

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Кадетская школа № 46 г. Пензы  
Пензенский казачий генерала Слепцова кадетский корпус»*

*научно-исследовательская работа*  
***Влияние факторов на размер выращенных  
кристаллов медного купороса***

*Автор: Филимонова Ксения Максимовна,  
вице-приказный 9 «В» класса*

*Руководитель: Сумбаева Анна Андреевна  
учитель химии  
I квалификационная категория*

*Пенза, 2022 г.*

## Оглавление

Введение	3
Глава 1. Теоретическая часть.	
Строение кристаллов	4
Рост кристаллов	4
Способы выращивания кристаллов	5
Медный купорос и его применение	6
Глава 2. Практическая часть	7
Выводы	9
Заключение	9
Список используемой литературы	10
Приложение	11

## Введение

Кристаллы издавна привлекали внимание людей своей красотой, правильной формой, загадочностью. Их цвет, блеск и форма затрагивали человеческое чувство прекрасного, и люди украшали ими себя и жилище. С кристаллами были связаны суеверия. Сегодня же кристаллы, помимо их свойства соблазна, нашли очень большое применение в науке и технике: полупроводники, призмы и линзы для оптических приборов, твердотельные лазеры и т.д. Это и лёд, и снежинки, и многие драгоценные и полудрагоценные камни, а также другие твёрдые тела, в которых атомы расположены закономерно, образуя кристаллическую решётку. КРИСТАЛЛЫ – вещества, в которых мельчайшие частицы (атомы, ионы или молекулы) «упакованы» в определенном порядке. В результате при росте кристаллов на их поверхности самопроизвольно возникают плоские грани, а сами кристаллы принимают разнообразную геометрическую форму. Каждый, кто побывал в музее минералогии или на выставке минералов, не мог не восхититься изяществом и красотой форм, которые принимают «неживые» вещества. Интересно происхождения слова «кристалл» (оно звучит почти одинаково во всех европейских языках). Нашли очень красивые, совершенно бесцветные кристаллы, очень напоминающие чистый лёд. Древние натуралисты так их и называли – «кристаллос», по-гречески – лёд; это слово происходит от греческого «криос» – холод, мороз. Полагали, что лёд, находясь длительное время в горах, на сильном морозе, окаменевают и теряют способность таять. Один из самых авторитетных античных философов Аристотель писал, что «кристаллос рождается из воды, когда она полностью утрачивает теплоту». Особое место среди кристаллов занимают драгоценные камни, которые с древнейших времен привлекают внимание человека. Люди научились получать искусственно очень многие драгоценные камни. Например, подшипники для часов и других точных приборов уже давно делают из искусственных рубинов. Получают искусственно и прекрасные кристаллы, которые в природе вообще не существуют. [2]

Актуальность: Вырастить кристалл возможно даже в бытовых условиях, но часто возникают факторы, которые не дают желаемого эффекта при выращивании кристаллов

### Цель:

- Вырастить кристаллы медного купороса.
- Рассмотреть факторы, влияющие на размер кристаллов.

### Задачи:

- Изучить научную литературу по строению кристаллов
- Изучить методику выращивания кристаллов
- Вырастить кристаллы медного купороса
- Исследовать влияние разных факторов на количество и размер выращенных кристаллов медного купороса.

Гипотеза: Различные факторы окружающей среды существенно влияют на размер выращенных кристаллов.

- Объект исследования: кристаллы медного купороса;
- Предмет исследования: Факторы, влияющие на размер выращенных кристаллов.

**Место и время проведения эксперимента:** химическая лаборатории МБОУ «Кадетская школа №46 г. Пензы», февраль-апрель 2022г.

## Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Кристаллы – это твердые тела, атомы или молекулы которых занимают определенные, упорядоченные положения в пространстве.

Все кристаллы состоят из отдельных частиц: молекул и атомов, располагающихся в строгом порядке. Они образуют кристаллическую решетку. Каждому атому отведено место в определенном узле решетки, при этом образуются правильные многогранники. Кристалл может иметь от трех до нескольких сотен граней. Но при этом они обладают замечательным свойством. Все плоские грани пересекаются друг с другом под определенными углами. Углы между соответствующими гранями всегда одинаковы. Например, у кристаллов поваренной соли (NaCl) всегда их грани пересекаются под прямым углом. Кристаллы красивы и разнообразны. Секрет их красоты - в симметрии. [2]

### Строение кристаллов

В зависимости от строения, кристаллы делятся на ионные, ковалентные, молекулярные и металлические. Ионные кристаллы построены из чередующихся катионов и анионов, которые удерживаются в определенном порядке силами электростатического притяжения и отталкивания. Электростатические силы ненаправленные: каждый ион может удержать вокруг себя столько ионов противоположного знака, сколько помещается. Но при этом силы притяжения и отталкивания должны быть уравновешены и должна сохраняться общая электронейтральность кристалла. Все это с учетом размеров ионов приводит к различным кристаллическим структурам. Так, при взаимодействии ионов  $\text{Na}^+$  (их радиус 0,1 нм) и  $\text{Cl}^-$  (радиус 0,18 нм) возникает октаэдрическая координация: каждый ион удерживает около себя шесть ионов противоположного знака, расположенных по вершинам октаэдра. При этом все катионы и анионы образуют простейшую кубическую кристаллическую решетку, в которой вершины куба попеременно заняты ионами  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . Аналогично устроены кристаллы KCl, BaO, CaO, ряда других веществ. [4]

Все кристаллические соединения можно разделить на моно- и поликристаллические. Монокристалл представляет собой монолит с единой ненарушенной кристаллической решеткой. Природные монокристаллы больших размеров встречаются очень редко. Большинство кристаллических тел являются поликристаллическими, то есть состоят из множества мелких кристалликов, иногда видимых только при сильном увеличении. [4,5]

### Рост кристаллов

Многие видные ученые, внесшие большой вклад в развитие химии, минералогии, других наук, начинали свои первые опыты именно с выращивания кристаллов. Помимо чисто внешних эффектов, эти опыты заставляют задумываться над тем, как устроены кристаллы и как они образуются, почему разные вещества дают кристаллы разной формы, а некоторые вовсе не образуют кристаллов, что надо сделать, чтобы кристаллы получились большими и красивыми. [4]

Вот простая модель, поясняющая суть кристаллизации. Представим, что в большом зале укладывают паркет.

Если паркетчик очень торопится, то плитки будут поступать к месту укладки слишком быстро. Понятно, что правильного узора теперь не получится: если хотя бы в одном месте плитку перекосит, то дальше все пойдет криво, появятся пустоты (как в старой компьютерной игре «Тетрис», в которой «стакан» заполняется деталями слишком быстро). Ничего хорошего

не получится и в том случае, если в большом зале начнут укладывать паркет сразу десяток мастеров – каждый со своего места. Даже если они будут работать не спеша, крайне сомнительно, чтобы соседние участки оказались хорошо состыкованными, и в целом, вид у помещения получится весьма неприглядным: в разных местах плитки расположены в разном направлении, а между отдельными участками ровного паркета зияют дыры. [3]

Примерно те же процессы происходят и при росте кристаллов, только сложность здесь еще и в том, что частички должны укладываться не в плоскости, а в объеме. Но ведь никакого «паркетчика» здесь нет – кто же укладывает частички вещества на свое место? Оказывается, они укладываются сами, потому что непрерывно совершают тепловые движения и «ищут» самое подходящее для себя место, где им будет наиболее «удобно». В данном случае «удобство» подразумевает также и наиболее энергетически выгодное расположение. Попав на такое место на поверхности растущего кристалла, частица вещества может там остаться и через некоторое время оказаться уже внутри кристалла, под новыми выросшими слоями вещества. Но возможно и другое – частица вновь уйдет с поверхности в раствор и снова начнет «искать», где ей удобнее устроиться. [3]

Каждое кристаллическое вещество имеет определенную свойственную ему внешнюю форму кристалла. Например, для хлорида натрия эта форма – куб, для алюмокалиевых квасцов – октаэдр. И даже если сначала такой кристалл имел неправильную форму, он все равно рано или поздно превратится в куб или октаэдр. Более того, если кристалл с правильной формой специально испортить, например, отбить у него вершины, повредить ребра и грани, то при дальнейшем росте такой кристалл начнет самостоятельно «залечивать» свои повреждения. Происходит это потому, что «правильные» грани кристалла растут быстрее, «неправильные» – медленнее. [3,4]

### Способы выращивания кристаллов

Существует три способа образования кристаллов: кристаллизация из расплава, из раствора и из газовой фазы.

Примером кристаллизации из расплава может служить образование льда из воды (ведь вода - это расплавленный лёд), а также образования вулканических пород.

Пример кристаллизации из раствора в природе - выпадение сотен миллионов тонн соли из морской воды.

При охлаждении газа (или пара) электрические силы притяжения объединяют атомы или молекулы в кристаллическое твёрдое вещество - так образуются снежинки.

Если твёрдое вещество нагреть, оно перейдёт в жидкое состояние - расплав. Трудности выращивания монокристаллов из расплавов связаны с высокой температурой плавления. Например, для получения кристалла рубина нужно расплавить порошок оксида алюминия, а для этого его нужно нагреть до температуры 2030 °С. [1]

Наиболее распространёнными способами искусственного выращивания монокристаллов являются кристаллизация из раствора и из расплава. В первом случае кристаллы растут из насыщенного раствора при медленном испарении растворителя или при медленном понижении температуры.

Охлаждение насыщенного горячего раствора. При каждой температуре в данном количестве растворителя (например, в воде) может раствориться не более определенного количества вещества. Например, в 100 г воды при 90°C может раствориться 98 г медного

купороса. Такой раствор называется насыщенным. Будем теперь охлаждать раствор. С понижением температуры растворимость большинства веществ уменьшается. [1,4,5]

При охлаждении раствора частички вещества (молекулы, ионы), которые уже не могут находиться в растворенном состоянии, слипаются друг с другом, образуя крошечные кристаллы-зародыши. Образованию зародышей способствуют примеси в растворе, например пыль, мельчайшие неровности на стенках сосуда (химики иногда специально трут стеклянной палочкой по внутренним стенкам стакана, чтобы помочь кристаллизации вещества). Если раствор охлаждать медленно, зародышей образуется немного, и, обрастая постепенно со всех сторон, они превращаются в красивые кристаллики правильной формы. При быстром же охлаждении образуется много зародышей, причем частички из раствора будут «сыпаться» на поверхность растущих кристалликов, как горох из порванного мешка; конечно, правильных кристаллов при этом не получится, потому что находящиеся в растворе частицы могут просто не успеть «устроиться» на поверхности кристалла на положенное им место. Кроме того, множество быстро растущих кристалликов так же мешают друг другу, как несколько паркетчиков, работающих в одной комнате. Посторонние твердые примеси в растворе также могут играть роль центров кристаллизации, поэтому, чем чище раствор, тем больше шансов, что центров кристаллизации будет немного. [1,4,5]

### **Медный купорос и его применение**

#### **Свойства и производство**

Медный купорос (сульфат меди) – порошок с голубым оттенком, быстрорастворимый в воде. Широко используется садоводами для уничтожения вредителей и защиты растений от грибковых заболеваний. Получают как в промышленных, так и в лабораторных условиях.

Промышленным способом купорос получают, растворяя медь и медные отходы серной кислотой и продувая воздухом. Этот раствор очень опасен для живых клеток растений. Для его нейтрализации применяется свежегашеная известь. При этом лечебное действие купороса сохраняется в полном объеме. Полученный таким образом препарат называется бордоской жидкостью.

Медный купорос относится к фунгицидам – химическим препаратам, предназначенным для лечения растений от болезней и борьбы с вредителями-насекомыми. С помощью этого препарата от заболеваний можно лечить различные виды растений. Кроме того, важным назначением медного купороса является использование его в качестве микроудобрения для почвы. Он восполняет дефицит меди. В составе химических препаратов, медный купорос, находит применение для очищения воды в плавательных бассейнах, фонтанах, водохранилищах. Он пригоден для борьбы со всеми видами водорослей: волокнистыми, планктонными и разветвленными. Есть еще одно направление использования медного купороса – лечение пресноводных рыб от заболевания «диплостамоза». Для защиты рыб от этого очень опасного заболевания необходимо обеззараживать воду в местах их разведения и на прилегающих территориях. [2]

## Глава 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Оборудование, которое мы использовали для выращивания кристаллов: химические стаканы, воронки, стеклянные палочки, электрочайник, термометр, лабораторные весы, мерный цилиндр, проволока, нитка, фильтровальная бумага, линейка.

Вся работа проводилась в химической лаборатории при соблюдении всех правил безопасности.

Чтобы исследовать влияние факторов на размер выращенных кристаллов мы используем метод Выращивание кристаллов из раствора. [1] (Приложение 2)

Методика приготовления насыщенного раствора для выращивания кристаллов.

1. Взвешиваем на весах 72 г. медного купороса;
2. В химический стакан с медным купоросом заливаем 100 мл. дистиллированной воды с температурой 70 градусов по Цельсию;
3. Перемешиваем раствор до максимального растворения голубого порошка;
4. Опускаем в стакан с насыщенным раствором нитку. стакан накрываем фильтровальной бумагой;
5. На другой день собираем мелкие кристаллы, это будет затравка;
6. Затравку прикрепляем к нитке и опускаем на 5 дней в свежеприготовленный насыщенный раствор медного купороса.

В соответствии с предложенными условиями мы делаем результат о влиянии факторов на размер и количество кристаллов.

### I. Влияние фильтрации раствора.

Полученный насыщенный раствор медного купороса делим на две части.

Одну часть фильтруем в химический стакан.

Другую часть оставляем нефитрированным в химическом стакане.

В стаканы с растворами опускаем затравки.

Через два дня снимаем результаты (Приложение 5, 6)

**Таблица 1. Значение фильтрации раствора**

Тип раствора	Фильтрованный, г.	Нефильтрованный, г.
Масса кристалла	1,330	0,810

**ВЫВОД:** В фильтрованном растворе образовался кристалл с большей массой, чем в нефитрированном растворе. Это связано с тем, что в нефитрированном растворе есть частички примесей, кристаллы, которые не растворились, поэтому образуются несколько центров кристаллизации. В фильтрованном растворе практически нет примесей в виде частиц, не нерастворившихся кристаллов, поэтому основной центр кристаллизации помещенная затравка.

### II. Влияние неподвижной поверхности .

Полученный насыщенный раствор медного купороса фильтруем.

Разливаем раствор на два стакана

Опускаем в раствор проволоку. Один стакан оставляем на столе, где периодически происходит сотрясение поверхностей. Другой стакан помещаем на подоконник, где сотрясение не происходит.



*Рис.1. Слева кристаллы, которые образовывались на неподвижной поверхности.*

**ВЫВОД:** Через два дня видим, что в стакане, который находился на неподвижной поверхности, образовалось большее количество кристаллов. Это связано с тем, что при сотрясении ионы осыпались с кристалла при построение, что и не дало возможность вырасти большим кристаллам.

### **III. Влияние медленного охлаждения раствора.**

Полученный насыщенный раствор медного купороса фильтруем.

Разливаем раствор на два стакана.

В раствор на нитке опускаем затравку. (Приложение 6)

Один стакан ставим на столе, где температура постоянная 22 градуса по Цельсию, а второй стакан ставим на подоконник, где температура ниже на 3 градуса.(Приложение 3,4,5,6)

**Таблица2. Влияние медленного охлаждения**

Местоположение раствора медного купороса	На подоконнике, г.	На столе, г.
Масса кристалла	1,200	1,330

**ВЫВОД:** Кристалл, который я вырастила на столе, имеет большую массу, это связано с тем, что при медленном остывании раствора происходит постепенное образование кристаллов. То есть при медленном остывании ионы успевают выстроиться в правильную решетку.

## ВЫВОДЫ

1. Проанализировав литературные источники, изучили строение кристаллов.
2. Изучили разные методики выращивания кристаллов. В нашей лаборатории я использовала метод выращивания кристаллов из насыщенного раствора с использованием затравок.
3. Вырастили кристаллы медного купороса. Они оказались поликристаллическими разных размеров.
4. При выращивании кристаллов вносили некоторые факторы, которые показали своё влияние на размер кристаллов. Самые крупные кристаллы образовались в фильтрованных растворах на неподвижной поверхности при медленном остывании раствора. Данное исследование подтвердило гипотезу нашей исследовательской работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследовательской работы я узнала, что кристалл – это твердое состояние вещества, количество граней которого зависит от элементов. Вырастить кристалл можно как в лаборатории, так и в домашних условиях, главное соблюдать методику и технику безопасности.

Познакомилась с разнообразием и применением кристаллов.

Кристаллы нашей планеты вносят огромную роль для всего и широко применяются человеком.

Выращенные мной кристаллы я планирую использовать при декорировании личных вещей. Главной задачей найти средство обработки поверхности кристалла, т.к. кристаллы медного купороса хорошо растворимы в воде. [2,3,5]

Своё исследование мне хотелось бы продолжить. Поэтому я планирую продолжать свои эксперименты с новыми веществами, и ставлю перед собой задачу вырастить кристаллы больших размеров.

### Список используемой литературы:

1. Алексинский В.Н. «Занимательные опыты по химии», Просвещение, 1980г.,127 стр.
2. Ламырёва Н.А. «Кристаллы и их применение», Учитель, 2008 г.,185 стр.
3. Плешаков А.А., «От земли до неба», М.; «Просвещение», 2002 г.
4. М.П. Шасколинская. Кристаллы.: Москва. - Наука. Физико-математическая литература, 1995г.
5. <http://course-crystal.narod.ru/p31aa1.html>: Мир кристаллов (дистанционный курс по физике)
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сульфат\\_меди\(II\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сульфат_меди(II))

Приложение 1. Таблица растворимости медного купороса при разных температурах

Растворимость в воде при разных температурах <sup>[7]</sup>			
Температура, °C	Растворимость		
	CuSO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	
	%		в г на 100 г воды
0	12,9	0,2	23,3
15	16,2	5,3	30,2
25	18,7	9,2	34,9
30	20,3	1,6	39,9
40	22,8	5,5	46,2
50	25,1	9,2	52,6
60	28,1	3,8	61,1
70	31,4	9,0	71,6
80	34,9	4,4	83,8
90	38,9	0,0	98,2
100	42,4	6,0	115,0

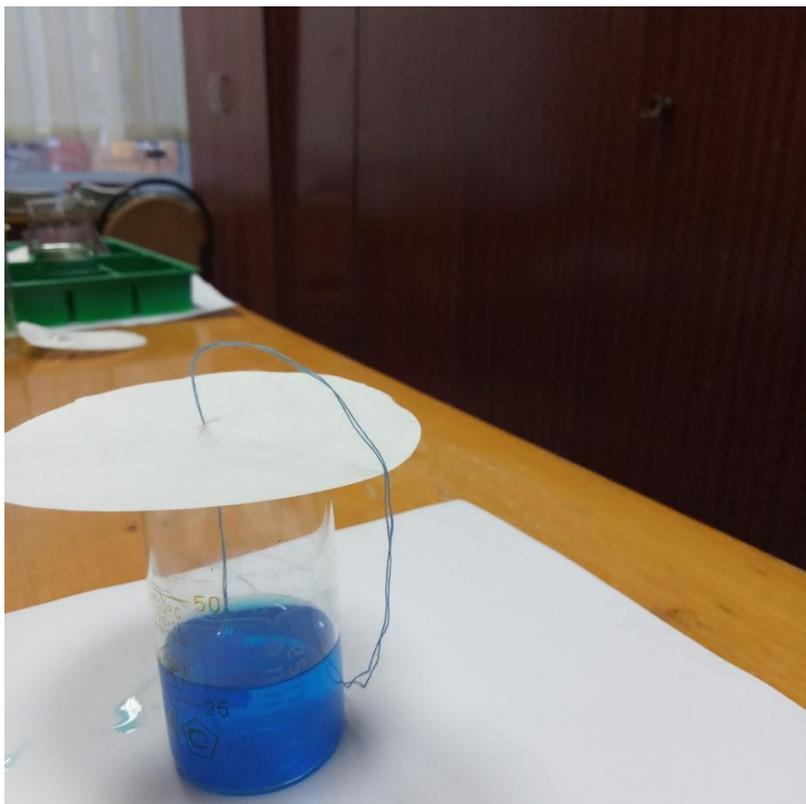
Приложение 2. Приготовление насыщенного раствора.



Приложение 3. Раствор в стакане на несотрясаемой поверхности



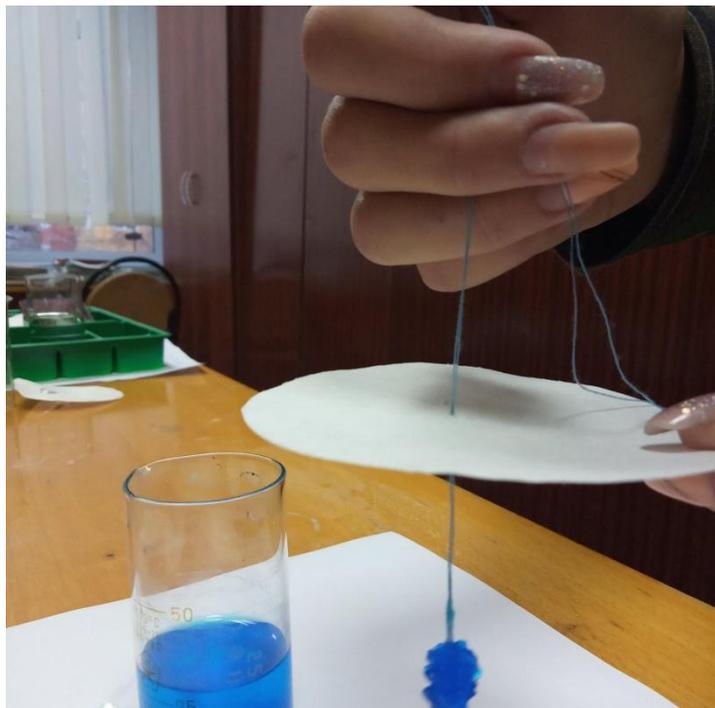
Приложение 4. Раствор в стакане на сотрясаемой поверхности



Приложение 5. Использование затравки



Приложение 6. Наши кристаллы и их взвешивание



**Рецензия научного руководителя на исследовательскую работу  
вице-приказного 9 «В» взвода Филимоновой Ксении**

Тема: Влияние факторов на размер выращенных кристаллов медного купороса.

В заявленной исследовательской работе автором рассмотрен метод образования кристаллов из насыщенного раствора медного купороса и влияние внешних факторов на их размер. Внешние факторы создавались искусственно: сотрясаемая поверхность, резкое изменение температуры раствора, фильтрование. Анализ подтвердил поставленную гипотезу – при влиянии внешних факторов наблюдается образование разных по размеру кристаллов. Перед проведением эксперимента Ксения исследовала литературу, рассмотрев методику и значение кристаллизации медного купороса, а также рост кристаллов при внешнем вмешательстве.

Заявленная тема научной работы соответствует её содержанию. Автор смог убедительно обосновать актуальность выбранной темы, правильно поставить цели и задачи, которым соответствуют полученные выводы. Выбранная работа актуальна, так как на сегодняшний момент данный способ самый простой, соблюдение факторов для высокого практического выхода реализуемо. Полученные данные можно использовать и при выращивании других кристаллов.

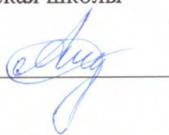
Недоработкой данной работы является сохранение полученного кристалла, т.к. кристаллы медного купороса хорошо растворимы в воде, и даже влажный воздух может привести к его разрушению.

Работа Филимоновой Ксении соответствует требованиям, предъявляемым к учебным исследованиям, выполнены все поставленные задачи, и заслуживает высокой оценки.

**Научный руководитель:**

учитель химии МБОУ «Кадетская школы  
№46 г.Пензы»

Сумбаева Анна Андреевна



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Согласование участия в открытом региональном конкурсе исследовательских и проектных работ школьников «Высший пилотаж – Пенза» 2023.

В оргкомитет конкурса исследовательских  
и проектных работ школьников  
«Высший пилотаж – Пенза» 2023

Для участия в открытом региональном конкурсе исследовательских и проектных работ школьников «Высший пилотаж – Пенза» 2023 от образовательных организации

**МБОУ «Кадетская школа №46 г. Пензы. Пензенский казачий генерала Слепцова кадетский корпус»**

направляется работа на тему: **Влияние факторов на размер выращенных кристаллов медного купороса**  
секция

**Химия (в рамках конференции «Авангард»)**

Автор (авторы) работы:

вице-приказный 9 «В» взвода **Филимонова Ксения Максимовна**

Научное руководство:

учитель химии **Сумбаева Анна Андреевна**

Директор МБОУ  
«Кадетская школа №46 г. Пензы»



/ Рахманова В.В./

м.п.