**СОЗДАНИЕ «УМНОЙ» ЖИДКОСТИ И ЕЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

*ученицы 9 «Б» класса*

*ГУО «Средняя школа №1 имени Героя Советского Союза П.А.Кривоноса г.Кличева»*

*Титяк Дианы Викторовны*

*Руководитель проекта:*

*Ольшевская Анастасия Васильевна, учитель физики и математики*

*ГУО «Средняя школа №1 имени Героя Советского Союза П.А.Кривоноса г.Кличева»*

Кличев, 2024 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc160930152)

[ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 4](#_Toc160930153)

[1.1 Мир наночастиц 4](#_Toc160930154)

[1.2 Нанотехнологии в жизни человека 4](#_Toc160930155)

[1.3 Ферромагнитная жидкость 6](#_Toc160930156)

[1.4 Область применения ферромагнитной жидкости 7](#_Toc160930157)

[ГЛАВА 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 9](#_Toc160930158)

[2.1 Состав ферромагнитной жидкости 9](#_Toc160930159)

[2.2 Получение ферромагнитной жидкости 9](#_Toc160930160)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 12](#_Toc160930161)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 13](#_Toc160930162)

# **ВВЕДЕНИЕ**

Современный мир – это стремительное развитие нанотехнологий. О них говорится очень много и на самых различных уровнях. Тема развития нанотехнологий часто поднимается в средствах массовой информации, в выступлениях политиков. XXI век называют веком нанотехнологий. Однако, не каждый человек имеет правильное представление о них. Хотя в природе нанотехнологии работают уже миллиарды лет. Никого не удивляет то, что всего из одной яйцеклетки вырастает человек.

**Гипотеза:** возможно создать нанообъект (ферромагнитную жидкость) из подручных материалов и убедиться в свойствах наноматериала.

**Целью работы** является получение нанообъекта и исследование его свойств и поведения в различных ситуациях.

Исходя из цели, были поставлены **следующие задачи**:

* найти и изучить информацию о нанообъектах, областях применения этих веществ;
* получить ферромагнитную жидкость из подручных материалов;
* провести эксперименты, исследовать свойства и проанализировать поведение ферромагнитной жидкости.

**Объектом исследования** является ферромагнитная жидкость, изготовленная из подручных материалов, а **предметом исследования** – изучение свойств и поведения полученной ферромагнитной жидкости в различных условиях.

**Методы исследования:**

* работа с источниками информации;
* эксперименты и наблюдения;
* сравнение и анализ.

# **ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **1.1 Мир наночастиц**

Приставка нано означает одну миллиардную часть меры любой длины. Частицы, имеющие размеры от до метров называют наночастицами или нанообъектами.

Разглядеть такие частицы человеческому глазу без микроскопа невозможно. Для сравнения, толщина человеческого волоса равна примерно 50 тысячам нанометров. Величина микроба – это сотни нанометров.

Мир наночастиц впервые был приоткрыт человечеству в начале двадцатого века, когда немецкие ученые Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп, который позволил исследовать нанообъекты (рисунок 1.1).

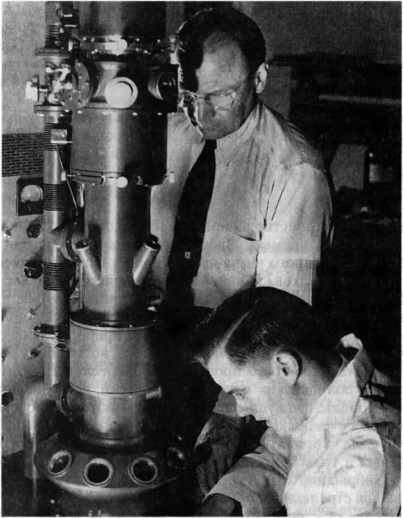


Рисунок 1.1.1 – Первый электронный микроскоп

А уже спустя 50 лет появился сканирующий туннельный микроскоп, который не только позволял рассмотреть наночастицы, но и манипулировать ими: поднимать, перемещать (рисунок 1.1.2). Возможность манипулировать атомами позволила ученым создавать из наночастиц новые вещества и предметы. Так и появились известные в современном мире нанотехнологии – технологии работы с веществом на уровне отдельных атомов.



Рисунок 1.1.2 – Сканирующий туннельный микроскоп

## **1.2 Нанотехнологии в жизни человека**

Нанотехнологии обычно делят на три направления:

* изготовление электронных схем, элементы которых состоят из нескольких атомов;
* создание наномашин, то есть механизмов и роботов размером с молекулу;
* непосредственная манипуляция атомами и молекулами и сборка из них чего угодно.[*1*]

Значение нанотехнологий в жизни человечества огромно, с их помощью наша жизнь становится более комфортной. Ведь большинство предметов, которые мы используем в быту – продукты нанотехнологий.

Средства личной гигиены, такие как мыло, шампуни, гели для душа содержат в себе мицеллы – небольшие наночастицы, которые используются и для производства популярных косметологических средств (рисунок 1.2.1).

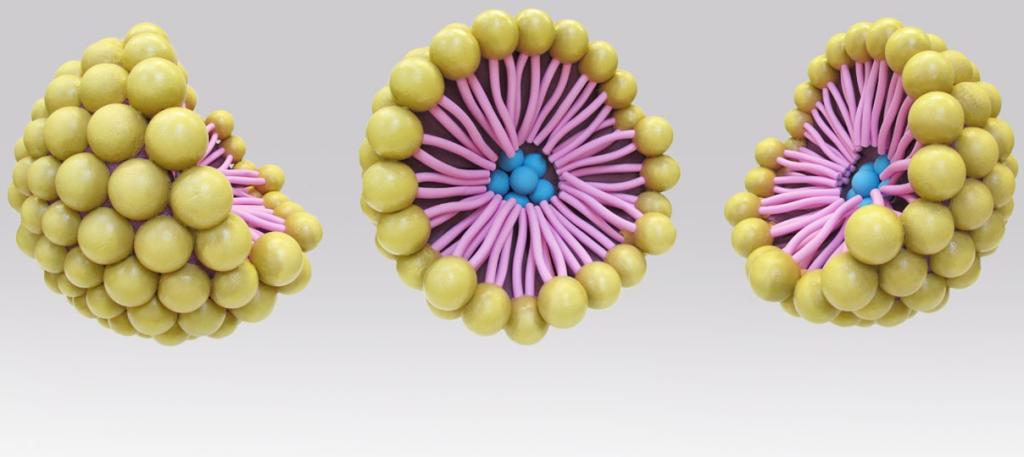


Рисунок 1.2.1 – Строение мицеллы

Солнцезащитные крема и лосьоны создаются с добавлением

частиц, которые насыщают кожу витаминами и защищают ее от вредного ультрафиолетового воздействия.

Лейкопластырь, которым мы заклеиваем порезы и раны, содержит нанослой частиц серебра, которые обеззараживают рану и способствуют ускорению процесса заживления (рисунок 1.2.2).



Рисунок 1.2.2 –– Лейкопластырь с наночастицами

Наночастицы используются для увеличения параметров памяти жестких дисков. Благодаря наноразработкам, появились ноутбуки, смартфоны и многие другие современные гаджеты.

Использование наночастиц в обработке тканей, позволило создать спортивную одежду, которая устойчива к загрязнениям, не мокнет и не мнется, одежду для водолазов и лыжников, способную сохранять тепло. Ткань, изготовленная из определенных нановолокон, в зависимости от температуры может менять цвет и пористость (рисунок 1.2.3). В настоящее время созданы наноткани, отпугивающие в лесу комаров и других кровососущих насекомых.



Рисунок 1.2.3 – Одежда, изготовленная из нановолокон

В жидкости для мытья окон содержатся наночастицы диоксида титана, который способствует быстрому распаду органических загрязнений.

Для окрашивания фасадов домов используют нанокраски, более стойкие, чем обычные.

В маникюре используют гель-лаки, содержащие взвешенные частицы металла, что позволяет с помощью магнита создать эффект «кошачьего глаза» на ногтях.

Перечислить все области, где используются нанотехнологии невозможно. Они встречаются в быту повсюду, улучшая нашу жизнь.

## **1.3 Ферромагнитная жидкость**

Одним из самых популярных нанопродуктов является ферромагнитная жидкость. Ферромагнитные жидкость (от латинского ferrum - железо) – искусственно созданная жидкость, сильно поляризующаяся в присутствии магнитного поля. Ферромагнитные жидкости состоят из частиц нанометровых размеров (обычный размер 10 нм и меньше) материала, содержащего железо, взвешенных в несущей жидкости.[2]

В обычном состоянии находящиеся в ней частицы располагаются в беспорядке, хаотично. Однако стоит подействовать на этот раствор электрическим или магнитным полем, как частицы выстраиваются определенным образом, и жидкость густеет, становиться вязкой и наконец, твердой как камень (рисунок 1.3.1).

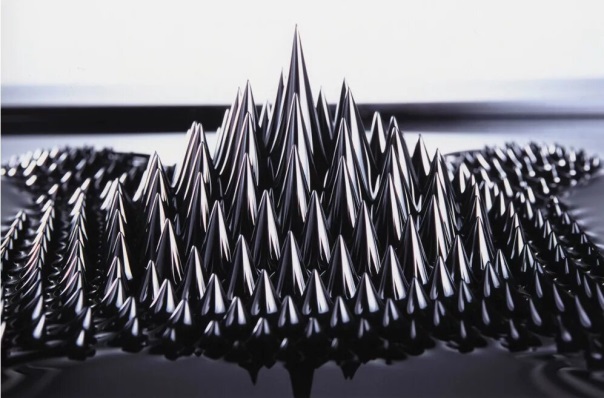


Рисунок 1.3 – Ферромагнитная жидкость

Магнитная жидкость обладает всеми преимуществами жидкого материала – малым коэффициентом трения в контакте с твердым телом, возможностью проникать в микрообъемы, способностью смачивать практически любые поверхности и др. В то же время, магнитоуправляемость позволяет удерживать её в нужном месте устройства под действием магнитного поля.

## **1.4 Область применения ферромагнитной жидкости**

За счет своих уникальных свойств ферромагнитные жидкости находят широкое применение в различных областях науки, техники.

В электронных устройствах магнитные жидкости используются для создания жидких уплотнителей вокруг вращающихся осей в жёстких дисках, а также в высокочастотных динамиках для отвода тепла от звуковой катушки.

В краске некоторых печатающих и чертежных устройств содержится ферромагнитная жидкость, которая под действием электромагнитов отклоняется и оставляет на бумаге буквы, графики, рисунки.

В машиностроении данный вид нанопродукта используется в качестве уплотнения и герметизации зазоров между движущимися частями машин, что позволяет увеличить срок эксплуатации механизмов и снизить уровень шума при их работе. Ферромагнитные жидкости используют в качестве магнитных смазок, которые значительно эффективнее традиционных и уменьшают трение на 20% больше, поскольку не вытекают из агрегата за счет удержания магнитным полем.

Ферромагнитные жидкости используются в качестве рабочего тела для электрического двигателя космических аппаратов, в качестве радиопоглощающего покрытия самолетов.

В магнитной жидкости, как и в любой жидкости, плавают тела менее плотные и тонут тела более плотные, чем она сама. Но если приложить к ней магнитное поле, то утонувшие тела начинают всплывать. Причем, чем сильнее поле, тем более тяжелые тела поднимаются на поверхность. Прикладывая различное по напряженности магнитное поле, можно заставлять всплывать тела с какой-то заданной плотностью. Это свойство магнитной жидкости применяют сейчас для обогащения руды. Ее топят в магнитной жидкости, а затем нарастающим магнитным полем заставляют всплывать сначала пустую породу, а затем уже и тяжелые куски руды.

В медицине использование противоопухолевых препаратов вредно для здоровых клеток и приводит к их гибели. Но смешивание данных препаратов и ферромагнитной жидкости позволяет с помощью магнита сосредоточить лекарство у пораженного участка, не нанося при этом вреда всему организму человека. Наночастицы магнитной жидкости активно поглощают рентгеновские лучи, что позволяет использовать их в рентгеноскопической диагностике в качестве рентгеноконтрастного вещества. Из ферромагнитной жидкости создают пробки, которые используются в хирургии. Если расположить постоянный магнит в том месте, где хирург должен делать разрез, то пробка из магнитной жидкости, введенной шприцом в вену или артерию, будет перекрывать ток крови после разреза.

Лечение рака с помощью магнитоуправляемых частиц магнетита (гипертермия), которые подавляют рост раковых клеток, активно используется в настоящее время в современной медицине (рисунок 1.4.1).



Рисунок 1.4 – Гипертермия

Ферромагнитные жидкости имеют множество применений в оптике благодаря их преломляющим свойствам, например, измерение удельной вязкости жидкости, помещенной между поляризатором и анализатором.

С помощью магнитных жидкостей осуществляют очистку сточных вод, поверхностей морей, океанов, озер от нефтепродуктов. При аварии танкера с нефтью, с вертолета разбрызгивают небольшое количество магнитной жидкости, которая быстро растворяется в нефтяном пятне. Затем в воду погружают сильные магниты, которые стягивают огромные километровые нефтяные пятна в одну точку, где нефть откачивают насосом, оставляя воду чистой.

Исследования с манипулированием ферромагнитной жидкостью довольно актуальны в настоящее время, поэтому области ее применения расширяются и будут продолжать расширяться.

# **ГЛАВА 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **2.1 Состав ферромагнитной жидкости**

Ферромагнитная жидкость представляет собой смесь из мелких частиц магнитного металла, растворителя и модификатора поверхности. Поверхностно-активное вещество (ПАВ) создает защитную оболочку вокруг наночастиц и не допускает их слипания, благодаря Ван-дер-Ваальсовым или магнитным силам. В качестве ПАВ может выступать:

* Олеиновая кислота;
* Гидроксид тетраметиламмония;
* Полиакриловая кислота;
* Полиакрилат натрия;
* Лимонная кислота;
* Соевый лецитин.

ПАВ препятствуют созданию слишком тяжелых кластеров наночастиц, которые не смогут удерживаться во взвешенном состоянии. В идеальной ферромагнитной жидкости магнитные частицы не оседают даже в очень сильном магнитном или гравитационном поле.

## **2.2 Получение ферромагнитной жидкости**

Я решила сделать ферромагнитную жидкость, используя подручные материалы и лабораторные реагенты, сравнить полученные жидкости, исследовать их свойства и поведение в различных ситуациях.

**Опыт 1 «Получение ферромагнетика из подручных материалов»**

Для приготовления ферромагнитной жидкости из поручных материалов я использовала железный порошок (мелкая металлическая стружка) и машинное масло. Смешать ингредиенты необходимо в следующей пропорции: 1 часть железного порошка и 2 части машинного масла.

Для подтверждения того, что полученная жидкость является ферромагнитной, мне понадобился магнит. При поднесении магнита жидкость тут же стала поляризоваться и принимать различные формы. За долю секунды она приобрела состояние твердого вещества, без какого-либо механического воздействия, а при отведении магнита – вновь возвращалась в жидкое состояние. Проведенный эксперимент подтвердил, что полученный мною материал является ферромагнитной жидкостью.

**Опыт 2 «Получение ферромагнетика, используя лабораторные реагенты»**

Для получения второго образца ферромагнитной жидкости мне понадобились нашатырный спирт, сульфат железа (II), хлорид железа (III), дистиллированная вода. Эксперимент проводился в вытяжной (вентилируемой) камере, поскольку пары аммиака, которые образуются при разложении нашатырного спирта – ядовиты.

30 мл сульфата я смешала с 20 мл хлорида и разбавила 150 мл дистиллированной воды. Для приготовления водного раствора нашатырного спирта мне понадобились 20 мл нашатырного спирта и 50 мл дистиллированной воды. В раствор нашатырного спирта при помощи воронки, по капле я добавила смесь солей. И наблюдала образование осадка чёрного цвета первичной магнитной жидкости. Непродолжительное влияние (10–15 минут) магнитного поля на раствор приводит к намагничиванию частиц и образованию ферромагнитной жидкости.

Как и в предыдущем опыте, я провела эксперимент с помощью магнита, чтобы убедиться, что полученная жидкость является ферромагнитной. При поднесении магнита жидкость в фарфоровом стаканчике поляризовалась и превращалась в твердый материал, меняя форму при движении магнита. При удалении магнита – материал снова становился жидким. Проведенный эксперимент подтверждал, что полученная жидкость является ферромагнетиком.

**Сравнение двух ферромагнетиков**

Проведя сравнительный анализ двух ферромагнитных жидкостей по внешнему виду (цвету, густоте, консистенции), я пришла к выводу, что по внешним признакам они незначительно отличаются. Жидкость первого образца имеет темно-серый цвет, по консистенции – более густая и плотная. Жидкость второго образца имеет ярко выраженный черный цвет, меньшую плотность и густоту консистенции (рисунок 2.2.1).

Рисунок 2.2.1 – Образцы полученных ферромагнитных жидкостей

Я связываю это с тем, что второй образец, полученный с помощью лабораторных реактивов и проведенных химических реакций, содержит в себе мельчайшие частицы наноразмеров, в отличие от первого образца, в котором содержатся частицы железа, близкие к наноразмерам, поскольку они получены механическим путем.

**Исследование взаимодействия двух образцов магнитной жидкости с магнитным полем**

В магнитном поле ферромагнитные жидкости двух представленных образцов ведут себя абсолютно одинаково. Если поднести магнит сбоку, то рассматриваемые жидкости движутся за ним и могут подняться как угодно высоко. При воздействии магнита, жидкости становятся твердыми, меняют свою форму, покрываясь шипами.

Однако размеры шипов у представленных образцов несколько отличаются. У первого образца они имеют больший размер, в отличие от второго образца, у которого шипы небольшие, но отчетливо рассматриваются в микроскопе и равномерно распределены по всей поверхности жидкости (рисунок 2.2.2).

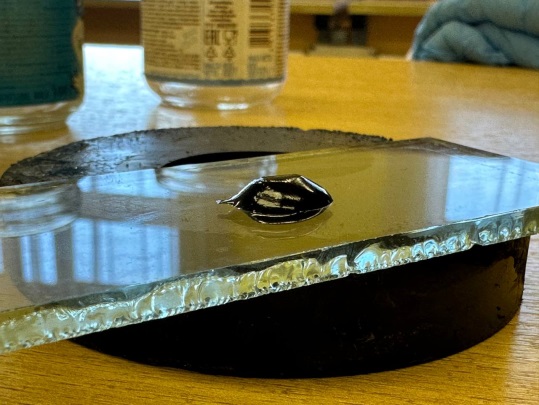
 

Рисунок 2.2.2 – Взаимодействие ферромагнитной жидкости с магнитным полем

**Исследование поведения двух образцов магнитной жидкости на прохождении через них светового пучка**

Для эксперимента я сделала 2 раствора дистиллированной воды и ферромагнитных жидкостей рассматриваемых образцов. Луч света от лазерной указки пропустила через стакан с дистиллированной водой и стаканы с полученными растворами ферромагнитных жидкостей. Лазерный луч проходит через воду, не оставляя следа, а в представленных растворах ведет себя одинаково: оставляет светящуюся дорожку (рисунок 2.2.3).

Рисунок 2.2.3 – Прохождение светового пучка через ферромагнитную жидкость

Мною сделан вывод, что наночастицы, входящие в состав магнитных жидкостей, обладают свойством рассеивания света.

**Исследование поведения двух образцов магнитной жидкости в этаноле**

Для исследования я сделала два раствора: добавив в этиловый спирт по несколько капель представленных магнитных жидкостей. Поместив каждый раствор на магнит, стала наблюдать за скоростью оседания частиц магнетита. В растворе ферромагнитной жидкости первого образца (созданной из подручных материалов) частицы полностью осели за 2.5 минуты, а во втором образце (ферромагнит создан с помощью лабораторных реагентов) – за 1.5 минуты. Что свидетельствует о том, что частицы магнетита в первом образце больше по размерам, чем во втором.

Однако общее поведение жидкостей в этаноле было одинаковым: магнетит, компактно осевший на дно в виде сгустка перемещался за магнитом, не оставляя следа на стенках пробирки (рисунок 2.2.4).

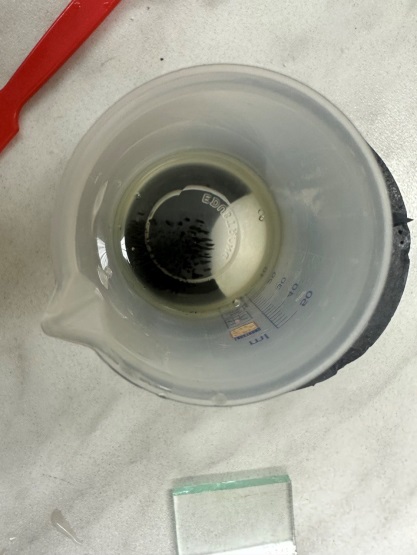
 

Рисунок 2.2.4 – Поведение ферромагнитной жидкости в этаноле

Магнетит сохранял свое новое положение в течение длительного времени даже при удалении магнита.

**Опыты по удалению с поверхности воды загрязнений из машинного масла**

В 2 емкости с водой я налила немного машинного масла, добавив затем небольшое количество магнитных жидкостей. Под действием магнитного поля пленка из машинного масла с содержащейся на ней магнитной жидкостью начинает стягиваться к магниту в обоих случаях абсолютно одинаково, постепенно очищая тем самым поверхность воды (рисунок 2.2.5).

Рисунок 2.2.5 – Опыты по удалению с поверхности воды загрязнений из машинного масла

Однако поведение ферромагнитных жидкостей на поверхности масла отличалась: образец первой жидкости собирался в крупные капли, в отличие от второго. Я связываю это с тем, что в составе первого образца находится машинное масло.

**Сравнение смазочных свойств машинного масла и смеси машинного масла с магнитной жидкостью двух образцов**

Для исследования я использовала помещенные в чашки Петри машинное масло и смеси машинного масла с представленными образцами магнитных жидкостей. Добавив в каждую чашку постоянный магнит, я стала наклонять их и наблюдать за скоростью перемещения магнитов. Быстрее всех перемещался магнит в смеси первого образца (созданной из подручных материалов), чуть медленнее – в чашке с машинным маслом.

Я пришла к выводу, что магнитная жидкость любого образца, смешанная с машинным маслом, обладает большими смазочными свойствами, создавая при этом меньшее трение, чем машинное масло.

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе своего исследования я провела сравнительный анализ ферромагнитных жидкостей, изготовленных из различных материалов. В качестве контрольной группы выступали магнитная жидкость, созданная из подручных материалов, и магнитная жидкость, созданная из лабораторных реактивов.

Сравнив полученные наноматериалы, исследуя их свойства и поведение в различных ситуациях, я пришла к выводу, что получить магнитную жидкость, обладающую всеми свойствами ферромагнетика можно как в лабораторных, так и в домашних условиях. Однако у лабораторного образца свойства ферромагнетика будут более ярко выражены, в отличие от образца, полученного с помощью подручных материалов, поскольку взвешенные частицы металла в нем имеют размеры близкие к наноразмерам, так как они получены путем дробления.

Проведенные мною исследования показали, что ферромагнитная жидкость обладает рядом удивительных свойств, которые проявляются при нахождении ее в магнитном поле. Благодаря таким необычным свойствам, как направленное движение за магнитом, рассеивание световых пучков, уменьшение трения при соприкосновении с твердыми поверхностями, магнитная жидкость уже сейчас находит широкое применение в различных областях науки, техники, медицины, экологии, и может иметь еще большее применение в будущем.

Цель моего исследования достигнута, и поставленные задачи решены.

Моя гипотеза подтвердилась: получить образец ферромагнитной жидкости, используя подручные материалы, и с его помощью убедиться в свойствах наноматериала возможно.

Продукт моей работы – готовая ферромагнитная жидкость, обладающая двойственными физико-химическими свойствами, может использоваться на уроках физики, химии, факультативных занятиях, в последующих исследованиях, на занятиях, посвященных экологии.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Муравьева Е.Э., Гуменюк О.М. Нанотехнологии в школьной лаборатории // Международный школьный научный вестник. – 2018. – № 5. С. 516 –519;  
   Режим доступа: https://school-herald.ru/ru/article/view?id=700. Дата доступа: 07.03.2024.
2. Ферромагнитная жидкость [Электронный ресурс] // Материал из Википедии – свободной энциклопедии. Категория: магнетизм. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Ферромагнитная\_жидкость/. – Дата доступа: 17.07.2023.
3. М. В. Авдеев, В. Л. Аксенов. Малоугловое рассеяние нейтронов в структурных исследованиях магнитных жидкостей // Успехи физических наук. — Российская академия наук, 2010. — Т. 180. — С. 1009—1034.
4. Брук Э. Т., Фертман В. Е. «Ёж» в стакане. Магнитные материалы: от твёрдого тела к жидкости // Минск. — Вышейшая школа, 1983. —С. 242
5. Феррожидкость – что это и как сделать ферромагнитную жидкость самому [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.87089765-65ecfcad-404eaa24-74722d776562/https/www.instructables.com/ferromagnetic-fluid> /. – Дата доступа: 08.10.2019.  
   Сделал ферромагнитную жидкость из хозтоваров [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
6. <https://pikabu.ru/story/sdelal_ferromagnitnuyu_zhidkost_iz_khoztovarov_9192113> /. – Дата доступа: 10.03.2023.