



## Конкурс для школьников «Гениальные мысли» Автореферат проекта победителя конкурса

**Название работы – Гибкие провода или Футболка для гаджета.**

**Автор – Габдрахманов Руслан Марселевич (8 класс, ГБОУ Школа № 1575, г. Москва).**

**Руководитель – Чопорова Жанна Владиславовна, учитель физики, ГБОУ Школа № 1575.**

### **Основная идея работы, цели, задачи**

Электронные гаджеты вошли в нашу жизнь и также вместе с ними должны присутствовать зарядные устройства, так как плеер имеет свойство быстро разряжаться. Идея работы – в создании гибких проводов. Так, чтобы находясь в любой местности, без электричества (но с солнышком) можно всегда зарядить любой гаджет.

*Цель работы* – создать гибкий проводящий элемент на текстильном материале для зарядки аккумулятора от солнечной батареи.

### *Задачи работы:*

1. Получить железные, угольные, алюминиевые частицы методом “сверху-вниз”.
2. Провести модельные сравнительные измерения на проводимость полученных материалов.
3. Подобрать соотношение проводящих компонентов в смеси.
4. Оценить диаметр частиц методом седиментации.
5. Подобрать клеящий компонент, полимерную основу, удовлетворяющий требованиям, – высокоэластичный, термостойкий, водостойкий, устойчивый к УФ лучам и химическому воздействию.
6. Провести эксперименты по получению проводящей пасты с содержанием проводящего компонента, превышающего порог перколяции при высыхании, обеспечивающий высокую проводимость структуры при её нанесении на текстильный материал. Оценить устойчивость нанесённого слоя и его стабильность при влажной чистке (стирке). Прочитать о методе перколяции. Постирать ткань, проверить проводимость.
7. Подобрать необходимые элементы: солнечную панель, плату защиты, преобразователь и аккумулятор, припаять плату защиты, преобразователь и аккумулятор.
8. На компьютере создать рисунок для футболки в виде графика обратной пропорциональности и аккуратно с помощью трафарета нанести проводящую смесь на футболку и приклеить к ткани.
9. Припаять выводы сверху – к солнечной батарее, снизу к аккумулятору.
10. Измерить выходное напряжение, достаточно ли для зарядки гаджетов.
11. Собрать манекен и оценить функциональные преимущества и возможные практические применения полученного устройства и составляющих его материалов.

Наш продукт представляет собой носимое зарядное устройство. Солнечная батарея заряжает аккумулятор через плату защиты. Батарея соединена с аккумулятором гибкими проводами, нанесёнными на футболку. После стирки футболки система не повреждается.

Представьте себе ситуацию. Вы в походе, а, может, и в горах. Как зарядить смартфон, плеер, фонарик? Солнышка много, на вас футболка с солнечной батареей, которая подсоединена

гибкими проводами, не мешающими наклоняться, выполнять движения, к аккумулятору. Проблемы – нет. Вы – слушаете плеер, ночью подзаряжаете фонарик.

Мы решили предложить гибкое устройство для зарядки плеера. Требования к этому устройству такие - чтобы всегда было при себе или на себе, небольшое, незаметное и всегда работало.

Мы читали в литературе об одежде, которая обогревает за счёт джоулева тепла, об одежде, которая экранирует электромагнитное излучение, но такой футболки для зарядки гаджета в литературе нет. Это наша идея!

### Основные результаты

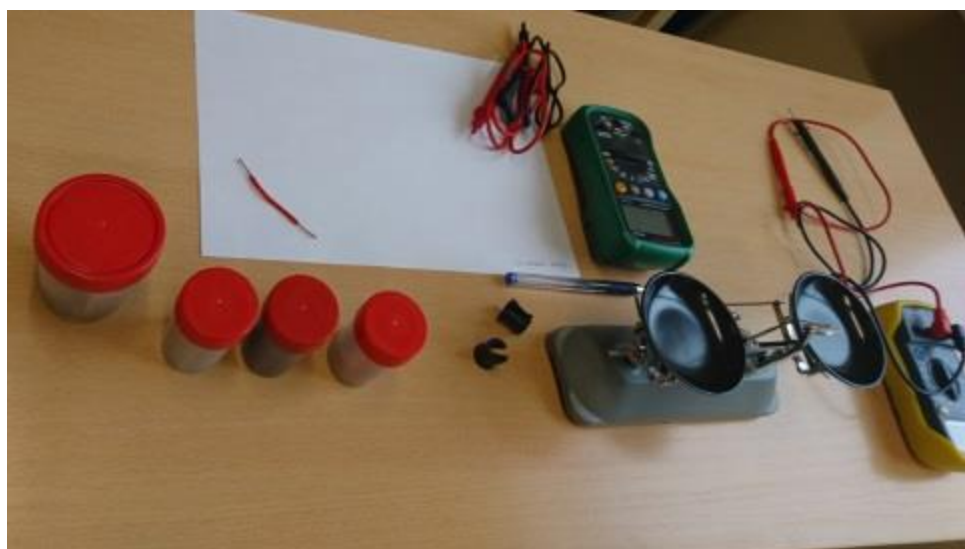
Провели анализ на оптимизацию выбора токопроводящего элемента.

*Таблица 1. Оптимизация токопроводящего элемента [8], [9], [10]*

МАТЕРИАЛ	Удельное сопротивление, Ом мм <sup>2</sup> /м	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Особенности химических свойств	Стоимость, относительная
Медь Cu	0,017	8,9	Хороший проводник, не окисляется	7,5
Железо Fe	0,1	7,8	Окисляется, малые частицы пиррофорны	1
С (графит)	13	2,23	Зависит от предыстории получения	370 р за кг
Алюминий Al	0,028	2,7	Хороший проводник	6

В результате сравнения характеристик предложено использовать три металла- медь, алюминий и железо.

Подготовили баночки с медной, алюминиевой и железной пылью. Для получения крошечных частиц использовали метод “сверху вниз”- механическое диспергирование объёмного металла с помощью напильника (абразива). Закрепили металл и напильником из углеродистой стали марки у10 получали мелкие частицы.



*Рис. 1. Подготовленное оборудование и материалы.*

Методом седиментации определили размер частиц. Седиментация – это оседание частиц в гравитационном поле. Налили в высокий стакан воды 10 см. Отдельно взболтали частицы меди и вылили в стакан. Четыре процента частиц (самые крупные) осела через 1,5 секунды, что по расчётам по формуле Стокса составило размер частиц 60 мкм. Большая часть – 60 процентов осела за 30 секунд, что по расчётам составило размер частиц 14 мкм. Оставшиеся – за 60 секунд, что по расчётам составило размер частиц 10 мкм. То есть частицы неоднородны и в разброс в размере от 10 мкм до 60 мкм.

Провели опыт с алюминиевой крошкой. Частицы осели за 30 секунд (большая часть). Размер частиц получился в среднем 30 мкм.



Рис. 2. Седиментация медной стружки.

Формула Стокса.

$h$ - высота, с которой падают частицы

$\eta$ - вязкость воды

$g$ - ускорение свободного падения

$\Delta d$ -разность плотностей воды и частиц

$t$ - время оседания

$\eta$  - вязкость воды  $0,001 \frac{кг \cdot с}{м^2}$   
 $\Delta d = d_{частиц} - d_{вода} = 1700 \frac{кг}{м^3}$   
 $h = 0,1 м$   
 $g = 9,8 \frac{м}{с^2}$   
 $t = 30 с$   
 $r$  - радиус частицы  
 $r = \sqrt{\frac{9 \cdot \eta \cdot h}{2 \cdot \Delta d \cdot g \cdot t}}$   
 $r = \sqrt{\frac{9 \cdot 0,001 \cdot 0,1}{2 \cdot 1700 \cdot 9,8 \cdot 30}} = 0,3 \cdot 10^{-6} м = 30 \cdot 10^{-6} м = 30 мкм.$

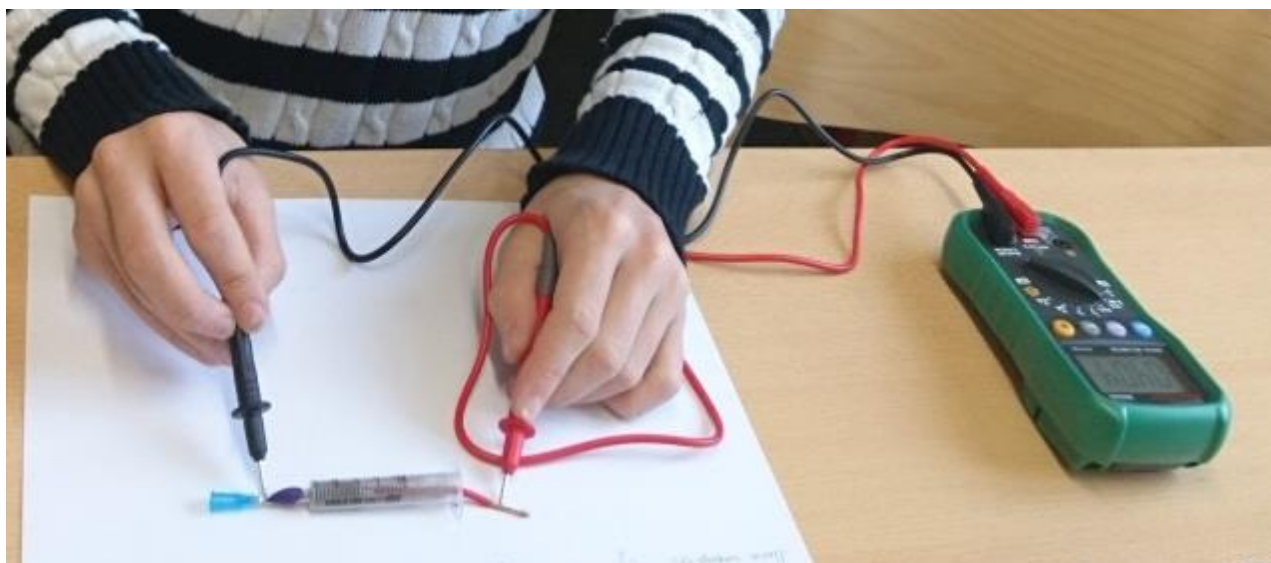
Рис. 3. Расчёт.



*Рис. 4. Процесс седиментации.*

Провели измерения на проводимость. Правила пользования мультиметром – в литературе [1]. Подготовили сосуд в виде шприца, чтобы измерить проводимость металлической пыли. Шприц необходим, чтобы сечение и длина были у всех образцов одинаковы. Масса подготовленного шприца с проводом, выходящим и пластином 6,0 г. Длина заполняемой части 2,7 см. С помощью воронки наполнили шприц, предварительно сделав в нём выводы для подключения к мультиметру.

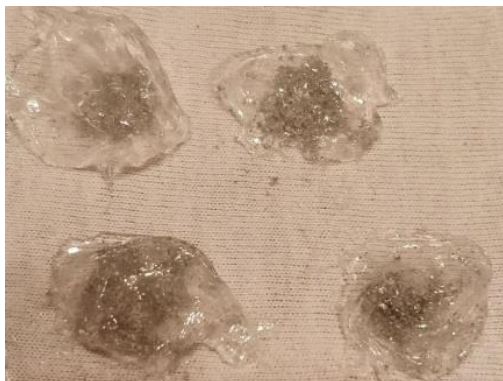
Масса железной пыли – 8 г, Объём наполняемого вещества 1,5 мл Сопротивление 300 Ом.  
Масса медной пыли – 7,5 г Объём наполняемого вещества 1,5 мл Сопротивление 0,2 Ом.  
Масса алюминиевой пыли – 2г Объём наполняемого вещества 1,5 мл Сопротивление 0,5 Ом.



*Рис. 5. Измерение сопротивления.*

Проанализировав таблицу оптимизации и наши измерения, сделали вывод – взять алюминия две трети, а меди одну треть.

Подобрали клей, с помощью которого можно приклеить смесь на футболку. Так, чтобы крупинки не остались взвешенными в клее и хорошо приклеились. Основа расчёта массы клея и проводящего элемента описывается методом – перколяция. [ 5 ] У нас было два варианта – либо диффузионный клей герметик, либо клей момент-гермент. Мы использовали последний вариант. Так как у него подходящие нам критерии: высокоэластичный, термостойкий, водостойкий, устойчивый к УФ лучам и химическому воздействию. Застывал по 2 мм в сутки. Но получилась однородная прозрачная структура.

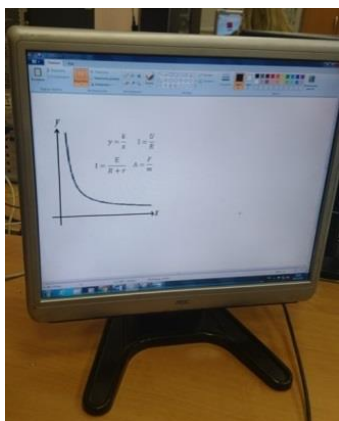


*Рис. 6. Подбор массы клея и проводящего элемента.*



*Рис. 7. Срез клея.*

Составили рисунок для футболки. Выполнили нанесение рисунка на футболку, туда положили смесь медных и алюминиевых опилок, приклеили клеем. Гибкие провода делали в несколько этапов. Сначала нанесли слой герметика толщиной 2 мм, затем дали подсохнуть, нанесли слой медно-алюминиевой крошки. Далее нанесли второй слой герметика для того, чтобы смесь закрыть и загерметизировать от внешних неблагоприятных воздействий.



*Рис. 8. Выполнение рисунка в компьютерной программе.*

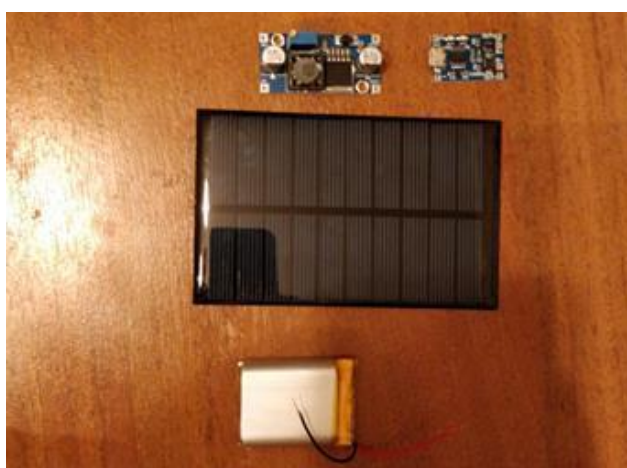


*Рис. 9. Трафарет.*

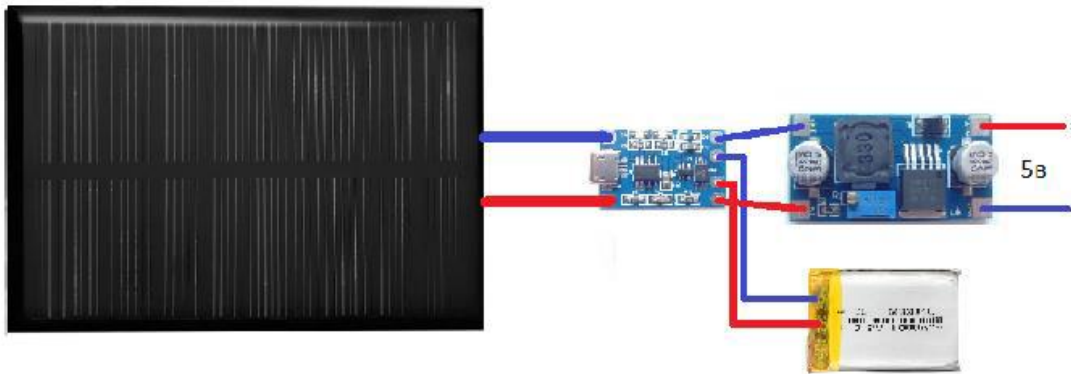


*Рис.10. Приклеенная медно-алюминиевая крошка.*

Составили схему, подобрали солнечную батарею, аккумулятор, плату защиты, преобразователь.

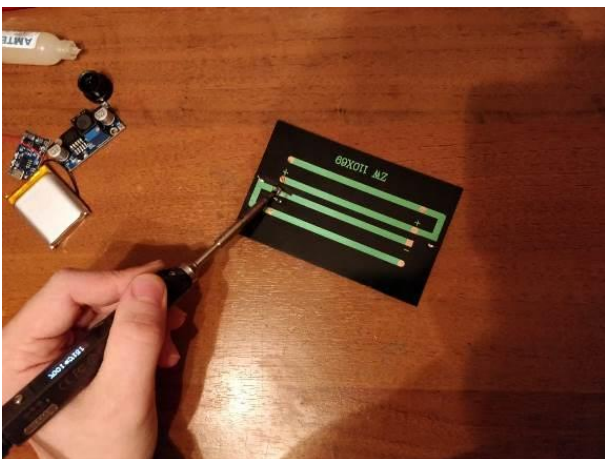


*Рис. 11. Солнечная панель, аккумулятор, плата защиты и повышающий преобразователь.*

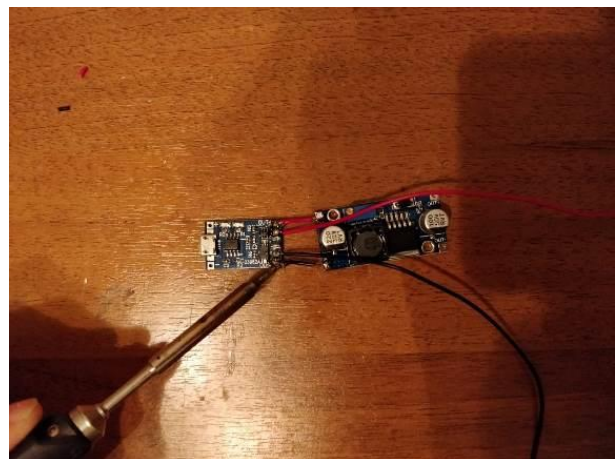


*Рис. 12. Схема соединения элементов.*

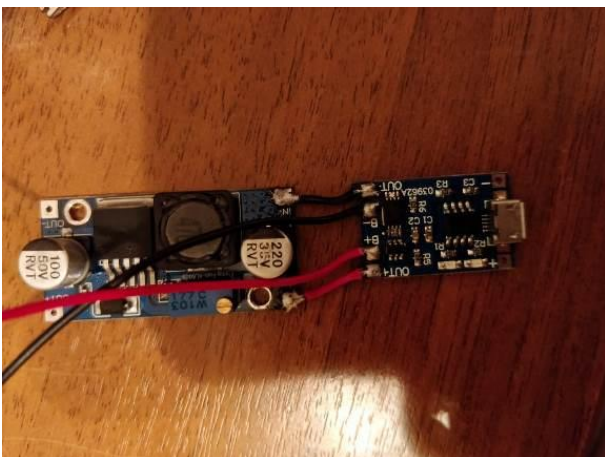
Собрали модель. Припаяли солнечную панель к выводам футболки, измерили выходное напряжение. Припаяли выводы аккумулятора к плате защиты, плату защиты к повышающему преобразователю. Модель собрана. На выходе даёт 4 В.



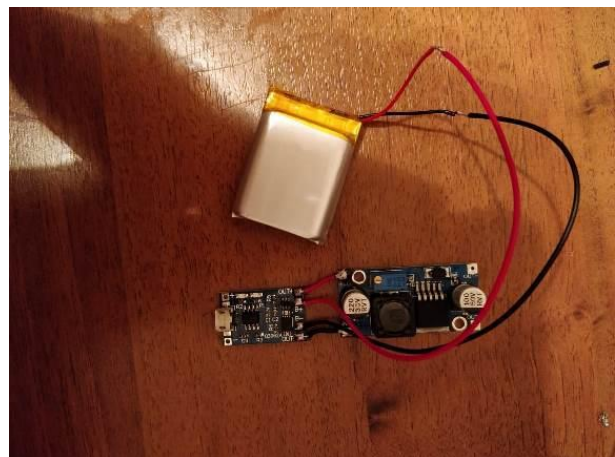
*Рис. 13. Выводы солнечной панели.*



*Рис. 14. Припаивание платы защиты к повышающему преобразователю.*



*Рис. 15. Плата защиты и преобразователь.*



*Рис. 16. Плата защиты, преобразователь и аккумулятор в сборе.*

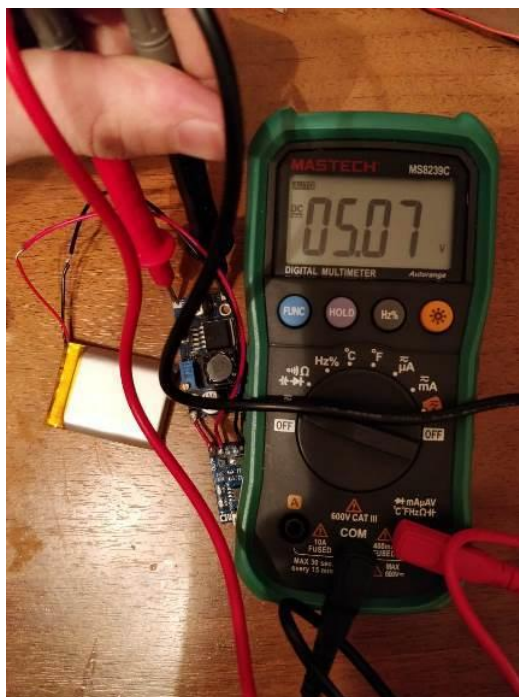


Рис. 17. Проверка выходного напряжения.

Результат. Солнечная батарея заряжает аккумулятор через плату защиты. Батарея соединена с аккумулятором гибкими проводами, нанесёнными на футболку. После стирки футболки система не повреждается. Сопротивление гибкого провода 2 Ома, при сечении 3 мм<sup>2</sup> и массе крошечных частиц 18 г.

Ниже на рисунке изображён манекен с прототипом носимого зарядного устройства, созданного своими руками.



Рис. 18. Манекен с носимым зарядным устройством.



Рис. 19. Готовый продукт.

## Выводы, заключение, перспективы

Цель работы достигнута. Наш продукт представляет собой носимое зарядное устройство. Находясь в любой местности, без электричества, можно всегда зарядить любой гаджет: плеер, фонарик, смартфон и т.д. В перспективе уллучшим дизайн футболки и её возможное применение.

### *Перспективы использования гибких проводящих элементов*

В целом полученный материал может быть полезен и в других применениях, например:

- обогрев солдат от носимого химического источника тока за счет джоулева тепла, выделяющегося при протекании тока в белье с проводящими полосками,
- обогрев комнатных растений,
- составная часть инкубатора для вывода птенцов,
- разморозка стекол автомобиля (сейчас напыляют или наклеивают физически напыленные полоски),
- проводящие полоски могут быть антенной, и от нее может работать радиоприемник или комнатная радиостанция,
- экранирование электромагнитных излучений, например, белье, защищающее важные органы от потенциально опасного излучения сотового телефона.

## Список цитированных источников

1. Сайт - как пользоваться мультиметром <https://samelectrik.ru/kak-pravilno-ispolzovat-multimetr-prostaya-instrukciya-s-kartinkami.html>
2. Википедия, статья о солнечной батарее <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F%D0%B1%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%8F>
3. Озерянский В.А. и др. Познаём наномир, М., БИНОМ, лаборатория знаний, 2012 (статья – про седиментацию)
4. Статья “Носимая электроника” <https://hi-news.ru/tag/nosimaya-elektronika>
5. Википедия, статья “Перколяция”
6. Гибкая электроника <https://hi-news.ru/tag/gibkaya-elektronika>
7. Методы получения мелких частиц <https://ppt-online.org/70306>
8. Таблицы удельных сопротивлений <https://www.dpva.ru/Guide/GuidePhysics/ElectricityAndMagnethism/ElectricalResistanceAndConductivity/ElectricResistancePerVolumeMetalls1/>
9. Таблицы плотности веществ <http://thermalinfo.ru/eto-interesno/tablitisa-plotnosti-veshhestv>
10. Таблицы стоимости веществ [https://yandex.ru/images/search?pos=0&img\\_url=http%3A%2F%2Fi1.7fh.ru%2F162%2F162058-4243251-b166b833feae2721c75b896ab1aca77b.jpg&text=%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%B6%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%B0&lr=213&rpt=simage](https://yandex.ru/images/search?pos=0&img_url=http%3A%2F%2Fi1.7fh.ru%2F162%2F162058-4243251-b166b833feae2721c75b896ab1aca77b.jpg&text=%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%B6%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%B0&lr=213&rpt=simage)