



## Конкурс для школьников «Гениальные мысли» Автореферат проекта победителей I степени среди 9 классов

**Название работы – Использование наноглины для комплексной очистки сточных вод.**

**Авторы – Андреева Юлия Евгеньевна, Ключникова Ксения Александровна (9 класс, МБОУ "Лицей № 2", г. Чебоксары).**

**Руководитель – Лаврентьев Анатолий Генрихович, учитель физики, МБОУ "Лицей № 2", г. Чебоксары.**

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

*Идея работы:* создание модели очистного сооружения на основе технологий комплексной фильтрации воды с помощью наноглины.

Цель работы: исследовать возможности очистки воды от различных примесей с помощью наноглины.

#### *Задачи:*

- Изучение структуры и характеристики наноглины;
- Проведение экспериментов по очистке воды от различных примесей;
- Создание экспериментальной установки для очистки воды.

#### *Гипотеза:*

Состав и структура наноглины должны способствовать поглощению инородных материалов включительно до наноразмеров.

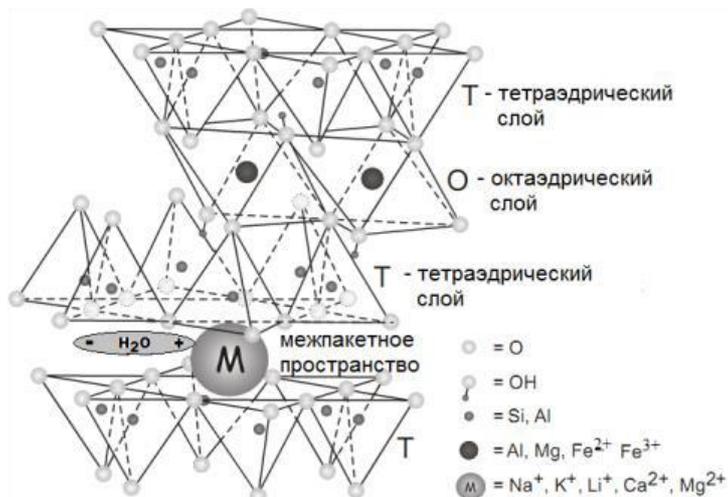
### **Актуальность и новизна работы**

В настоящее время существуют различные способы очистки сточных вод. Они разные по технологии и себестоимости. В этой работе используется возможность очистки воды от различных примесей на одном из этапов с использованием глины нано размеров. Структура наноглины позволяет создать фильтр как от механических примесей, так и от солей и щелочей.

### **Основные результаты**

#### Обзор литературы

Наноглины, в большинстве случаев, основаны на монтмориллонитовых глинистых минералах. Монтмориллонит – это глинистый минерал серо – бело -розового цвета, образовавшаяся в результате выветривания из кремния - содержащегося вулканического туфа посредством действия кремниево- кислых бактерий, лишайников и грибов. Минерал наименовали по названию монтмориллонита представляет собой гидратизированный диоктаэдр-трёхслойный силикат. Его кристаллы имеют зёрна размером менее 1-2 микрометра, а также имеет сложную слоистую, пластинчатую структуру, которая существует в форме агломерированных узлов пластинок. Отдельные пластинки обладают толщиной около одного нанометра и длиной менее микрона. Кристаллическая структура монтмориллонита состоит из трёхслойных пакетов, содержащих два кремнекислородных (для бейделлита — кремнеалюмоокислородных) тетраэдрических слоя и размещенного между ними октаэдрического слоя, состоящего из катионов алюминия.



Физические параметры образцов

Для экспериментов использовали органоглину мономет 1э1 и 101. Образцы представляют собой химически модифицированный монтмориллонит в виде порошка от серо-белого до бело-желтого цвета соответственно.

- Определение размеров и форм сухих частиц производили с помощью оптического микроскопа. Снимки образцов показаны в таблице:

101 мономет на 10х увеличении	1Э1 мономет на 10х увеличении

- Определение плотности через массу и объем:

Характеристики каждого образца:

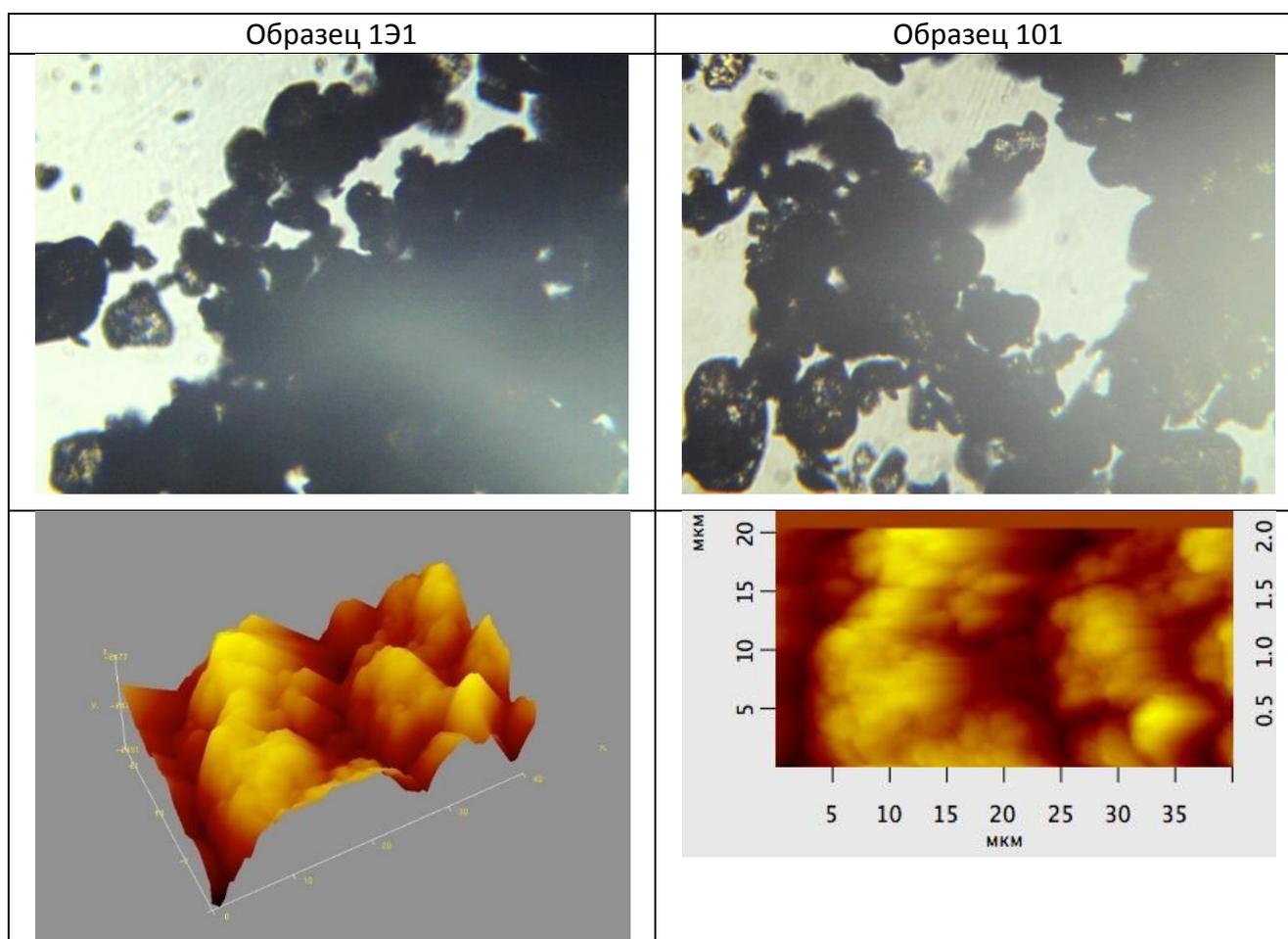
Характеристики	Образец№1 (101)	Образец№2(1э1)
Плотность	1,0165г/см <sup>3</sup>	1,0919г/см <sup>3</sup>
Масса	1,44	1,9
Размер	0,5мкм	1мкм
Цвет	От серо-белого до бело-желтого цвета	Порошок белого и бело-желтого цвета
Размер при набухании	2мкм	2,5мкм
Характеристика крупинок	Очень пористый, расстояние между пораами 400 нанометров	Крупные, не наблюдается сильного расслоения частичек

### Исследование структуры

На этом этапе была подготовлена суспензия. В результате вхождения молекулярной воды в межслоевое пространство, частицы смектита разбухают. Были подготовлены следующие образцы:

- 1 образец) мономет 101 0,5 грамм вещества на 10 мл воды
- 2 образец) мономет 1Э1 0,5 грамм вещества на 10 мл воды
- 3 образец) мономет 1Э1 0,25 грамм вещества на 10мл воды
- 4 образец) мономет 101 0,25 грамм вещества на 10мл воды

Затем, мы смешали образцы в определенных концентрациях и оставили на 24 часа. По истечению времени капнули на стекло каждый образец и дали ему высохнуть. В таблице приведены изображения образцов через оптический и сканирующий зондовый микроскоп. Сканирование производилось в режиме АСМ.



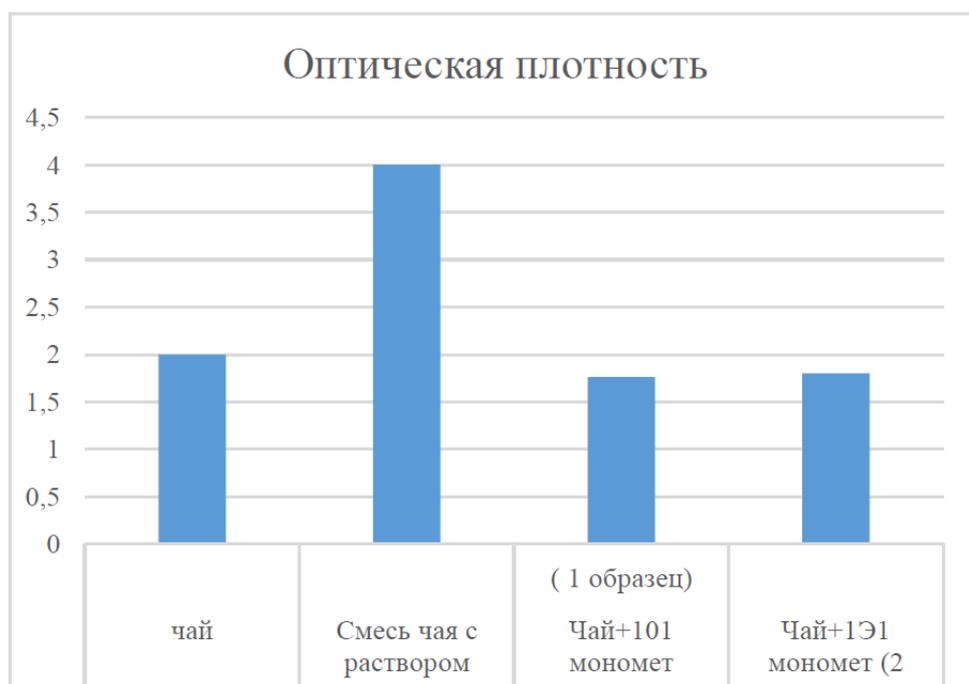
Из анализа сканов видно, что структура сильно слоистая. Между кристаллами имеются слои до 3мкм, что должно способствовать поглощению частиц данных размеров.

### Эксперименты по очистке от механических примесей.

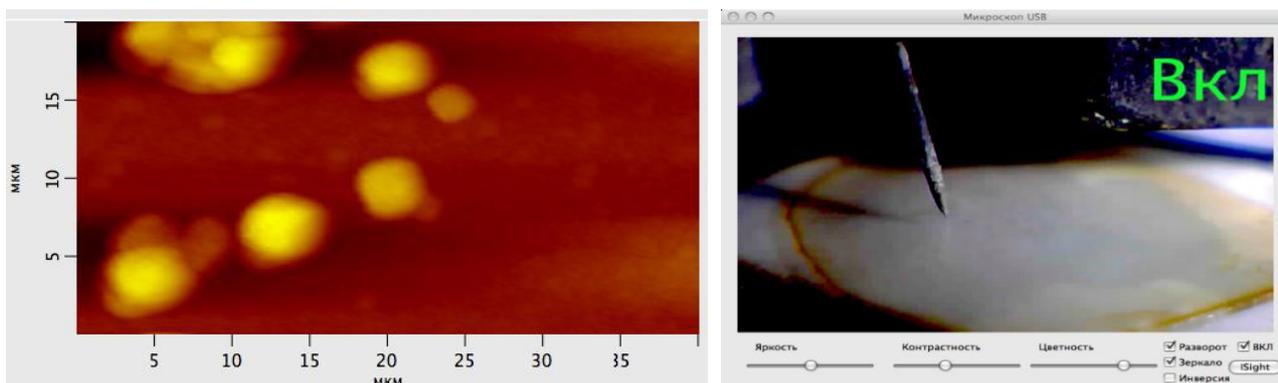
На следующем этапе исследовали возможность очистки от механических примесей. В качестве механических примесей использовали заварку чая, кофе и тонер.

- Эксперименты с чаем.

Для проведения следующего эксперимента мы заварили крепкий чай, остудили и налили в 2 пробирки. Добавили в пробирки образцы 1 и 2 в соотношении 30 мл чая к 10 мл раствора. Пробирка со 101 образцом сразу заметно стала светлеть. С помощью приборов «L-микро» измерили оптическую плотность исходного и очищенного чая.

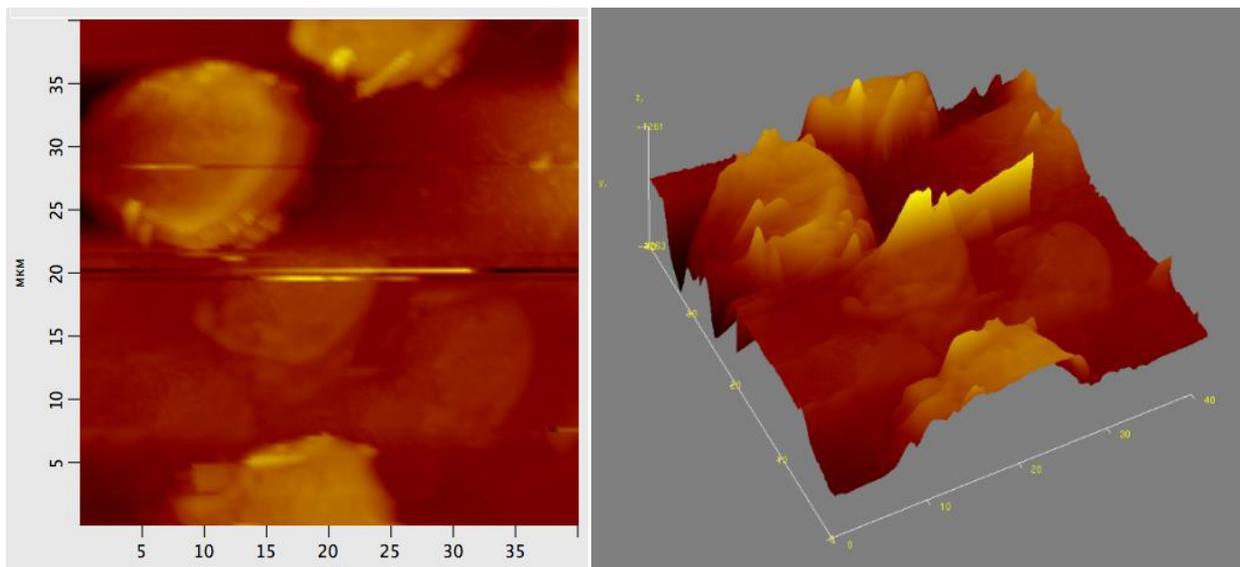


Затем, чтобы изучить структуру, капнули на предметное стекло отдельно чай. Ниже приведены снимки через оптический микроскоп и СЗМ. Анализ СЗМ изображений показывает, что средний размер частиц 5мкм, но имеются более крупные кластеры размером 10 и 15мкм.



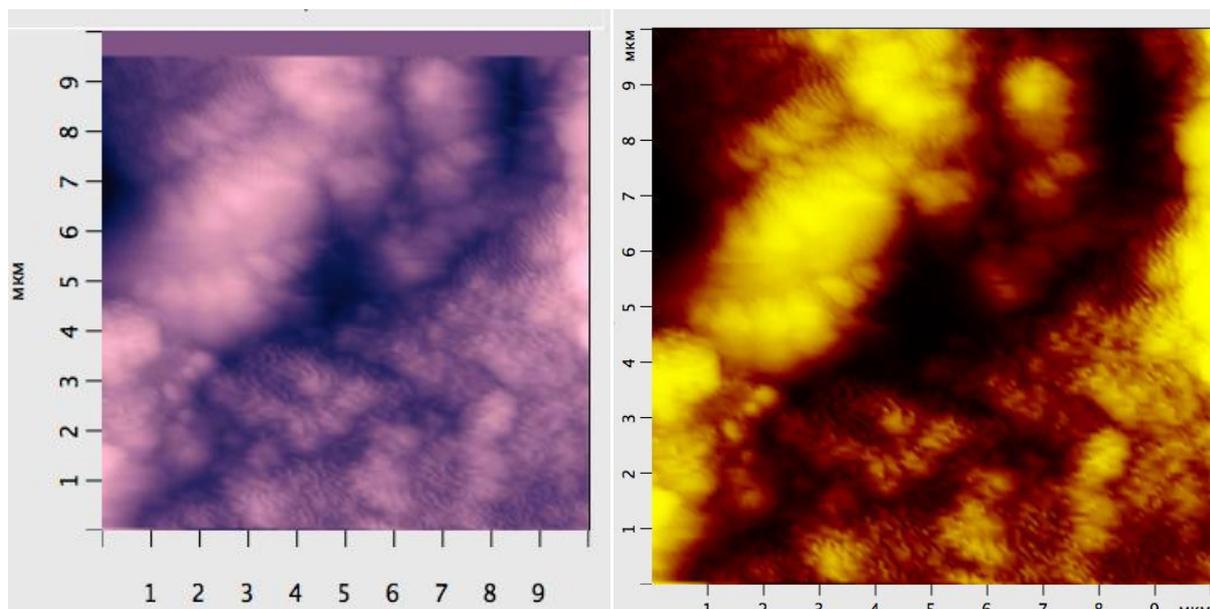
Мы изучили очищенные с помощью глины образцы. Первоначально 2 образец очищался быстрее, но в ходе эксперимента по истечению 2 дней 1образец заметно посветлел. Капнули на предметные стекла образцы 1 и 2. Посмотрели под зондовым микроскопом.

Мелкие частицы были поглощены частицами наноглины, а более крупные частицы размером 15мкм остались во взвешенном состоянии.



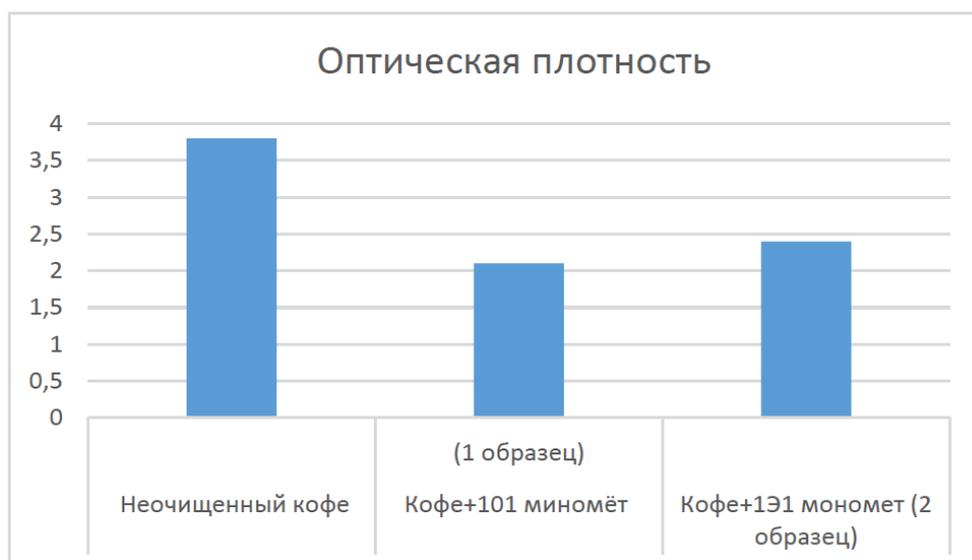
- Следующий эксперимент был с тонером.

Насыпали его в две пробирки, предварительно добавив воды, добавили и суспензии глин. Тонер, не тонущий материал, хорошенько встряхнули. По истечению 3 дней раствор очистился. При визуальном осмотре видно, что на поверхности глины видны частицы тонера. Анализ СЗМ сканов показывает, что на поверхности глины есть частицы тонера. Кроме этого они эффективно должны поглощаться межпластовыми слоями.

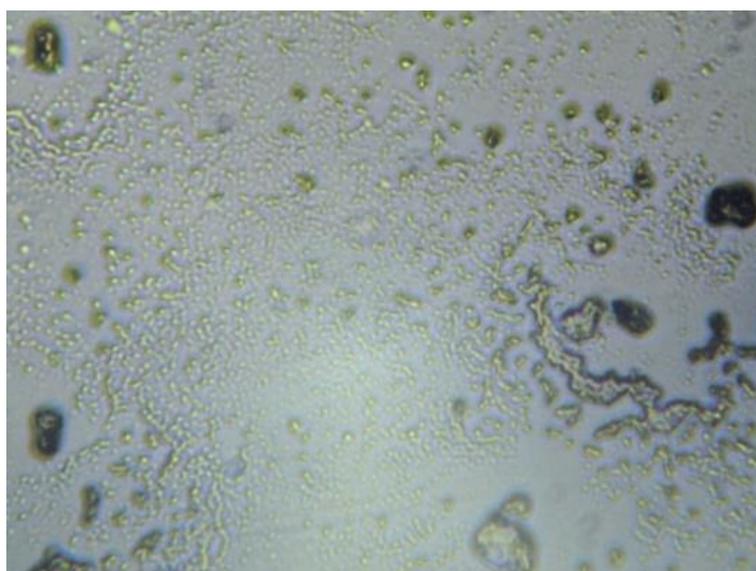


- Эксперименты с кофе

Для эксперимента с кофе мы заварили его, остудили и налили в 2 пробирки. Затем добавили в пробирки образцы 1 и 2 в соотношении 20 мл кофе и 10 мл раствора (0,25 гр. Наноглины). Изменение концентрации примесей сравнивали через изменение оптической плотности. С помощью приборов «L-микро» измерили оптическую плотность исходного и очищенного кофе.



Затем, чтобы изучить структуру, капнули на предметное стекло отдельно кофе. Ниже приведены снимки через оптический микроскоп. Анализ изображений показывает, что средний размер частиц от 1 до 5мкм, но имеются более крупные кластеры размером 10 и 15мкм.



- Эксперименты по очистке от нефтепродуктов

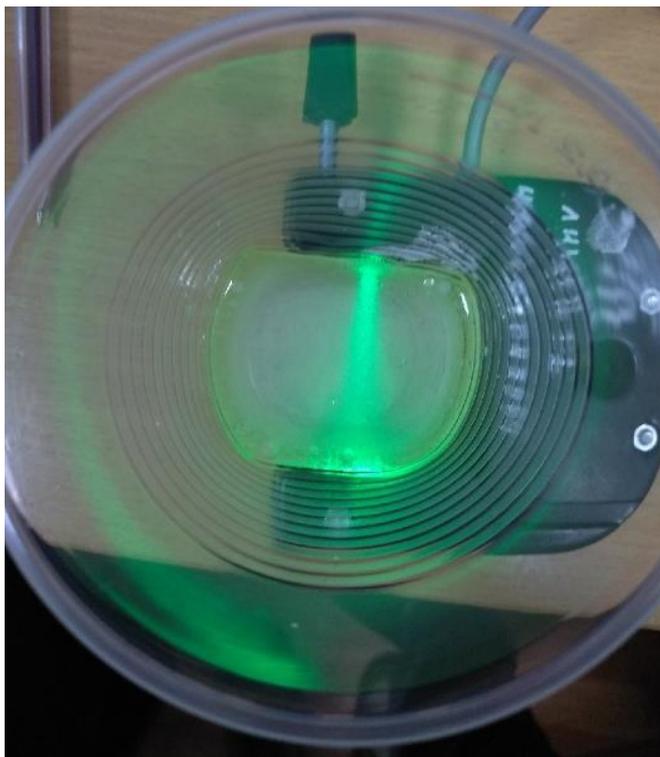
Затем мы провели эксперименты по очистке от нефтепродуктов. Налили в 30 мл воды 2 мл нефтепродуктов, сделали 2 экземпляра. Перед этим мы измерили оптическую плотность воды (0,001), потом измерили слой нефтепродуктов (0,126). После этого мы добавили в 2 пробирки образцы 1 и 2. Результаты измерения показаны в таблице:

*Оптическая плотность нефтепродуктов с наноглиной*

	Нефтепродукты+101 мономет (1 образец)	Нефтепродукты+1Э1 мономет (2 образец)
Сразу после добавления	3	2,5
Спустя 2 мин	1,4	0,39
Спустя 7 мин	1,2	0,22

Исходя из эксперимента, мы поняли, что образец 2 лучше работает с нефтепродуктами. Монамет 101 захватывал маленькие кусочки, а большие оставались наверху. В итоге и с образцом 1, и с образцом 2 смесь загущалась. В отличие от механических примесей, нефтепродукты не оседали на дно вместе с глиной, но под воздействием наноглины на поверхности воды образовались комки нефтепродуктов и глины. Благодаря этому мы можем хорошо убрать комки с нефтепродуктами.

При очистке воды от нефтепродуктов мы наблюдали эффект Тиндаля. Эффект Тиндаля, рассеяние Тиндаля (англ. Tyndall effect) — оптический эффект, рассеивание света при прохождении светового пучка через оптически неоднородную среду.



- Эксперименты по очистке от железа

На следующем этапе исследовали возможность очистки воды от соединений железа. В качестве образца взяли хлорид железа (III). Для того, чтобы проверить очистился ли раствор  $\text{FeCl}_3$ , мы использовали pH-метод и качественные реакции с желтой кровяной солью.

Последовательность измерений:

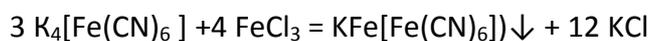
1. pH воды (7)
2. Концентрат  $\text{FeCl}_3$  pH= -0,7
3. 10 мл  $\text{FeCl}_3$  раствора +  $\text{H}_2\text{O}$  pH= 2,7
4. 10мл  $\text{FeCl}_3$ р-р + 4,5 глина 101 pH =5
5. 10мл  $\text{FeCl}_3$ р-р + 4,5 глина 1Э1 pH =5,9
6. 10 мл  $\text{FeCl}_3$ р-р +5мл $\text{H}_2\text{O}$  pH =3
7. 10мл  $\text{FeCl}_3$ р-р +5мл  $\text{H}_2\text{O}$  +5мл  $\text{H}_2\text{O}$  pH =3,2

На следующих рисунках показаны этапы работы:



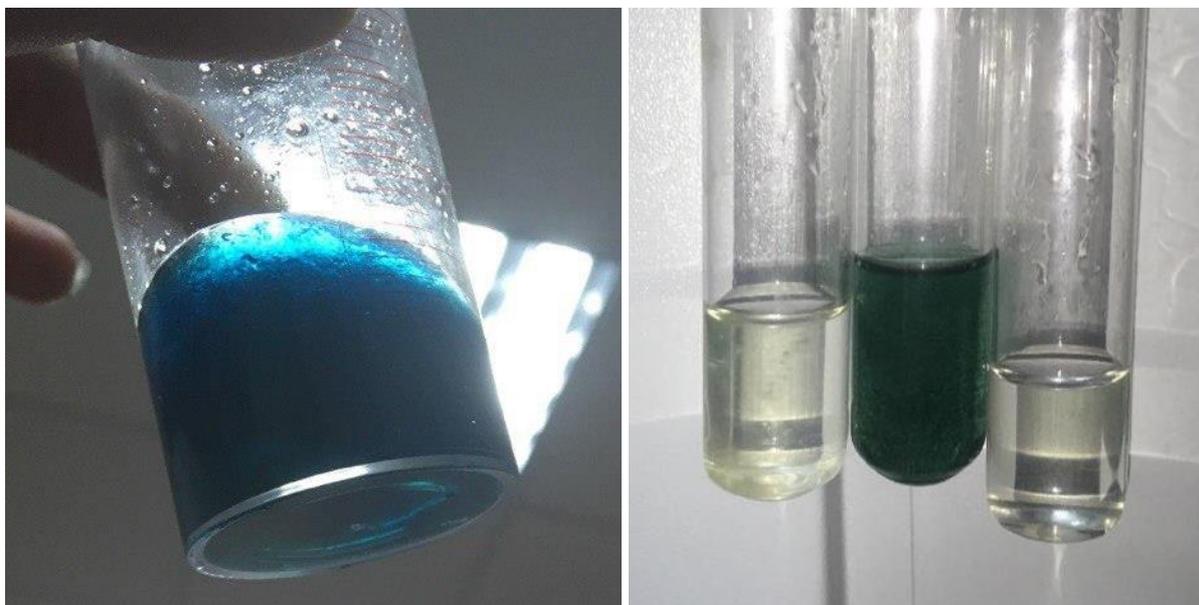
Спустя 24 часа:

В 5 мл уже приготовленного раствора  $\text{FeCl}_3$  добавили 2 мл жёлтой кровяной соли ( $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ). Произошла реакция и раствор приобрел цвет берлинской лазури.

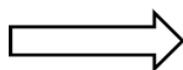


Очищенную жидкость из пробирок двух образцов проверяем на наличие  $\text{FeCl}_3$ .

- 1) 5мл (очищенной жидкости с помощью 101 образца) + 2мл (желтой кровяной соли) = реакция не пошла, раствор не окрасился, что свидетельствует о том, что в данной жидкости не содержится железо.
- 2) 5мл (очищенной жидкости с помощью 1Э1 образца) + 2мл (желтой кровяной соли) = реакция пошла, раствор приобрел ели заметный оттенок зеленого.



pH101=9,1  
pH1Э1=9,9



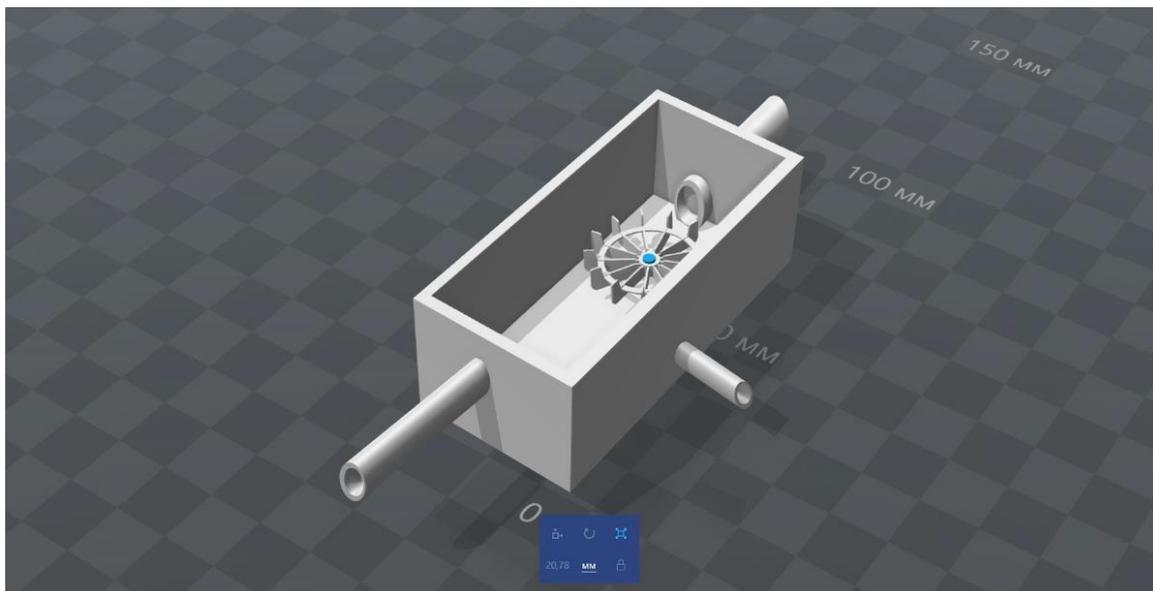
Среда щелочная.

## Выводы, заключение, перспективы

Эксперименты показали, что наноглину можно использовать для комплексной очистки воды на одном из этапов. При этом фильтр из наноглины проявляет абсорбционные свойства, как к механическим примесям, так и к растворенным в воде веществам. В ходе экспериментов выяснилось, что мономет 101 лучше проявляет очищающие свойства к механическим примесям и растворам солей. Размеры фильтруемых механических примесей от наноразмеров до 15 мкм. Более крупные механические примеси очищаются не эффективно. Мономет 1э1 лучше подходит для очистки от нефтепродуктов в следствие своих характеристик.

Дальнейшие исследования в данной работе направлены на улучшения качества очистки через точные расчеты концентрации глины и возможность многократного использования готового раствора смеси. В ходе экспериментов было доказано, что эффективность очистки зависит от частого перемешивания раствора наноглины на первом этапе и отстаивания результатов очистки на дне резервуара.

В качестве фильтрующего элемента мы предлагаем модель, представляющую собой контейнер, заполненная суспензией наноглины. По трубе 1 под давлением поступает очищаемая жидкость, которая вращает колесо для лучшего перемешивания с раствором глины. После достижения нужного уровня трубы вода отстаивается. И затем сливается через трубу 3. Отходы от очистки убирают через трубу 2.



## Список цитированных источников

1. L-micro.ru
2. Учебник Химия 9 класс О.С. Габриелян 2013
3. <http://www.metaclay.ru/>
4. <http://e-plastic.ru>
5. <http://kristallov.net/montmorillonit.html>
6. <https://natural-museum.ru/mineral/монтмориллонит>
7. <http://www.rusnanonet.ru/download/presentation/presentation.metaclay.pdf>
8. <http://www.rusnano.com/about/press-centre/news/75760>
9. <http://www.rusnano.com/about/press-centre/76361>