

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕВИТАЦИИ. ЛЕВИТАЦИЯ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Галанин Д.А.

г. Барнаул, МБОУ «Лицей № 3», 3 «Б» класс

Руководитель: Нижебойченко Н.А., г. Барнаул, МБОУ «Лицей № 3»,  
учитель начальных классов



В прошлом году в рамках своего проекта я исследовал магнетизм. Я узнал, что такое магнит и даже сам создал необычное вещество – ферромагнитную жидкость. Исследование магнетизма оказалось настолько интересным, что я решил продолжить свою исследовательскую деятельность в этом направлении. Изучая литературу, я узнал о таком явлении, как магнитная левитация, и выяснил, что ее можно использовать во благо сохранения планеты. 2017 год был годом экологии в России.[1] И хотя он уже закончился, множество проблем еще только предстоит решить. Также я выяснил, что существуют и другие виды левитации. Я был под таким впечатлением, что решил воссоздать это явление в домашних условиях. Обо всех своих открытиях я хочу рассказать в новом проекте.

### Актуальность



Левитация с преодолением силы притяжения волновала человечество с древних времен. Представьте, как было бы интересно парить в воздухе. Но физики давно доказали, что такой способностью никто из людей на Земле обладать не может. Помешает этому гравитация, то есть земное тяготение. Закон о нем сформулировал великий английский ученый Исаак Ньютон. Но, оказывается, уже есть технологии, помогающие преодолеть гравитацию. И в этом направлении активно работают современные ученые. Использование левитации открывает широкие перспективы для развития технологий и создания более совершенных технических средств. Наибольшего успеха на сегодняшний день исследователи и инженеры добились в изучении магнитной левитации. Именно на ней основано такое экологичное и современное средство передвижения, как поезд на магнитной «подушке». Все это очень интересно, поэтому я решил изучить необычное явление.

Цель исследования – создать условия для левитации в домашних условиях. При воспроизведении явления квантовой левитации использовать магниты разной формы при одинаковом сверхпроводнике.

Гипотеза – можно воспроизвести явление левитации в домашних условиях.

Задачи:

1. Изучить литературу по теме исследования;
2. Узнать, что такое левитация;
3. Выяснить, какие виды левитации существуют;

4. Узнать, что такое сверхпроводники;
5. Изучить области применения явления левитации на практике;
6. Провести эксперименты по воспроизведению явления левитации;
7. Сделать вывод о возможности такого явления, как левитация, в том числе квантовая, в домашних условиях;
8. Провести исследование явления квантовой левитации.

Предмет исследования – что необходимо для демонстрации явления левитации

Объект – высокотемпературный сверхпроводник, магнит, жидкий азот, воздушный шарик, диск.

Практическая ценность – состоит в проведении эксперимента, в результате которого будет доказано, что явление левитации возможно воспроизвести в домашних условиях. Также будет доказана возможность практического использования явления квантовой левитации.

Методы исследования:

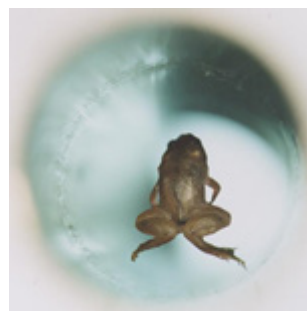
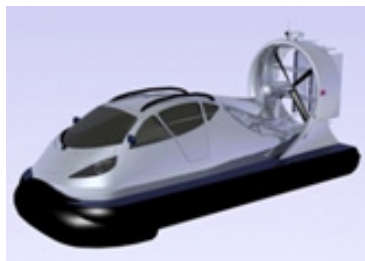
- Теоретические – изучение специальной литературы, обобщение и систематизация материала по данной теме.
- Эмпирические – проведение эксперимента, описание, сравнение и формулирование выводов.

### Теоретическая часть

#### 1.1. Что такое левитация

Левитация – это явление, при котором предмет без видимой опоры парит в пространстве, не касаясь твердой или жидкой поверхности. Левитацией не считается полет насекомых или птиц, совершаемый за счет отталкивания от воздуха.

#### 1.2. Виды левитации



Изучая литературу, я узнал, что для левитации необходимо наличие силы, которая компенсирует силу тяжести. Источниками таких сил могут быть струи воздуха, сильные звуковые колебания, лазерные лучи, магнитное поле. В зависимости от этого левитация может быть:

**Аэродинамическая.** Предмет парит за счет подъемной силы струи воздуха, что легко увидеть на опыте с пенопластовым шариком. Этот вид левитации используется в транспорте на воздушной «подушке» (катера, проекты автомобилей) и даже в развлечениях (аэрохоккей).

**Акустическая.** Основана на образовании в воздухе стоячих волн. Максимальный вес, который поднимали таким образом, не превышает нескольких граммов, причем звуковые волны могут находиться и вне слышимого диапазона.

**Оптическая.** Преодоление гравитации за счет светового давления. Мощный лазер может удерживать в воздухе частицу воды или масла диаметром порядка 50 микрон. Это явление может найти практическое применение в сфере нанотехнологий.[6]

**Электростатическая.** Происходит за счет отталкивания одинаковых зарядов.

**Магнитная, диамагнитная** или с использованием сверхпроводников (квантовая).[5] Как я рассказывал в прошлом проекте, диамагнетики – вещества, которые слабо отталкиваются от магнита.[3] Так вот, диамагнитная левитация – тип левитации в сильном магнитном поле тела, содержащего в себе диамагнетик, например, воду. В очень силь-

ных магнитных полях способны левитировать почти любые предметы. Вот, к примеру, лягушка левитирующая внутри круглого электромагнита.

### 1.3. Практическое применение магнитной левитации

Магнитная левитация нашла на данный момент наибольшее практическое применение. Остановимся на ней подробнее. Это явление заключается в преодолении гравитации с помощью воздействия на предмет магнитного поля. Такая технология используется, например:

В магнитных подшипниках, что дает им замечательные качества. Таким подшипникам не нужна смазка, при их использовании нет потерь на трение. Также они дают высокую скорость при малом энергопотреблении и очень низком уровне вибрации.[4] Вот почему эти подшипники уже нашли применение в различном оборудовании, например, в оптических системах высокой точности и в лазерных установках.

В ветрогенераторе на магнитной подвеске. Большое преимущество магнитной подвески в том, что это снижает затраты на обслуживание и повышает срок службы генератора. Несколько таких ветряных турбин есть в Китае.



В устройстве маглева. Маглев – это поезд, удерживаемый над полотном дороги, движимый и управляемый силой магнитного поля.[5] Такой состав во время движения не касается поверхности рельса, что позволяет исключить трение между ними, и единственной тормозящей силой является сопротивление воздуха. Эти поезда расходуют очень мало электроэнергии, что могло

бы вложить немалый вклад в ресурсосбережение. Ведь в настоящее время поиск новых источников энергии – одна из главных задач в решении экологических проблем.



Разные страны пытались реализовать проект маглева, но наибольших успехов пока добились Китай и Япония. В Китае уже есть две линии скоростных поездов маглев. Одна из них, Шанхайская, является самой быстрой коммерческой дорогой такого типа. Поезд с пассажирами развивает скорость 431 км/ч.

Японскому же маглеву принадлежит рекорд скорости, которая в эксперименте достигла 603 км/ч.

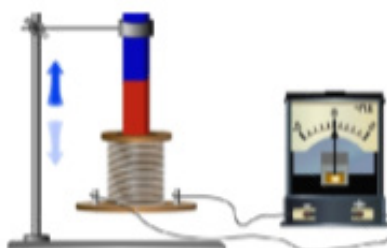
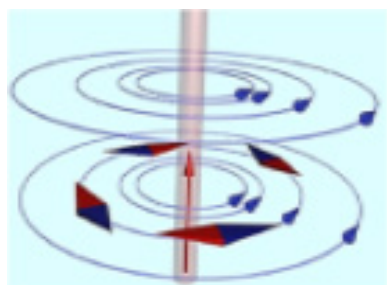
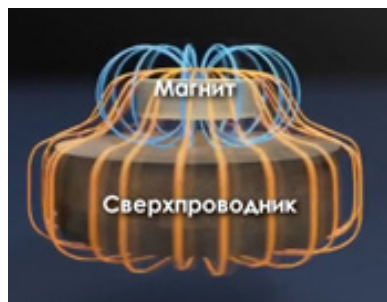


Я считаю, что из-за больших расстояний в России технология поездов на магнитной подушке является очень перспективной в нашей стране. Достаточно успешные разработки ведутся в Санкт-Петербурге. Ученые уже создали прототип грузового маглева, а в дальнейшем обещают сконструировать и пассажирский. Благодаря этим успехам в сентябре 2018 года в России впервые пройдет Международная конференция Maglev, которую проводят с 1977 года.[14]

### 1.4. Квантовая левитация – великое научное достижение

Сначала стоит раскрыть понятие сверхпроводимости, открытой в 1911 году. Она заключается в способности некоторых веществ при очень низких температурах проводить электричество без сопротивления, то есть становиться сверхпроводниками.[10] Но нулевое сопротивление – не единственная отличительная черта сверхпроводников. Одна из их интересных особенностей была

открыта только в 1933 году и названа – эффект Мейснера (квантовая левитация). При переходе вещества в сверхпроводящее состояние, из его объема полностью вытесняется магнитное поле.[11] И тогда, если поместить магнит над сверхпроводником, магнит будет парить в воздухе. При этом он будет стабильно удерживаться магнитным полем, не вылетая в сторону.[13]



Очевидно, что, в случае квантовой левитации, магнит удерживается над сверхпроводником за счет появления в пространстве вокруг последнего магнитного поля. Разберемся в механизме возникновения этого поля. Если по проводнику течет электрический ток, то вокруг проводника появляется магнитное поле. Проводник с током превращается в магнит. В 1831 году английским физиком-экспериментатором Майклом Фарадеем было открыто явление электромагнитной индукции. Оно заключается в том, что при приближении, или удалении магнита по отношению к катушке, состоящей из множества витков, в ней возникает электрический ток. Этот ток называется индукционным. А значит, катушка превращается в магнит. Следовательно, катушка и постоянный магнит будут взаимодействовать, т.е. притягиваться или отталкиваться. Можно

предположить, что то же самое происходит в случае, когда мы наблюдаем квантовую левитацию. Если магнит падает на сверхпроводник, то в этом сверхпроводнике возникает магнитное поле, которое будет его отталкивать. Сила притяжения, действующая со стороны Земли, будет уравновешиваться силой отталкивания. В результате магнит будет парить над сверхпроводником до тех пор, пока не исчезнет индукционный ток в сверхпроводнике. Это случится, когда испарится жидкий азот, и сверхпроводник нагреется, потеряв свои свойства. Подробнее причины этого явления я обязательно изучу, когда стану старше.

Когда было совершено открытие квантовой левитации, сверхпроводники охлаждали жидким гелием с температурой кипения почти  $-270^{\circ}\text{C}$ . Гораздо позже был открыт новый тип сверхпроводников, получивших название высокотемпературных. Конечно, температуры воздействия на них все еще довольно низкие, но главное, что они выше  $-196^{\circ}\text{C}$ , точки кипения дешевого жидкого азота.

### 1.5. Возможное практическое применение квантовой левитации

Сверхпроводимость, на мой взгляд, очень интересная особенность некоторых веществ. Основная их отрицательная черта – низкая температура перехода в сверхпроводящее состояние. Но я уверен, что ученые скоро преодолеют этот недостаток, и тогда новые технологии, обязательно, изменят нашу жизнь к лучшему!

Я задумался над тем, где можно было бы применить квантовую левитацию, если откроют сверхпроводник, который не надо охлаждать. Вот, что я придумал:

Покрытие сверхпроводящим веществом взлетно-посадочной полосы аэродрома позволит использовать гораздо меньше места для строительства аэропортов. Ведь самолет сможет разогнаться до нужной скорости намного быстрее, когда исчезнет трение шасси о землю. Так как при взлете самолет тратит больше топлива, чем за час полета, такая технология была бы более экологичной.

Покрытие автодорог позволит передвигаться по ним как обычным автомобилям, так и экологичным маглев-мобилям. Маглев-мобиль – это не только отсутствие трения, но и вредных выбросов, а также необходимости менять резину и утилизировать старую.

После просмотра фильма «Назад в будущее» я очень хотел себе летающую доску для передвижения. Квантовая левитация решила бы этот вопрос.

**Практическая часть**

**2.1. Эксперимент: левитация  
в домашних условиях.  
Аэродинамическая левитация**

Итак, мы выяснили, что собой представляет явление левитации. И, конечно же, мне захотелось самому его понаблюдать. Сначала мы решили провести эксперимент по созданию эффекта аэродинамической левитации.

1) Необходимое оборудование и материалы

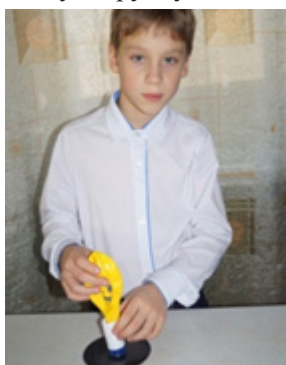
- CD-диск
- картонная трубка
- изолента
- крышка от бутылки с водой
- воздушный шарик
- клей



2) Приклеиваем крышку к CD-диску, надеваем на нее воздушный шарик. Шарик закрепляем изолентой.



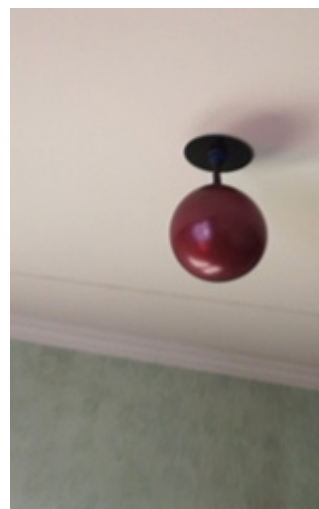
3) Для устойчивости продеваем шарик сквозь картонную трубку



4) Надуваем шарик и запускаем наше устройство на воздушной «подушке» на гладкой ровной поверхности



*На столе*



*На потолке*

5) Как только весь воздух выходит из шарика, наше устройство останавливается



6) Вывод: нам удалось воссоздать явление аэродинамической левитации в домашних условиях. При этом наше устройство смогло передвигаться даже по потолку.

## 2.2. Эксперимент: левитация в домашних условиях. Квантовая левитация

Без сомнений, все опыты по левитации очень интересны. Но как только я узнал о существовании квантовой левитации, больше всего мне хотелось понаблюдать именно ее. Изучая литературу, я узнал, что для эксперимента мне необходим сверхпроводник. Я долго искал, и выяснил, что производством таких веществ занимается компания «Инженерные решения» при Омском государственном университете. Я написал им письмо, и был очень рад, когда мне ответили, а в дальнейшем дали большую скидку, как первому школьнику, который к ним обратился.

omsk@esolut.ru

Денис

**Re: Сверхпроводящая керамика ООО "Инженерные решения"**

Здравствуйте, Денис.  
Для демонстрации эффекта левитации наши специалисты рекомендуют диск 30x10 мм

08.06.2017, 16:46, "omsk@esolut.ru" <omsk@esolut.ru>

Здравствуйте. Я учусь в 3 классе. Для моего исследовательского проекта по магнитной левитации очень нужен сверхпроводник. Не могли бы вы мне помочь. Можно у вас купить один кусочек такого материала? Спасибо, Денис.

С уважением,  
Федоров Денис Викторович, ООО "ИР"

А теперь, перейдем, наверное, к самой интересной части нашего проекта – создание эффекта квантовой левитации в домашних условиях.

- 1) Необходимое оборудование и материалы
- сверхпроводник (оксид иттрия-бария-меди)
  - неодимовые магниты
  - емкость из пенопласта

- чашка из фольги
- жидкий азот в термосе со специальной крышкой



2) Кладем сверхпроводник в чашку из фольги и проверяем его взаимодействие с магнитом.

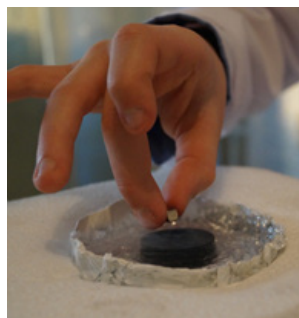


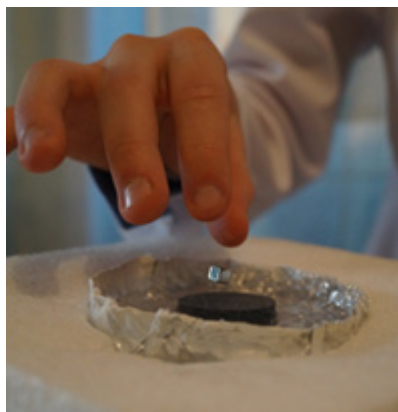
Магнит не левитирует, а спокойно лежит на сверхпроводнике

3) Осторожно заливаем сверхпроводник жидким азотом и ждем, когда он охладится (закончится «кипение» жидкого азота)

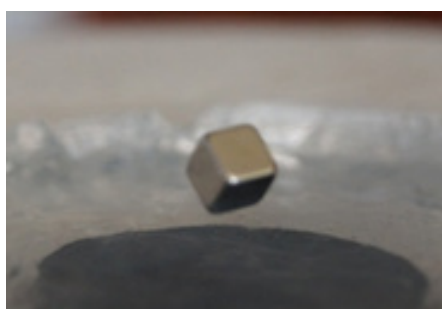
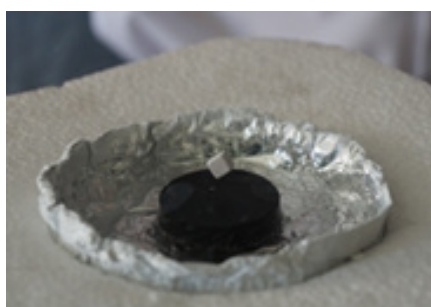
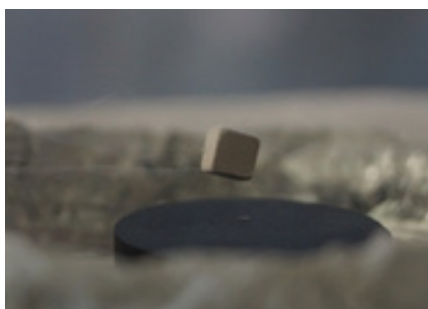
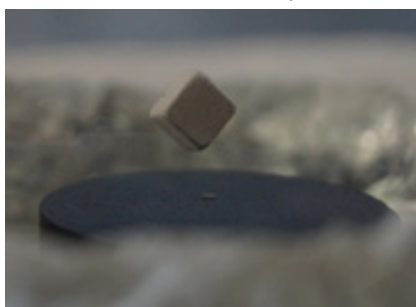


4) Аккуратно подносим магнит точно над серединой сверхпроводника и отпускаем его

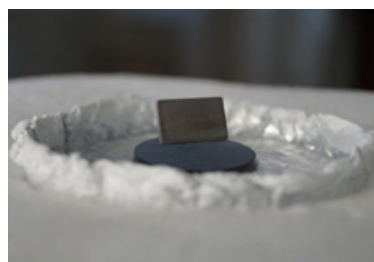




5) Наблюдаем явление квантовой левитации, используя магниты разной формы  
Магнитный кубик



Магнитная пластина



6) Как только жидкий азот испаряется, температура керамики повышается, и она теряет свои сверхпроводящие свойства, а магнит перестает парить над ее поверхностью



7) Вывод: нам удалось воссоздать явление квантовой левитации в домашних условиях.

### 2.3. Исследование квантовой левитации

После создания эффекта квантовой левитации в домашних условиях, я решил исследовать это явление. В ходе исследования я нашел ответы на несколько вопросов:

а) Зависит ли возможности квантовой левитации от массы магнитов при одинаковом сверхпроводнике?

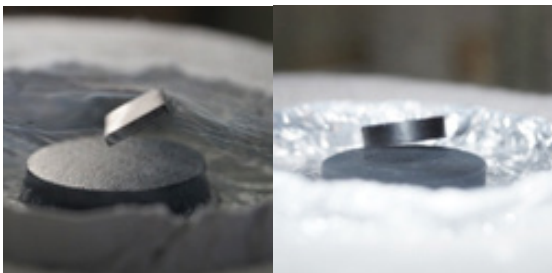
Используя точные электронные весы, измеряем массу сверхпроводника и всех наших магнитов. Чтобы устранить воздействие магнитных волн на весы, мы применили прокладку из пенопласта, сбросив ее массу.



Проверили возможность квантовой левитации каждого магнита.







Мы установили термодатчик под сверхпроводник. Комнатная температура + 22°C.



Наливаем жидкий азот и продолжаем измерять температуру поверхности сверхпроводника. Она начинает уменьшаться.



Выяснилось следующее: из семи магнитов лишь с шестью мы смогли создать эффект левитации. Магнит с самой большой массой (52,39 г) не левитировал над сверхпроводником, а лежал сверху.

№	Масса (г)	Левитация над сверхпроводником (YBCO) массой 31,96 г
1	0,91	да
2	1,75	да
3	2,43	да
4	2,67	да
5	3,64	да
6	25,13	да
7	52,39	нет

Вывод: Существует предельная масса магнита для каждого сверхпроводника, выше которой эффект левитации наблюдаться не будет. Так, над сверхпроводником массой 31,96 г магнит массой 25,13 г левитирует, а массой 52,39 – нет.

б) Зависит ли возможности квантовой левитации от температуры внешней поверхности сверхпроводника?

С помощью электронного термодатчика мы решили исследовать, при достижении какой температуры поверхности наша керамика теряет сверхпроводящие свойства.

Самая низкая температура, которую зафиксировал наш датчик –  $-139^{\circ}\text{C}$ , так как это его минимум. Но мы знаем, что внутри керамики должно быть  $-180^{\circ}\text{C}$ .

Продолжаем измерения.

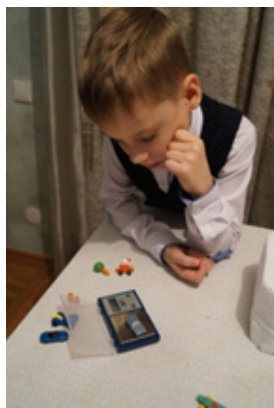


Вывод: Когда температура внешней поверхности сверхпроводника стала  $-105^{\circ}\text{C}$  магнит перестал левитировать.

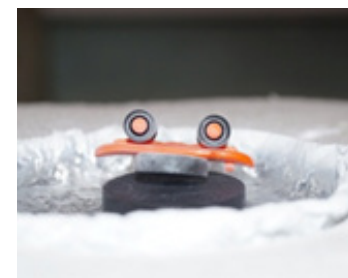
в) Возможно ли практическое использования явления левитации?

Мы решили выяснить, какую массу способны удерживать левитирующие магниты. Выбрали два магнита с самой удобной формой (№4 и №5)

Сначала определили массу каждого предмета.



Затем проверили, способны ли левитирующие магниты удерживать предметы.



№	Масса магнита (г)	Масса груза (г)
4	2,67	0,26
4	2,67	4,82
5	3,64	0,52
5	3,64	1,64
5	3,64	1,68

Вывод: Мы убедились, что явление левитации несет практическую пользу. С помощью него нам удалось удерживать предметы различной массы. При этом магнит №4 (2,67 г) смог левитировать с предметом почти в два раза тяжелее себя.

#### 2.4. Вывод из эксперимента

Мы воссоздали и исследовали явления аэродинамической и квантовой левитации и выяснили следующее:

1) подъемная сила воздушного потока позволила нашему устройству на воздушной «подушке» скользить над поверхностью;

2) при охлаждении керамики из **оксида иттрия-бария-меди** (YBCO) жидким азотом, она достигает температуры, необходимой для перехода в сверхпроводящее состояние;

3) при переходе керамики в сверхпроводящее состояние из ее объема полностью вытесняется магнитное поле, а магнит, помещенный над ней, начинает парить в воздухе;

4) после испарения жидкого азота, температура керамики повышается, и она теряет свои сверхпроводящие свойства, а магнит перестает парить над ее поверхностью;

5) при явлении квантовой левитации существует зависимость массы магнита от массы сверхпроводника;

6) явление квантовой левитации несет практическую пользу. С помощью него нам удалось удерживать предметы различной массы. При этом магнит №4 смог левитировать с предметом почти в два раза тяжелее себя.



#### Заключение

Мы узнали, что такое левитация с точки зрения физики и познакомились с различными ее видами. Выяснили, в каких отраслях уже применяют явление левитации, а в каких ведутся исследования по его использованию. В ходе эксперимента мы смогли воспроизвести два вида левитации – аэродинамическую и квантовую.

Исходя из всего изложенного, можно сделать вывод, что создание эффекта левитации возможно в домашних условиях. Таким образом, наша гипотеза подтвердилась.

Я считаю, что изучение явления квантовой левитации – очень перспективное направление в науке. В будущем оно найдет все большее практическое применение.

Сохранение окружающей среды и поиск путей экономии ценных природных ресурсов – одна из главных задач современного мира. Я уверен, что квантовая левитация может внести большой вклад в это направление.

Таким образом, дальнейшие исследования явления квантовой левитации очень актуальны и, несомненно, необходимы.

#### Список литературы

1. О проведении в Российской Федерации Года экологии: указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. № 7 // Собрание законодательства РФ. – 2016. – № 36. – ст. 5394.
2. Абрамчук Н.С. Нанотехнологии: Азбука для всех / Н.С. Абрамчук, Н.С. Авдошенко, А.Н. Баранов. – М.: Физматлит, 2009. – 368 с.
3. Гулиа Н.В. Удивительная физика / Н.В. Гулиа. – М.: Энас-книга, 2015. – 416 с.
4. Журавлев Ю. Активные магнитные подшипники. Теория, расчет, применение / Ю. Журавлев. – СПб.: Политехника, 2003. – 206 с.
5. Мартыненко Ю.Г. О проблемах левитации тел в силовых полях / Ю.Г. Мартыненко // Образовательный журнал. – 1996. – №3.
6. Уразаев В.Г. Техническая левитация: обзор методов / В.Г. Уразаев // Технологии в электронной промышленности. – 2007. – №6.
7. Хартман У. Очарование нанотехнологии / У. Хартман. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 176 с.
8. Вулфорд Д. Квантовая левитация сражает наповал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2011/kvantovaya-levitatsiya-srazhaet-napoval>.
9. Левитирование квантовых сверхпроводников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geekologie.com/2011/10/sorcery-levitating-quantum-superconducto.php>.
10. Что такое сверхпроводник? [Электронное СМИ]. – Режим доступа: <http://information-technology.ru/sci-pop-articles/23-physics/238-cto-takoe-sverkhprovodimos>.
11. <http://www.dailytechinfo.org/> – интернет-журнал, посвященный новым технологиям.
12. <http://globalphysics.ru/> – физика от А до Я.
13. <http://allforchildren.ru/why/> – электронная энциклопедия Почемучка.
14. <http://rusmaglev.com/> – сайт кластера «Российский маглев».