

7universum.com  
**UNIVERSUM:**  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## **UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Научный журнал  
Издается ежемесячно с декабря 2013 года  
Является печатной версией сетевого журнала  
Universum: технические науки

Выпуск: 8(113)

Август 2023

Часть 3

Москва  
2023

|                                                                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Содержание</b>                                                                                                                                               |           |
| <b>Статьи на русском языке</b>                                                                                                                                  | <b>4</b>  |
| <b>Технология продовольственных продуктов</b>                                                                                                                   | <b>4</b>  |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНОВ В РАЗЛИЧНЫМ СПОСОБАМИ СУШЕНЫХ ПЛОДАХ ХУРМЫ                                                                                    | 4         |
| Дадаев Гани Тошходжаевич                                                                                                                                        |           |
| АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПРЕССОРОВ С ПОСТОЯННОЙ И ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ                                        | 7         |
| Ермаков Дамир Радикович                                                                                                                                         |           |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ, ЗАТРАЧИВАЕМОЙ НА РАБОТУ ЗУБЧАТЫХ ВАЛОВ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СУХОФРУКТОВ                                                               | 10        |
| Хуррамов Акбар Илхомович                                                                                                                                        |           |
| Абдурайимов Собиржон Сайипжонович                                                                                                                               |           |
| <b>Химическая технология</b>                                                                                                                                    | <b>13</b> |
| ИК-СПЕКТР И ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИНТЕЗИРОВАННОГО ПИГМЕНТА ФТАЛОЦИАНИНА НАТРИЯ                                                                                    | 13        |
| Мирзаева Феруза Джумаевна                                                                                                                                       |           |
| Тураев Хайит Худайназарович                                                                                                                                     |           |
| Умбаров Ибрагим Амонович                                                                                                                                        |           |
| Файзиев Жаҳонгир Баҳромович                                                                                                                                     |           |
| ИЗОТЕРМЫ СОРБЦИИ ИОНА МЕДИ (II) В СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ КАРБАМИДА, ФОРМАЛЬДЕГИДА И ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ                                              | 18        |
| Абдувалиева Мукаддам Жуманазаровна                                                                                                                              |           |
| Тураев Хайит Худайназарович                                                                                                                                     |           |
| Касимов Шерзод Абдузаирович                                                                                                                                     |           |
| ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МАССОВОГО СООТНОШЕНИЯ ИСХОДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА СВОЙСТВА ХЕЛАТНОЙ МЕДИ EDTA И ЕЁ АПРОБАЦИЯ НА РАННИХ ПОСЕВАХ ХЛОПЧАТНИКА СОВМЕСТНО С ГУМАТОМ КАЛИЯ | 21        |
| Бабасодиков Шукрулло Сайфуллоевич                                                                                                                               |           |
| Эркаев Актам Улашевич                                                                                                                                           |           |
| Шарипова Хабиба Тешаевна                                                                                                                                        |           |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ДЕПРЕССОРНЫМИ ПРИСАДКАМИ                                                                             | 27        |
| Вафаев Ойбек Шукурлаевич                                                                                                                                        |           |
| Таджиходжаев Зокирходжа Абдусатторович                                                                                                                          |           |
| Джалилов Абдулахат Турапович                                                                                                                                    |           |
| ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НЕФТЕПРОВОДОВ С УЧЕТОМ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА                                                                                                     | 31        |
| Коннов Дмитрий Владимирович                                                                                                                                     |           |
| ПАВ НА ОСНОВЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ СОЛЕЙ АММОНИЯ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ПОРИСТАЯ СТРУКТУРА                                                | 36        |
| Нажимова Нурсулыу Базарбаевна                                                                                                                                   |           |
| Сейтназарова Оксана Муратбаевна                                                                                                                                 |           |
| Абдикамалова Азиза Бахтияровна                                                                                                                                  |           |
| КИНЕТИКА ПСЕВДОПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА АБСОРБЦИИ КАТИОНА МЕДИ (II) НА ИОНИТЕ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА                                                            | 42        |
| Турсунмуратов Обид Хамзаевич                                                                                                                                    |           |
| Бекчанов Давронбек Жумаазарович                                                                                                                                 |           |
| ТЕХНОЛОГИЯ АЗОТНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ФОСФОРИТОВ                                                                                | 46        |
| Умаралиева Мухсина Джураевна                                                                                                                                    |           |
| Дехканов Зулфикахар Киргизбаевич                                                                                                                                |           |
| Хошимханова Мухайё Абраловна                                                                                                                                    |           |
| ТЕХНОЛОГИЯ СОЛЯНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ АЛЮМОСИЛИКАТОВ                                                                                                           | 51        |
| Шамшидинов Исраилжон Тургунович                                                                                                                                 |           |
| Мамаджанов Зокиржон Нематжанович                                                                                                                                |           |

**КИНЕТИКА ПСЕВДОПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА АБСОРБЦИИ КАТИОНА МЕДИ (II)  
НА ИОНИТЕ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА****Турсунмуратов Обид Хамзаевич**

докторант,

Чирчикского государственного педагогического университета,

Республика Узбекистан, г. Чирчик

E-mail: [tursunmuratovobid6@gmail.com](mailto:tursunmuratovobid6@gmail.com)**Бекчанов Давронбек Жумазарович**

д-р хим. наук, проф.,

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: [bekchanov100987@mail.ru](mailto:bekchanov100987@mail.ru)**PSEUDO FIRST AND SECOND ORDER KINETICS OF COPPER (II) CATION ABSORPTION  
ON VERMICULITE BASED IONITE****Obid Tursunmuratov**

Doctoral student,

Chirchik State Pedagogical University,

Republic of Uzbekistan, Chirchik

**Davronbek Bekchanov**

Doctor of chemical sciences, professor,

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,

Republic of Uzbekistan, Tashkent

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье изучена сорбция ионов меди(II) из искусственных растворов ионитов на основе вермикулита при температурах 293, 303 и 313 К, до состояния сорбционного равновесия (от 30 минут до 24 часов) и при их различных концентрациях, а коэффициент корреляции кинетической модели псевдопервого порядка был связан с  $\text{Cu}^{2+}$  ( $R^2=0,788-0,936$ ), коэффициент корреляции кинетической модели псевдовторого порядка был определен равным для  $\text{Cu}^{2+}$  ( $R^2=0,682-0,701$ ).

**ABSTRACT**

In this paper, the sorption of copper(II) ions from artificial solutions to vermiculite-based onite was studied at temperatures of 293, 303, and 313 K, until the sorption equilibrium state (from 30 minutes to 24 hours) and at different concentrations, and the correlation coefficient of the pseudo-first-order kinetic model was related  $\text{Cu}^{2+}$  ( $R^2=0.788-0.936$ ), the correlation coefficient of the pseudo-second order kinetic model  $\text{Cu}^{2+}$  ( $R^2=0.682-0.701$ ) was determined to be equal.

**Ключевые слова:** Вермикулит, ионы меди(II), ионит, ИК-спектр, кинетика псевдопервой и псевдовторой, коэффициент корреляции, кинетика.

**Keywords:** Vermiculite, copper(II) ions, ionite, IR spectrum, pseudo first and second, correlation coefficient, spectrophotometer, kinetics.

**Введение**

В результате загрязнения вод, которые с годами становятся глобальной проблемой с развитием отраслей промышленности, эффективное использование имеющихся водных ресурсов становится требованием времени. Существует множество способов решения этой проблемы, и наиболее технологически и экономически эффективным способом является обработка воды ионообменными материалами. С учетом этого получение ионообменных композиционных материалов на основе вермикулита является экономически и технологически эффективным и считается

одним из актуальных вопросов. Вермикулит – природный минерал, который можно использовать во многих областях, его используют как изолятор, добавку в бетон и штукатурку, носитель удобрений и адсорбент. Кроме того, глинистые минералы изучались как адсорбирующие материалы для удаления тяжелых металлов из промышленных и городских сточных вод. В Италии вермикулит используют для обработки, загрязненной металлами почвы, собранной с загрязненного участка, экстрактами выщелачивания [1].

Библиографическое описание: Турсунмуратов О.Х., Бекчанов Д.Ж. КИНЕТИКА ПСЕВДОПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА АБСОРБЦИИ КАТИОНА МЕДИ (II) НА ИОНИТЕ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 8(113). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15899>

Состав вермикулита варьируется в зависимости от его геологических условий. Анализ химического состава образцов вермикулита, отобранных из различных шахт, различными методами атомно-адсорбционной спектроскопии, электронной

микросонографии и рентгенофлуоресцентного анализа В таблице 1 приведен химический состав различных образцов вермикулита [2].

Таблица 1.

ИК-спектр нового ионита на основе вермикулита

| №  | Название стран  | Элементный состав (массовая доля, %) |      |                                |                                |                                |      |      |      |      |     |                   |                  |
|----|-----------------|--------------------------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-----|-------------------|------------------|
|    |                 | SiO <sub>2</sub>                     | TiO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | NiO  | CaO | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O |
| 1. | Мадагаскар      | 44.5                                 | 0.69 | 14.7                           | -                              | 2.6                            | -    | 0.07 | 33.7 | -    | -   | -                 | -                |
| 2. | Колумбия        | 45.4                                 | 0.73 | 13.0                           | -                              | 6.9                            | 1.2  | 0.11 | 24.1 | -    | 2.8 | 0.2               | 0.6              |
| 3. | Бразилия        | 39.9                                 | 1.12 | 9.27                           | 0.06                           | -                              | 6.6  | 0.04 | 25.4 | 0.02 | 0.2 | 0.04              | 3.5              |
| 4. | Восточный Китай | 43.2                                 | 1.01 | 11.8                           | 0.16                           | -                              | 4.2  | 0.01 | 24.2 | 0.04 | 0.4 | 0.7               | 7.4              |
| 5. | Южный Китай     | 36.6                                 | 1.16 | 13.9                           | 0.03                           | -                              | 14.2 | 0.12 | 14.5 | 0.06 | 1.1 | 0.6               | 6.4              |
| 6. | Египет          | 39.1                                 | 1.21 | 12.2                           | 0.25                           | 1.54                           | 8.36 | -    | 22.0 | -    | 0.5 | -                 | 10.3             |

Ионит с высокими сорбционными свойствами был синтезирован путем модификации вермикулитового минерала полиэтиленполиамином. Анализ

ИК-спектра этого композиционного материала из вермикулита и полиэтиленполиамины показан на рисунке 1 ниже.

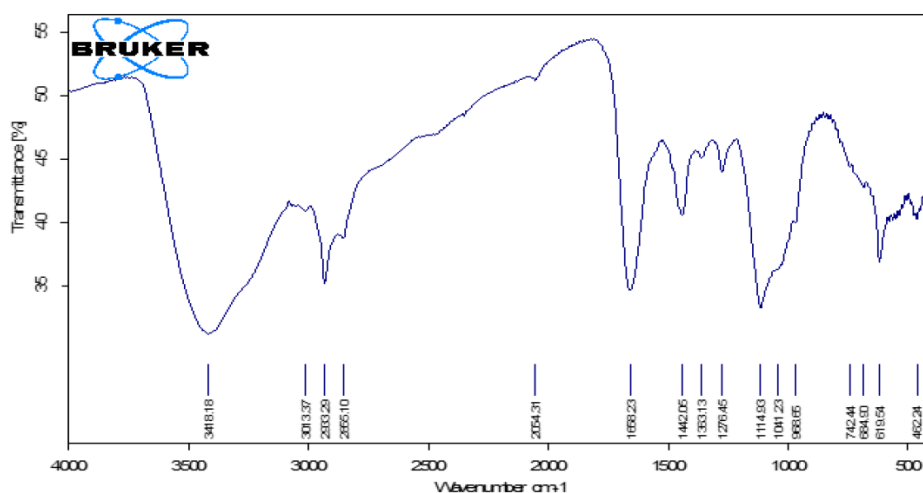


Рисунок 1. ИК-спектр сорбента получен в присутствии вермикулита и полиэтиленполиамины

Композит из вермикулита и полиэтиленполиамины Рис. 1 На изображении ИК-спектра видно, что пик поглощения при 2933,99 см<sup>-1</sup> и 2855,10 см<sup>-1</sup> –CH<sub>2</sub>– соответствует симметричной и асимметричной группе, и это органическое соединение между слоями вермикулита, что он поступил и был получен органический вермикулит. В районе 3013,37 см<sup>-1</sup> находится линия поглощения групп –NH<sub>2</sub>–, что свидетельствует о том, что это группа –NH<sub>2</sub>– в органическом соединении полиэтиленполиамины.

#### Объект исследования и методология

В данной научной работе изучалась кинетика сорбции ионов Cu<sup>2+</sup> ионообменником на основе вермикулита в искусственных растворах, кристаллогидрате соли CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O и дистиллированной воде, содержащей различные концентрации ионов Cu<sup>2+</sup> 0,01, 0,0125, 0,025 и 0,05 моль/л. были приготовлены

растворы. Исследовали сорбцию этих ионов (100 мл) при температурах 293, 303 и 313 К до достижения равновесия (from 30 min to 1440 min). (с использованием спектрофотометра EMC-30PC-UV) (Cu<sup>2+</sup> при длине волны 800 нм) [3].

#### Кинетические модели сорбции псевдопервого и второго порядка

В работе использовались следующие кинетические модели.

##### Кинетическая модель псевдопервого порядка

Кинетическая модель псевдопервого порядка представлена следующим уравнением Лагергрена:

$$\log[Q_e - Q_t] = \log Q_e - [K_1 \cdot T / 2,303]$$

В этом уравнении:  $Q_t$  и  $Q_e$  — количество металла, сорбированного сорбентом в данный момент времени и при равновесии (мг/г).  $K_1$  — константа скорости (мин<sup>-1</sup>) процесса сорбции первого порядка, а угловая величина наклона точки пересечения на линейной зависимости  $\log [Q_e - Q_t]$  и  $T$  от времени равна  $-K_1/2,303$  [4].

#### Кинетическая модель псевдотортого порядка

Кинетическая модель псевдотортого порядка представлена следующим уравнением.

$$t / Q_t = [1 / K_2 \cdot Q_e^2] + [1 \cdot T / Q_e]$$

Начальная скорость сорбции ( $t=0$ ) находится следующим образом:

$$H = K_2 \cdot Q_e^2$$

В приведенных уравнениях  $K_2$  — константа скорости,  $Q_e$  — количество ионов металлов, поглощенных определенной массой сорбента (мг/г), время  $T$  (минуты) [5].

#### Анализ и результаты

Константы скорости ( $K_1$  и  $K_2$ ) и коэффициенты корреляции ( $R^2$ ), полученные по двумерной картине кинетики процесса сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$  на ионите на основе вермикулита, представлены в табл. 1.

Анализ псевдокинетических моделей сорбции первого и второго порядка

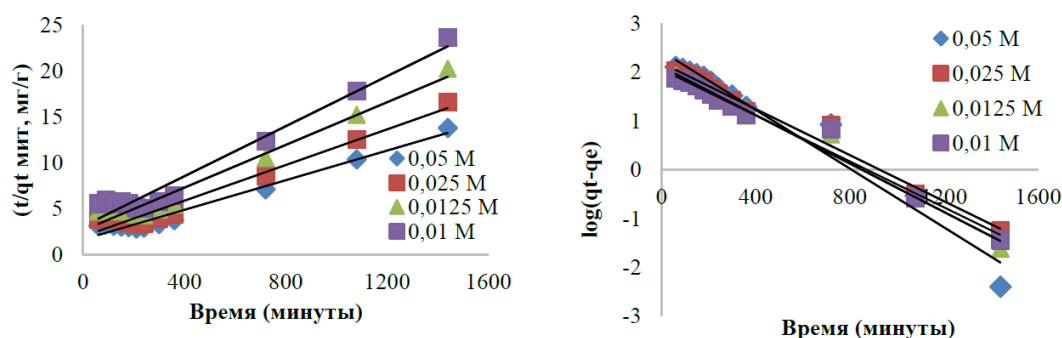


Рисунок 2. Кинетическая модель псевдопервого и второго порядка сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$  на ионите на основе вермикулита

Таблица 2.

Кинетические параметры и энергия активации сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$  на ионите на основе вермикулита

| Сорбент                   | Металлы          | Начальная<br>молярная<br>конц.<br>(моль/литр)          | Псевдопервый порядок                                              |                                        |                | Псевдвторой порядок                                               |                                                                |                |                                |
|---------------------------|------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------|
|                           |                  |                                                        | Равновесное<br>количество<br>адсорбции<br>Qe(мг·г <sup>-1</sup> ) | K <sub>1</sub><br>(мин <sup>-1</sup> ) | R <sup>2</sup> | Равновесное<br>количество<br>адсорбции<br>Qe(мг·г <sup>-1</sup> ) | K <sub>2</sub><br>(г·мг <sup>-1</sup> ·<br>мин <sup>-1</sup> ) | R <sup>2</sup> | E <sub>a</sub><br>кДж/<br>моль |
| 1                         | 2                | 3                                                      | 4                                                                 | 5                                      | 6              | 7                                                                 | 8                                                              | 9              | 10                             |
| Ионит, получен-<br>ный на | Cu <sup>2+</sup> | 0,0125                                                 | 94,6                                                              | 0,007                                  | 0,788          | 80                                                                | 0,0058                                                         | 0,682          | 20.7                           |
|                           |                  | 0,025                                                  | 122,8                                                             | 0,007                                  | 0,894          | 102,5                                                             | 0,0065                                                         | 0,693          |                                |
|                           |                  | 0,05                                                   | 148,2                                                             | 0,008                                  | 0,851          | 128,5                                                             | 0,00752                                                        | 0,696          |                                |
|                           |                  | 0,1                                                    | 166,3                                                             | 0,009                                  | 0,936          | 138,1                                                             | 0,0076                                                         | 0,701          |                                |
|                           |                  | Средние K <sub>1</sub> и K <sub>2</sub> 0,0079 0,00698 |                                                                   |                                        |                |                                                                   |                                                                |                |                                |

В этих кинетических исследованиях были рассчитаны константы скорости псевдопервого и псевдотортого порядка кинетических моделей сорбции ионов  $\text{Cu}^{2+}$  из искусственных растворов ионитом на основе вермикулита. В исследованиях видно, что поглощение ионов ионитом подчиняется

кинетической модели псевдопервого порядка, а коэффициент корреляции кинетической модели псевдопервого порядка составляет  $\text{Cu}^{2+}$  ( $R^2=0,788-0,936$ ), а коэффициент корреляции кинетической модели псевдотортого порядка значения  $\text{Cu}^{2+}$  ( $R^2=0,682-0,701$ ) оказались равными. Это указывает

на то, что на сорбцию ионов  $\text{Cu}^{2+}$  ионитом, полученным на основе вермикулита, влияли как ионы металла, так и аминогруппа в составе сорбента. Также изменение значения константы адсорбции в растворах под влиянием температуры выражалось уравнением Аррениуса:

$$\ln K_2 = \ln A_0 - [E_a / RT]$$

Здесь:  $A_0$  — экспоненциальный фактор,  $E_a$  — энергия активации,  $K_2$  (г/мг мин) — кинетическая константа псевдвторого порядка при различных температурах [6,7].

### Выводы

Исследования показывают, что поглощение ионов  $\text{Cu(II)}$  ионитом гасится в соответствии с кинетической моделью псевдопервого порядка, а коэффициент корреляции кинетической модели псевдопервого порядка составляет  $\text{Cu}^{2+}$  ( $R^2=0,788-0,936$ ), псевдо - кинетической модели второго порядка соответственно. Определено, что коэффициент корреляции упорядоченной кинетической модели для  $\text{Cu}^{2+}$  ( $R^2=0,682-0,701$ ) равен. Можно сделать вывод, что новый ионит поглощал ионы  $\text{Cu}^{2+}$  путем химической сорбции, а отсюда можно сделать вывод, что ионы  $\text{Cu}^{2+}$  высоко сорбируются новым азотсодержащим ионитом на основе вермикулита.

### Список литературы:

1. Obid T., Murod J., Davronbek, B., & Mukhtarjon, M. (2022). KINETICS AND ISOTHERM OF  $\text{Cu}^{2+}$  ION SORPTION ON A NEW SORBENT OBTAINED ON THE BASIS OF VERMICULITE. *Universum: технические науки*, (12-7 (105)), 44-48.
2. Турсунмуратов О.Х. (2023). АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛЬНОГО ВЕРМИКУЛИТА. *Academic research in educational sciences*, 4(5), 5-10.
3. Турсунмуратов О.Х., Турғун Ф., & Хуррамова К. (2023). КИНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПСЕВДОПЕРВОГО И ПСЕВДОВТОРОГО ПОРЯДКА СОРБЦИИ ИОНОВ НИКЕЛЯ (II) НА ИОНИТЕ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА. *Academic research in educational sciences*, 4(1), 413-421.
4. Курбанов Х.Г., Ахмедова Н.Н., Сагдиев Н.Ж., Турсунмуратов О.Х., & Бекчанов Д.Ж. (2020). Модификация гиауринозой кислоты. *Universum: химия и биология*, (10-1 (76)), 32-36.
5. Tursunmuratov O.X. (2022). Сорбция промежуточных ионов металлов на ионите на основе вермикулита в статических условиях. *Science and Education*, 3(12), 182-188.
6. Кутлимуратов Н.М., Турсунмуратов О.Х., Бекчанов Д.Д.Ж. (2020). Физико-химические свойства аннионита на основе поливинилхлоридного пластика. *Научный вестник СамДУ Самарканд*, 5, 22-26.
7. Obid T., & Davronbek B. (2023, June). анализ кинетики абсорбции катионов меди (ii) на ионите на основе Вермикулита. In *International Scientific and Current Research Conferences* (pp. 53-58).