

Статья поступила в редакцию: 21.08.2026

Статья принята к публикации: 27.08.2026

Статья опубликована: 28.09.2026

УДК 547.26+661.7

Синтез метилольных производных сульфаниламида и изучение влияющих факторов

Рамазонов Бахром Гафурович

доц. кафедры

Химическая технология Бухарский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Бухара

E-mail: ramazonov_baxrom@bstu.uz

Каландарова Замира Давроновна

соискатель кафедры

Химическая технология Бухарский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Бухара

Гафуров Собир Бахром угли

студент

Бухарский государственный университет

Республика Узбекистан, г. Бухара

Synthesis of methylol derivatives of sulfanilamide and study of influencing factors

Ramazonov Bakhrom Gafurovich

Associate Professor

Department of Chemical Technology, Bukhara State Technical University

Republic of Uzbekistan, Bukhara

Kalandarova Zamira Davronovna

postgraduate Student

Department of Chemical Technology

Republic of Uzbekistan, Bukhara

Gafurov Sobir Bakhrom ugli

student, Chemical Direction, Bukhara State University

Republic of Uzbekistan, Bukhara

Аннотация

Актуальной на сегодняшний день во всем мире становится синтезирование биологически активных соединений, потребность к которым растет с каждым днем, веществам обладающим физиологической и антибактериальной активностью. В связи с чем в современной науке появляется возможность проводить масштабные исследования синтеза

Библиографическое описание: Рамазонов Б.Г., Каландарова З.Д., Гафуров С.Б.У. Синтез метилольных производных сульфаниламида и изучение влияющих факторов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 9(150). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23365>

веществ с вышеуказанными свойствами, изучать их важные физико-химические свойства и антибактериальную активность. В статье рассматривается актуальность синтеза новых, биологически активных соединений, а точнее производных сульфаниламида, синтез его метилольных соединений, получающихся с помощью его реакции с формальдегидом, условия проведения данного синтеза, влияние различных факторов на течении и выход реакции, влиянии мольных соотношений реагентов и температуры процесса. В статье также приводятся на основе проведенных опытов полученные данные об оптимальной температуре реакций метилолирования, выход продукта реакции. Целью данного исследования является исследование метилольных производных сульфаниламида, изучение процесса синтеза моно-, ди-, три- и тетраметилольных производных сульфаниламида, а также изучение влияния мольных соотношений реагентов, pH - среды и температуры реакции на состав получаемых продуктов.

На основе полученных данных составлены корреляционная взаимосвязь выхода продукта с температурой проведения реакции, а также регрессивные уравнения процессов.

Abstract

The synthesis of biologically active compounds, substances possessing physiological and antibacterial activity, is becoming increasingly important worldwide. The demand for these compounds is growing daily. Therefore, modern science now has the opportunity to conduct large-scale studies into the synthesis of substances with the above-mentioned properties, studying their important physicochemical properties and antibacterial activity. This article discusses the relevance of synthesizing new, biologically active compounds, or more precisely, sulfanilamide derivatives, the synthesis of its methylol compounds obtained through its reaction with formaldehyde, the conditions for this synthesis, the influence of various factors on the course and yield of the reaction, and the influence of the molar ratios of the reactants and the process temperature. The aim of this study is to investigate methylol derivatives of sulfanilamide, study the synthesis process of mono-, di-, tri-, and tetramethylol derivatives of sulfanilamide, and examine the influence of reactant molar ratios, pH, and reaction temperature on the composition of the resulting products.

Based on the data obtained, a correlation between product yield and reaction temperature was developed, as well as regression equations for the processes.

Ключевые слова: сульфаниламид, формальдегид, метилольные производные сульфаниламида, антибактериальная активность.

Keywords: sulfanilamide, formaldehyde, methylol derivatives of sulfanilamide, antibacterial activity.

Введение

На сегодняшний день во всем мире с каждым днем растет интерес к веществам, обладающим физиологической и антибактериальной активностью. В связи с чем в современной науке появляется возможность проводить масштабные исследования синтеза веществ с вышеуказанными свойствами, изучать их важные физико-химические свойства и антибактериальную активность [2, 6, 8, 11]. В этом отношении сульфаниламид и его

производные, которые мы изучаем, также являются достаточно активными веществами с точки зрения вышеупомянутых свойств. К настоящему времени синтезировано множество соединений и производных сульфаниламида, представляющих собой производные бензольного ядра или функциональных групп, связанных с бензольным ядром, и большинство из них нашли применение в различных областях [3, 9, 10]. Важное практическое значение производных сульфаниламида заключается в синтезе новых производных, изучении их свойств и в конечном итоге, в их применении на практике [1, 4, 5, 7]. Целью данного научного исследования является синтез метилольных производных сульфаниламида, изучение влияющих факторов на состав получаемых продуктов а также изучение зависимости биологической активности веществ от их строения.

Методы исследования

Синтез производных метилола сульфаниламида проводили в трехгорловой колбе. Для проведения синтеза колба была снабжена термометром, капельной воронкой и магнитной мешалкой. В колбу, снабженную описанным выше способом, помещали расчетное количество 37,5 % -ного водного раствора формальдегида (формалина). Для поддержания pH – среды слабо щелочной с помощью капельной воронки, перемешивая раствор в колбе, добавляли 2 – 3 капли предварительно приготовленного 1М раствора гидроксида натрия NaOH. Образовавшуюся в колбе смесь перемешивали магнитной мешалкой до достижения температуры 25 – 60°C. С помощью индикатора определяли и поддерживали около pH = 7,5 – 7,8. После перемешивания раствора в течение 5 – 10 минут, постепенно, при перемешивании, добавляли предварительно рассчитанное количество сульфаниламида относительно количества молей формальдегида в растворе. При этом было замечено, что прозрачный раствор сначала помутнел, а затем снова стал прозрачным (вследствие полного растворения сульфаниламида). Перемешивание продолжали в течение 35 – 40 минут при интервале температуре 55 – 60°C, и добавляли 1 – 2 капли концентрированного раствора серной кислоты H₂SO₄ для доведения pH среды до 6,5 – 6,8. При этом происходит с легка помутнение раствора. В параллельном опыте при небольшом увеличении количества серной кислоты в смеси образовалась нерастворимая в воде полимерная масса. Это можно объяснить тем, что производное метилола, образующееся в результате реакции сульфаниламида с формальдегидом, полимеризуется в кислой среде, образуя метиленовые связи вдоль поперечной цепи или основание Шиффа с выделением молекул воды. Полученное вещество нерастворимо в воде, но растворимо в горячем этиловом спирте и других органических растворителях.

Обсуждение результатов

В процессе синтеза метилольных производных сульфаниламида криоскопическим методом было установлено, что связанные с процессом показатели, включая выход реакции и молекулярные массы синтезированных веществ, изменяются в зависимости от соотношения исходных реагентов (молей), взятых для реакций.

Нетрудно предположить, что состав и структура продукта, образующегося в реакции сульфаниламида с формальдегидом, будут изменяться в зависимости от молярных соотношений исходных реагентов. В связи с этим молярные соотношения сульфаниламида к формальдегиду были выбраны в соответствии с экспериментальными вариантами, и изучена взаимосвязь между влиянием температуры реакции на выход конечного продукта (табл.1 – 4).

Таблица 1.

Выходы продуктов и молекулярные массы при молярном соотношении сульфаниламида к формальдегиду 1:1

№	температура, °C	выход продукта, %	Молекулярная масса
1	25-30	79	202
2	35-40	84,4	202
3	45-50	87,6	202
4	55-60	97,3	202
5	65-70	95	202

Таблица 2.

Выходы продуктов и молекулярные массы при молярном соотношении сульфаниламида к формальдегиду 1:2

№	температура, °C	выход продукта, %	Молекулярная масса
1	25-30	81,2	232
2	35-40	88	232
3	45-50	93,3	232
4	55-60	98,8	232
5	65-70	97,7	232

Таблица 3.

Выходы продуктов и молекулярные массы при молярном соотношении сульфаниламида к формальдегиду 1:4

№	температура, °C	выход продукта, %	Молекулярная масса
1	25-30	83	292
2	35-40	87,6	292
3	45-50	94,4	292
4	55-60	97,7	292
5	65-70	96,8	292

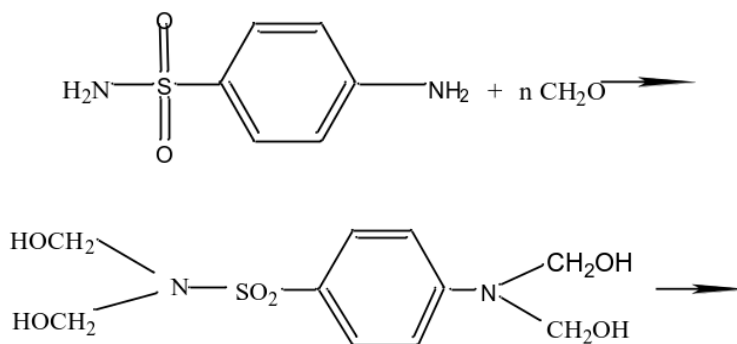
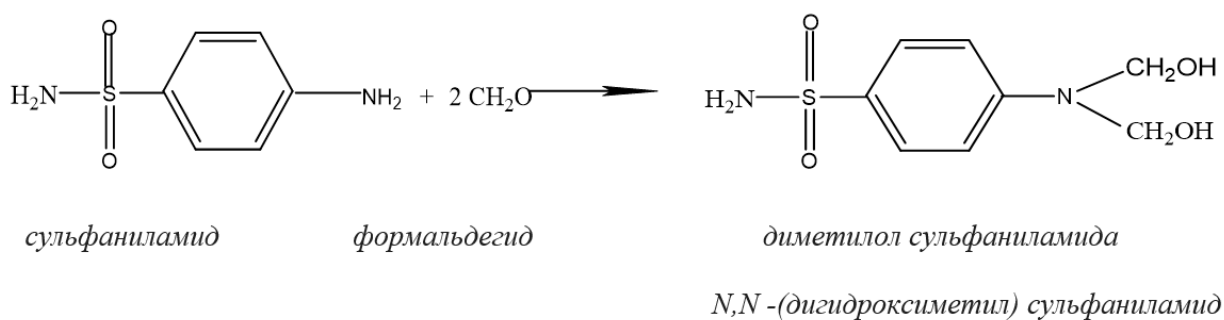
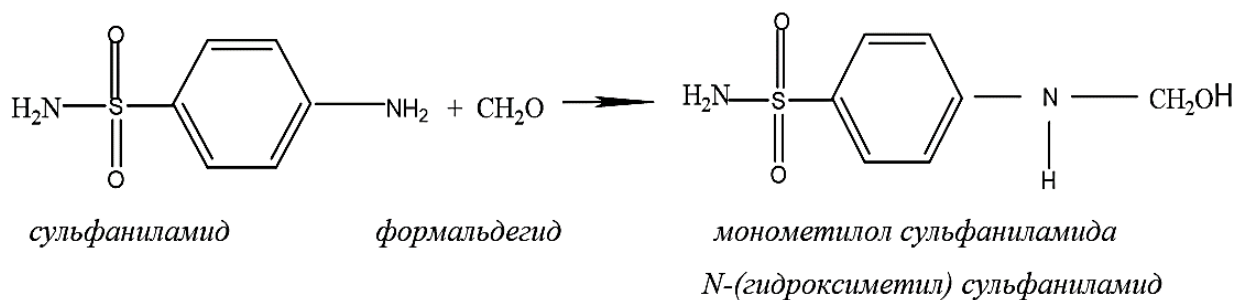
Таблица 4.

Выходы продуктов и молекулярные массы при молярном соотношении сульфаниламида к формальдегиду 1:n (n>4)

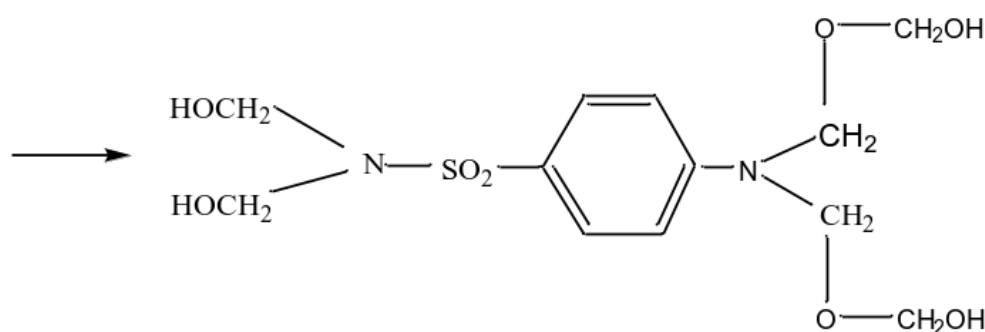
№	Harorat, °C	Unum, %	Molekulyar massa
1	25-30	86,3	322
2	35-40	90,4	352
3	45-50	93	382

№	Температура, °C	Выход, %	Молекулярная масса
4	55-60	94,6	412
5	65-70	94,1	412

Уравнение химической реакции для молярного соотношения сульфаниламида к формальдегиду 1:1 можно выразить следующим образом:



Если этот процесс будет продолжен таким образом, то метилольные группы реагируют с формальдегидом, образуя метоксигруппы:



Как известно, одним из важных факторов, обеспечивающих протекание реакций в той или иной степени, является температура. Учитывая это, была изучена зависимость выхода реакции от температуры в процессе получения метилольных производных сульфаниламида из сульфаниламида и формальдегида. На основе полученных результатов были построены графики, выражающие взаимосвязь между этими двумя величинами, и одновременно выведены уравнения регрессии зависимости между значениями этих двух величин (рис.1 – 4).

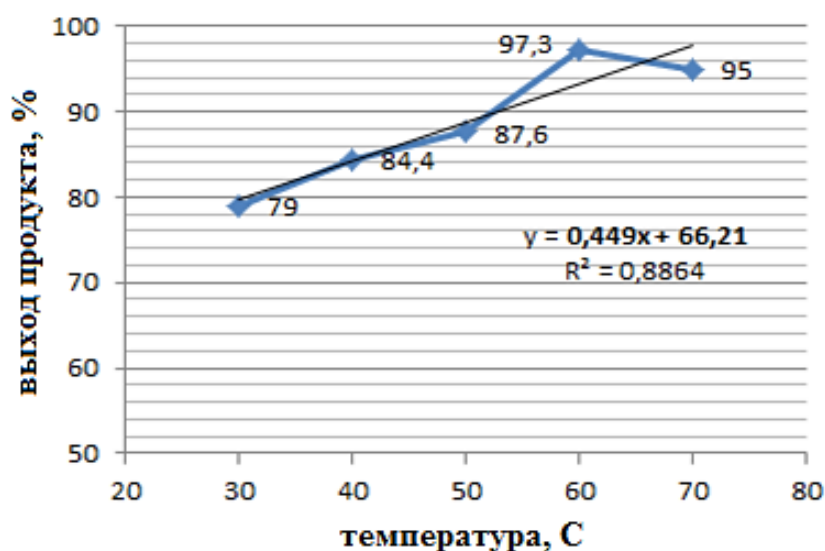


Рисунок 1. Зависимость выхода продукта от мольного соотношения сульфаниламида к формальдегиду (1:1) и от температуры

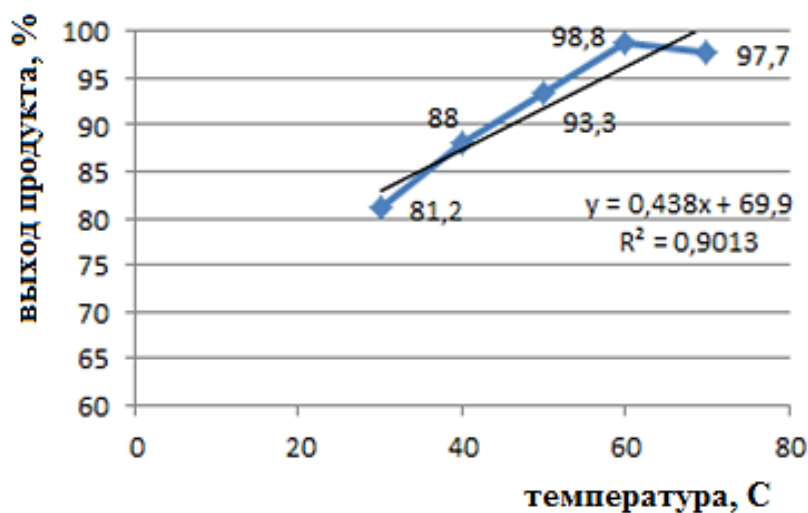


Рисунок 2. Зависимость выхода продукта от мольного соотношения сульфаниламида к формальдегиду (1:2) и от температуры

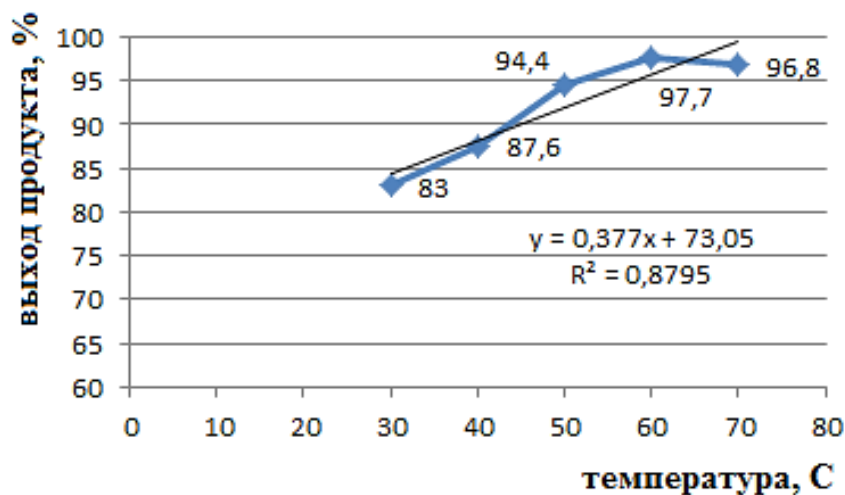


Рисунок 3. Зависимость выхода продукта от мольного соотношения сульфаниламида к формальдегиду (1:4) и от температуры

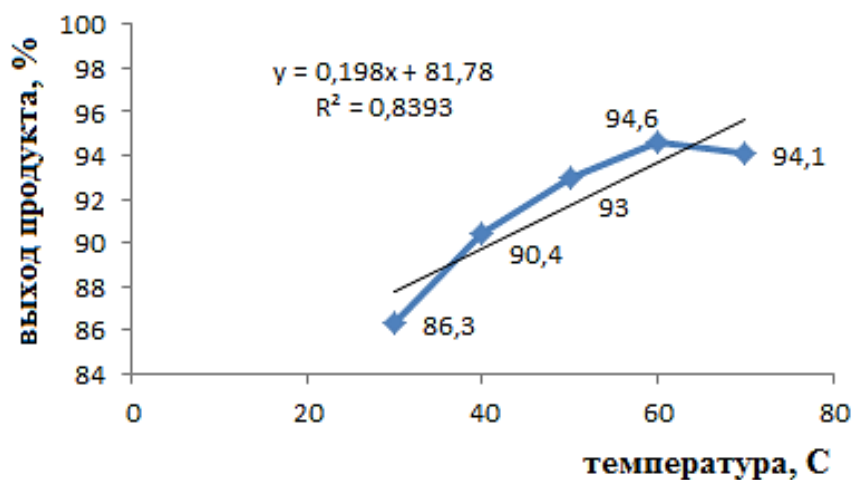


Рисунок 4. Зависимость выхода продукта от мольного соотношения сульфаниламида к формальдегиду (1:n) и от температуры

Как видно из рисунков, выход и состав продукта реакции образования моно-, ди-, три- и тетраметилольных производных сульфаниламида непосредственно зависит от мольных соотношений реагентов, а также pH - среды и температуры реакции.

Заключение

Из полученных данных опытов можно сделать вывод, что оптимальным (выход продукта реакции составляет от 94,6 до 98,8 %) условием проведения синтеза метилольных производных сульфаниламида является интервал температуры 55 – 60°C, pH = 7,5 – 7,8 в начале и pH = 6,5 – 6,8 в конце процесса при продолжительности процесса 45 – 50 минут.

Список литературы

1. Альсугайер А. и др. Синтез, структурный анализ и антибактериальная активность новых сильнодействующих производных сульфонида // Журнал биоматериалов и нанобиотехнологий. – 2011. – Т. 2, № 2.
2. Аскар Ф.В. и др. Синтез и оценка биологической активности новых производных сульфонида // Иракский научный журнал. – 2021.
3. Ван Дж. и др. Разработка и синтез сульфаниламид-аминофосфонатов в качестве новых антибактериальных средств против *Escherichia coli* // Китайский химический журнал. – 2021. – Т. 39, № 8.
4. Деодхар М.Н., Хопаде П.Л., Варат М.Г. Научная статья. Ингибиторы β -карбоангидразы на основе сульфониамидов: 2D QSAR-исследование. – 2013.
5. Елинский Т., Пшибылек М., Цисевский П. Преимущество растворимости сульфаниламида и сульфациетида в природных глубоких эвтектических системах: экспериментальные и теоретические исследования // Разработка лекарственных средств и промышленная фармация. – 2019. – Т. 45, № 7.
6. Колачек А. и др. Биологическая активность и синтез производных сульфонида: краткий обзор // Химика. – 2014. – Т. 68.
7. Лоуренс Х.Р. и др. Синтез и биологическая оценка аналогов нафтохинона как нового класса ингибиторов протеасомы // Биоорганическая и медицинская химия. – 2010. – Т. 18.
8. Редди К.У. и др. Полимерный препарат на основе сульфаниламида: синтез, антимикробные и лекарственно-активные исследования // Журнал фармации и фармакологии. – 2007. – Т. 59, № 9.
9. Туркмен Х., Зенгин Г., Буюккиркали Б. Синтез производных сульфаниламида и исследование ингибирующей активности *in vitro*, а также антимикробных и физических свойств // Биоорганическая химия. – 2011. – Т. 39, № 3.
10. Умамахешвара Редди С. Умамахешвара Редди С. и др. Полимерный препарат на основе сульфаниламида: синтез, антимикробные свойства и исследования высвобождения лекарственного средства // Журнал фармации и фармакологии. – 2007. – Т. 59, № 9.
11. Шиленков Н.А. Синтез сульфаниамидов на основе перзамещённых пара-аминофенолов: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.03. – Красноярск, 2020. – 142 с.

References

1. [Synthesis, Structural Analysis, and Antibacterial Activity of New Potent Sulfonamide Derivatives] // Zhurnal biomaterialov i nanobiotekhnologij. – 2011. – Vol. 2, No. 2. (In Russ.)
2. Askar F.V. i dr. [Synthesis and Evaluation of Biological Activity of New Sulfonamide Derivatives] // Irakskij nauchnyj zhurnal. – 2021. (In Russ.)
3. [Development and Synthesis of Sulfanilamide-Aminophosphonates as Novel Antibacterial Agents Against Escherichia coli] // Kitajskij khimicheskij zhurnal. – 2021. – Vol. 39, No. 8. (In Russ.)
4. Deodkhar M.N., Khopade P.L., Varat M.G. [Scientific Article. β -Carbonic Anhydrase Inhibitors Based on Sulfonamides: 2D QSAR Study]. – 2013. (In Russ.)
5. Elinskij T., Pshibylek M., Tsisevskij P. [Solubility Advantage of Sulfanilamide and Sulfacetamide in Natural Deep Eutectic Systems: Experimental and Theoretical Studies] // Razrabotka lekarstvennykh sredstv i promyshlennaya farmatsiya. – 2019. – Vol. 45, No. 7. (In Russ.)
6. [Biological Activity and Synthesis of Sulfonamide Derivatives: A Brief Review] // Khimika. – 2014. – Vol. 68. (In Russ.)
7. [Synthesis and Biological Evaluation of Naphthoquinone Analogues as a New Class of Proteasome Inhibitors] // Bioorganicheskaya i meditsinskaya khimiya. – 2010. – Vol. 18. (In Russ.)
8. Reddi K.U. i dr. [Polymeric Sulfonamide-Based Drug: Synthesis, Antimicrobial and Pharmacologically Active Studies] // Zhurnal farmatsii i farmakologii. – 2007. – Vol. 59, No. 9. (In Russ.)
9. Turkmen Kh., Zengin G., Buyukkirkali B. [Synthesis of Sulfanilamide Derivatives and Investigation of In Vitro Inhibitory Activity, as well as Antimicrobial and Physical Properties] // Bioorganicheskaya khimiya. – 2011. – Vol. 39, No. 3. (In Russ.)
10. [Umamaheshvara Reddy S. et al. Polymeric Sulfonamide-Based Drug: Synthesis, Antimicrobial Properties and Drug Release Studies] // Zhurnal farmatsii i farmakologii. – 2007. – Vol. 59, No. 9. (In Russ.)
11. [Shilenkov N.A. 'Synthesis of Sulfanilamides Based on Persubstituted para-Aminophenols,' Dissertation for the Degree of Candidate of Chemical Sciences, Krasnoyarsk]. – 142 s. – 2020. (In Russ.)