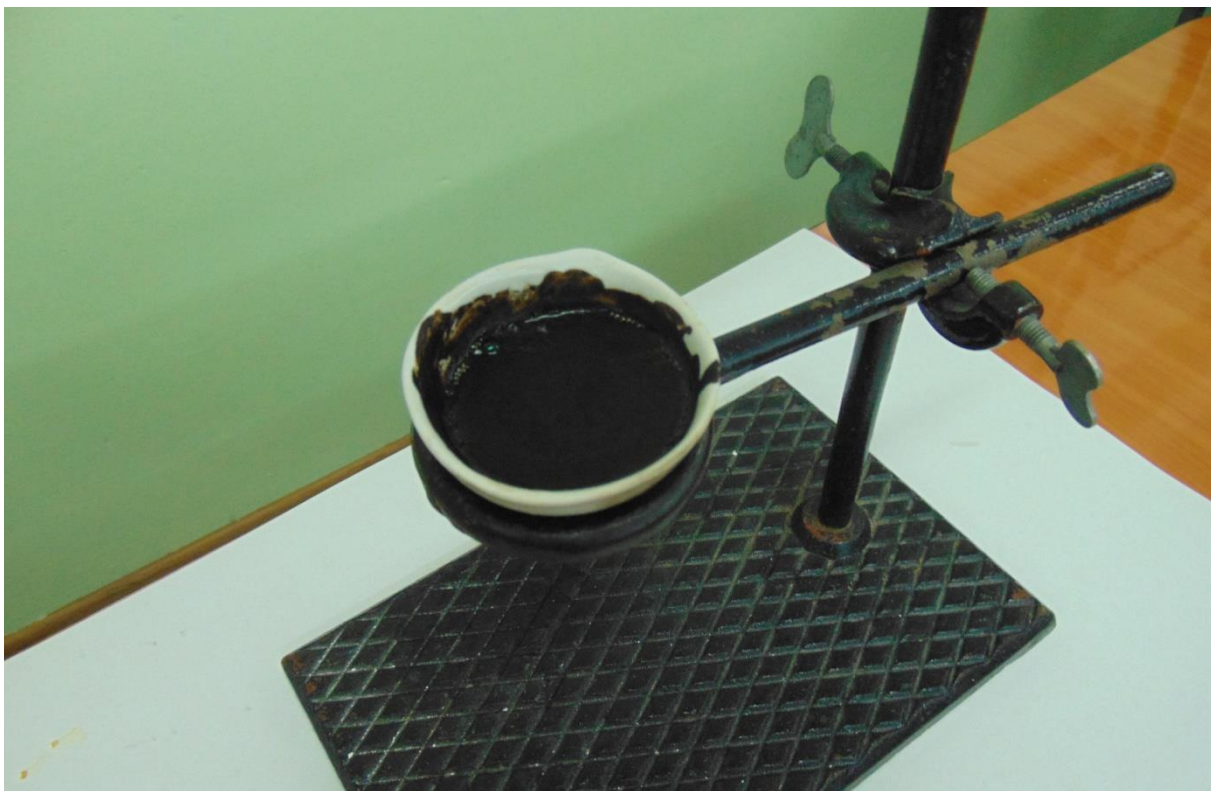
Список использованных источников:

1. Введение в нанотехнологию и нанобиологию. Павлов Г.В., Желанкин Р.В. Москва-2011.
2. Удивительные наноструктуры. Под редакцией проф. Л.Н. Патрикеева. Москва. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011.
3. Методика изучения элементов нанотехнологий в курсе химии основной школы. Оржековский П.А. Москва. 2015.
4. Получение и изучение свойств веществ, состоящих из частиц нано- и микро размеров. Мельникова Н., Гнеушева Е., Маштаков Б. Санкт- Петербург. Школьная лига. 2013.
5. А.И. Еремин В.В., Дроздов А.А. Нанохимия и нанотехнологии. 10-11 классы. Профильное обучение. Учебное пособие – М.:Дрофа, 2009
6. Контарев А.В., Стадник С.В., Лешуков В.А. Применение магнитных жидкостей // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 10 – с. 67
7. Барьяхтар Ф.Г., Хиженков П.К., Дорман В.Л. Динамика доменной структуры магнитных жидкостей. //Физические свойства магнитных жидкостей. Свердловск, 1983. С.50-57.
8. Бибик Е.Е. Приготовление феррожидкости. //Коллоидный журнал.-1973. – т.3 -№6.С.1141-1142.
9. Коронкевич Н.И., Зайцева И.С., Черногаева Г.М. Формы, механизмы и показатели антропогенной нагрузки на водные ресурсы // Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств. М.: Наука, 2008.302 с.; Телиженко А.М. Оценка экономического ущерба от загрязнения водного бассейна / А.М. Телиженко, В.А. Лукьянихин, Е.А. Лукьянихина. Сумы:Изд-во Сумского гос. ун-та, 2001.68 с.; Шевчук А.В. Экономика природопользования (теория и практика). 2-е изд., испр. и доп. М.: НИА-Природа, 2000. 327 с.; Экологический менеджмент / Н.В. Пахомова, А. Эндрес, К. Рихтер. СПб.:Питер, 2003. 544 с.; Экология и

- экономика природопользования / под ред. Э.В. Гирусова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 591 с.
10. Постановление Минприроды России от 28.09.2015 № 1029. — URL: <http://government.ru/docs/19878/>.
 11. Акимова Т.А., Хаскин В. В. Экология. Человек — Экономика — Биота — Среда. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 495 с.; Папанов К.В. Экономический рынки состояние окружающей среды // Вестн. Моек, ун-та. Сер. 6. 2001. № 5. С. 80—83; Тихомиров Н.П., Тихомирова Т.М. Эколого-экономические риски: методы определения и анализа // Экономика природопользования: обзор информации. 2001. №6. С. 2-109.
 12. Василенко В.Л. Устойчивое развитие регионов: подходы и принципы / под ред. А.С. Новоселова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2008. 117 с.
 13. Диксон Дж., Скура Л.Ф., Карпентер Р.А., Шерман П.Б. Экономический анализ воздействия на окружающую среду. М.: Вита, 2000. 272 с.; Думное АД. Природоемкость экономики России и других стран: некоторые статистические аспекты // Вопросы статистики. 2009. № 10. С. 21-25; Goy P., MacWilliams G., Rossant J. The new economics of oil // Business Week. Nov. 10.97. P. 106-110.
 14. Максаковский В.П. Географическая картина мира. Кн. I: Общая характеристика мира. Глобальные проблемы человечества. М.: ДРОФА, 2009. 1340 с.; Белорус О.Г. Глобальная перспектива и устойчивое развитие. Киев: МАУП, 2010. 492 с.
 15. Государственный отчет «О состоянии окружающей среды Российской Федерации в 2000 году». М.: МПР РФ, 2001. — 336 с., с. 116.
 16. Рыбаков С.Н., Майер С.Д., Тарасов А.Г., (НП «Центр экологии ТЭК»), «Предупреждение и ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов». [Электронный ресурс]. — 2011 г. <http://www.ecoguild.ru/docs/2011plarn.htm>

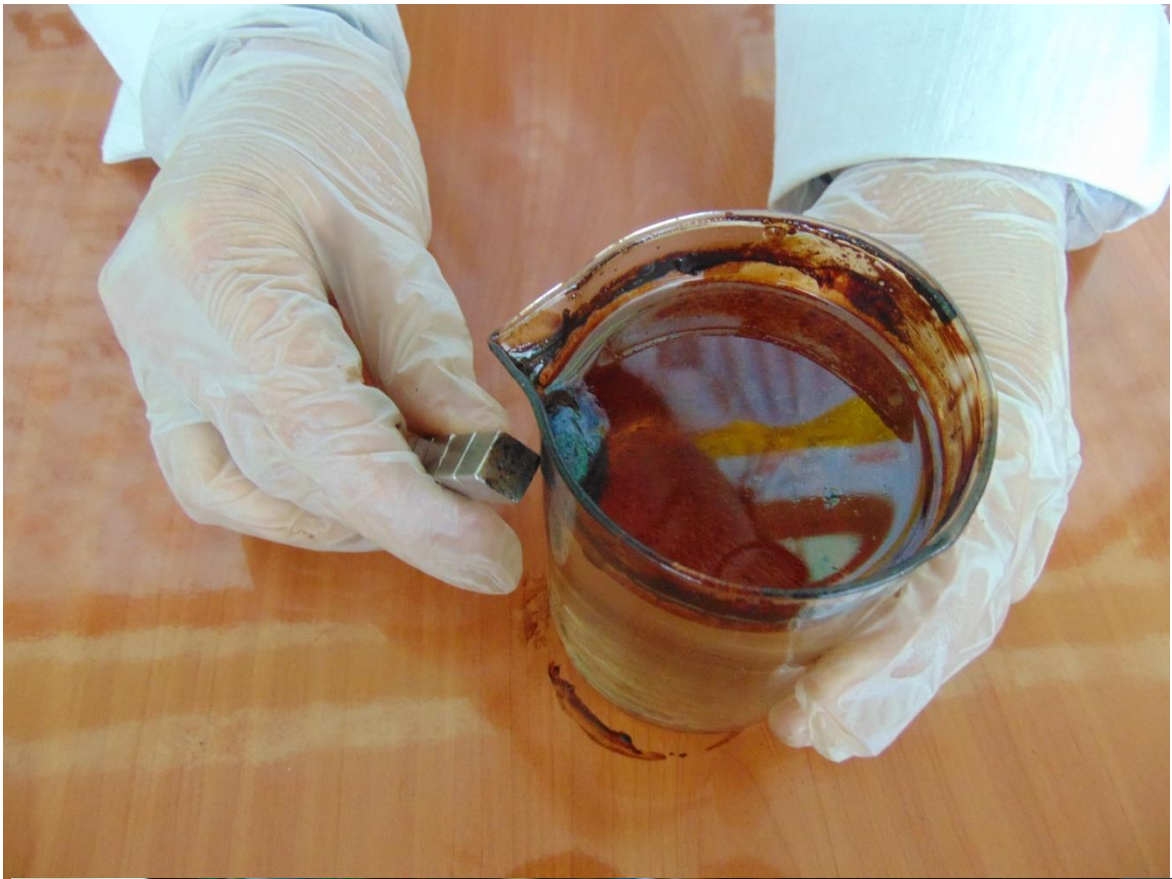
-
17. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И., «Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». – Москва, 2005 г., 368 стр.
 18. Ежегодник «Качество поверхностных вод Российской Федерации». СПб., Гидрометеиздат, 2005 г..
 19. Отчет о мерах по обеспечению экологической безопасности при осуществлении крупномасштабных инфраструктурных проектов и ликвидации накопленного экологического ущерба. Государственный Совет Российской Федерации. 2011. 152 стр
 20. Демельханов М.Д., Оказова З.П., Чупанова И.М. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 12. – С. 91-94;

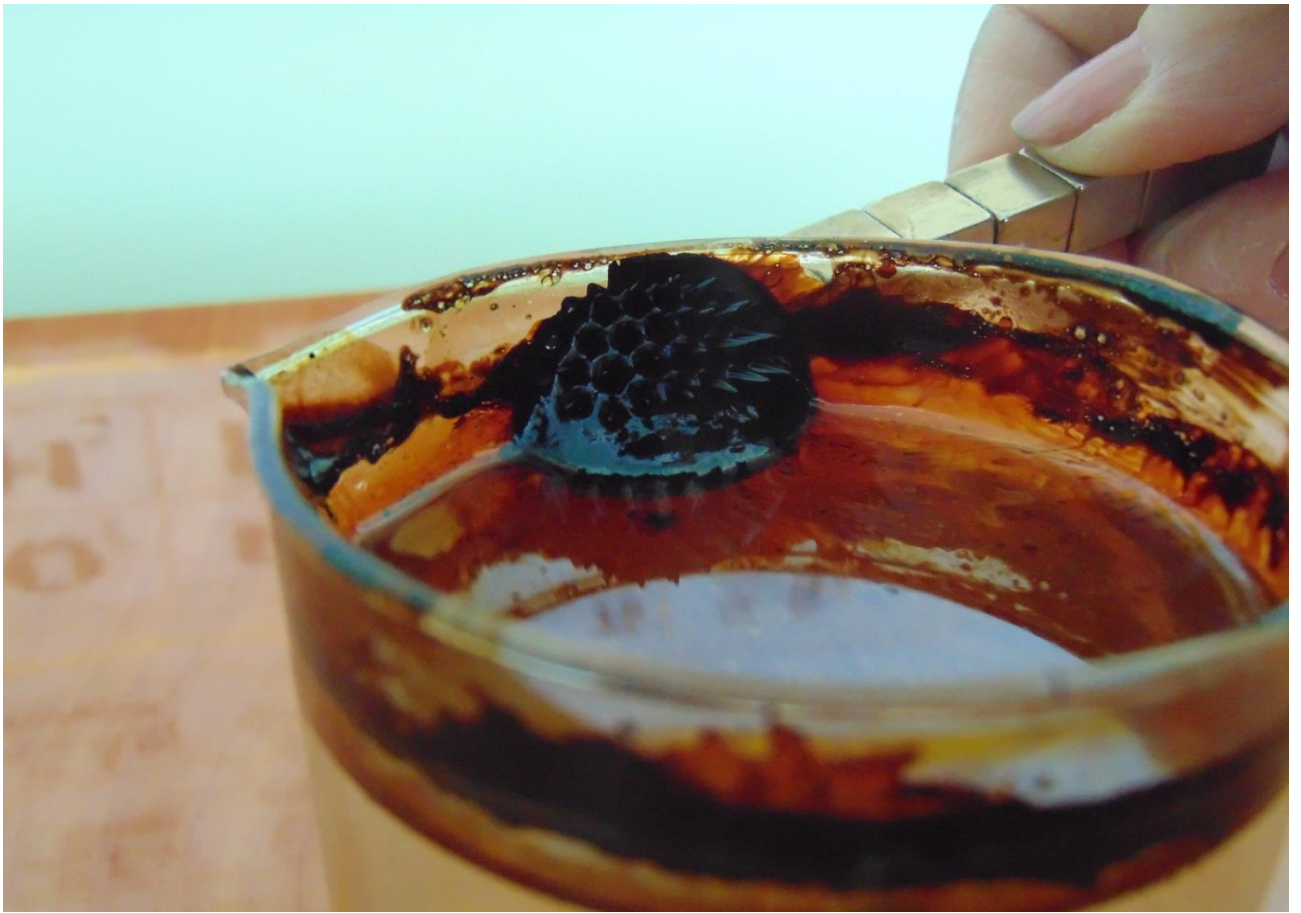
Приложение 1.



Приложение 2.







Приложение 3.



Приложение 4.

Смета расходов на материалы по созданию аппарата.

№	Материал	Количество	Единица измерения	Сумма
1	Пластик (полипропилен или полиэтилен)	46	кг	6900 руб.
2	Аккумулятор	1	шт.	3890 руб.
3	Солнечная панель (с контролером и инвертором)	2	шт.	6739 руб.
4	Электродвигатель (моторный с лопастями)	2	шт.	3600 руб.
5	Анализатор нефти	2	шт.	6500 руб.
6	Микросхемы, провода и пр.	55	шт.	3577 руб.
7	Восковое покрытие	8	кг	1250 руб.
8	Магнит (постоянный)	1	м.кв	1000 руб.
9	ФМЖ	6,5	л	4000 руб.
10	Необходимые мелкие детали	13	шт.	1050 руб.
Всего:				38506 руб.

В данную смету не включены расходы на производство самого продукта и его рекламную кампанию.