

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
Факультет хімії та фармації  
Кафедра аналітичної та токсикологічної хімії

## Дипломна робота

на здобуття ступеня вищої освіти магістра

на тему: «Електрохімічні властивості водних розчинів  
амінометансульфонатів натрію та моноетаноламонію»

«Electrochemical properties of the sodium and monoethanolammonium  
aminomethanesulfonates aqueous solutions»

Виконала: студентка денної форми навчання  
спеціальності 102 Хімія

**Калараш Ксенія Миколаївна**

Керівник: д. х. н., доц. Хома Р. Є. \_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент: к. х. н., доц. Тимчук А. Ф.

Рекомендовано до захисту:  
протокол засідання кафедри  
№ 4 від 20 грудня 2019 р.

Захищено на засіданні екзаменаційної комісії № \_\_\_\_  
протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.  
Оцінка \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(за національною шкалою, за шкалою ECTS, бал)

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ к. х. н., доц. Чеботарьов О. М.  
(підпис)

Голова екзаменаційної комісії  
\_\_\_\_\_ к. х. н., доц. Чеботарьов О. М.  
(підпис)

**Одеса – 2019**

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова  
Факультет химии и фармации  
Кафедра аналитической и токсикологической химии

## Дипломная работа

на соискание степени высшего образования магистра

на тему: «**Электрохимические свойства водных растворов  
аминометансульфонатов натрия и моноэтаноламмония**»

«Electrochemical properties of the sodium and monoethanolammonium  
aminomethanesulfonates aqueous solutions»

Выполнила: студентка дневной формы обучения  
специальности 102 Химия

**Калараш Ксения Николаевна**

Руководитель: д. х. н., доц. Хома Р. Е. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Рецензент: к. х. н., доц. Тымчук А. Ф.

Рекомендовано до защиты:  
протокол заседания кафедры  
№ 4 от 20 декабря 2019 г.

Заведующий кафедры

\_\_\_\_\_ к. х. н., доц. Чеботарев А. Н.  
(подпись)

Защищено на заседании экзаменационной  
комиссии №\_\_  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.  
Оценка \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(за национальной шкалой, за шкалой ECTS, бал)

Председатель экзаменационной комиссии  
\_\_\_\_\_ к. х. н., доц. Чеботарев А.Н.  
(подпись)

**Одесса – 2019**

## Реферат

Дипломная работа выполнена на кафедре аналитической химии Одесского национального университета имени И.И. Мечникова и посвящена исследованию электрохимических свойств водных растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония. Работа является частью и логическим продолжением научных исследований, проводимых по важнейшей тематике кафедры “Обоснование выбора методов концентрирования, разделения и определения микроколичеств веществ с близкими физико-химическими свойствами” и является частью проводимых в Физико-химическом институте защиты окружающей среды и человека (ФХИЗОСИЧ) МОН и НАН Украины систематических исследований по улавливанию и утилизации кислых газов. Работа выполнена в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между ОНУ имени И.И. Мечникова и ФХИЗОСИЧ в отделе “Теоретические основы улавливания кислых и основных газов”.

Цель работы: выявление факторов, влияющих на электропроводность водных растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония.

Осуществлено кондуктометрическое исследование электрохимических свойств водных растворов ( $1 \cdot 10^{-4} \div 9 \cdot 10^{-3}$  М) пяти аминотансульфонатов натрия и пяти аминотансульфонатов моноэтаноламмония при 293 – 313 К. Рассчитаны значения предельной электропроводности путем экстраполяции по Шидловскому. Получены активационные параметры электропроводности систем “аминотансульфонат натрия (моноэтаноламмония) –  $H_2O$ ” при 293 – 313К.

Возможная область применения: химический анализ, микробиологические и биохимические исследования, фармация.

Ключевые слова: аминотансульфонаты, водные растворы, гидролиз, электропроводность, энтальпийного-энтропийная компенсация.

Квалификационная работа состоит из 65 стр. машинописного текста, 19 рис., 73 использованных источников литературы.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>РАЗДЕЛ 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	8
1.1. Биологическая активность аминотансульфокислот.....	
1.2. Электрохимические свойства водных растворов аминотансульфокислоты и ее N-производных.....	16
<b>РАЗДЕЛ 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ</b> .....	28
2.1. Объекты исследования .....	28
2.2. Методики проведения эксперимента .....	29
2.3. Результаты и их обсуждение .....	30
2.3.1. Электрохимические свойства водных растворов аминотансульфонатов натрия.....	31
2.3.2. Электрохимические свойства водных растворов аминотансульфонатов моноэтаноламмния.....	42
2.3.3. Активационные параметры электропроводности водных растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмния.....	47
<b>ВЫВОДЫ</b> .....	57
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	58

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Аминометансульфо кислота (AMSA), ее N-алкилированные производные, а также их соли являются важнейшим в прикладном отношении классом N,S-содержащих органических соединений [1]. Интерес к указанной группе соединений продиктован их специфическими физико-химическими свойствами и широким спектром биологической активности [1, 2]. В физиологических условиях ( $pH = 6,8 - 7,8$ ) степень диссоциации сульфогруппы, в отличие от  $\alpha$ -аминоалканкарбоновых кислот, составляет 100 %, а величины  $pK_a$  аминогруппы находятся в области физиологических значений  $pH$  [3-11]. Сульфогруппа может действовать как анионный фрагмент и акцептор водородной связи при взаимодействии с потенциальной биологической мишенью [12].

Аминоалкансульфонаты находят применение как компоненты буферных растворов Н. Гуда [2, 13] и активно изучаются как потенциальные лекарственные препараты с противовирусным, антимиотическим, цитостатическим, бактерицидным эффектом [7-11, 14-19]. Ранее сотрудниками кафедры аналитической химии ОНУ имени И.И. Мечникова установлены значения  $pK_a$ , температурные зависимости термодинамических функций диссоциации аминометансульфо кислот, границы  $pH$  буферного действия и проведена оценка буферной емкости растворов при 293 – 313 К [3-5, 14].

Растворимость и проницаемость – два биофармацевтических параметра, ответственных за эффективную биодоступность и хорошую корреляцию между результатами исследований *in vitro* и *in vivo* [20]. Повышение растворимости и скорости растворения и биодоступности аминокислот по-прежнему являются сложными вопросами для технологов-фармацевтов. Гидротропическое действие сульфонов и аминокислот рассматривается как один из важных методов солюбилизации [21, 22]. Кондуктометрические исследования аминометансульфонатов при определенном и бесконечном разбавлении в системе растворителей дают ценную информацию об ион-ионных (комплексообразование, ассоциация) и ион-растворитель (сольватация) взаимодействиях.

Поэтому определение температурной и концентрационной зависимостей молярной электропроводности водных растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония является, безусловно, актуальной задачей

**Цель и задачи исследования.** Цель работы: выявить факторы, влияющие на электропроводность водных растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония. Для реализации указанной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести кондуктометрическое и рН-метрическое исследование водных ( $1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-2}$  М) растворов аминотансульфоната (AMSNa), N-метил- (MeAMSNa), N-(2-гидроксиэтил)- (HEAMSNa), N-*t*-бутил- (*t*-BuAMSNa), N-бензил (BzAMSNa) аминотансульфонатов натрия при 293 – 313 К;
- провести кондуктометрическое и рН-метрическое исследование водных ( $1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-2}$  М) растворов аминотансульфоната (AMSA-MEA), N-метил- (MeAMSA-MEA), N-(2-гидроксиэтил)- (HEAMSA-MEA), N-*t*-бутил- (*t*-BuAMSA-MEA) и N-бензил (BzAMSA-MEA) аминотансульфонатов моноэтаноламмония при 293 – 313 К;
- рассчитать параметры уравнения Шидловского водных ( $1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-2}$  М) растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония при 293 – 313 К;
- определить значения предельной молярной электропроводности водных растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония при 293 – 313 К;
- определить энергию, энтальпию и энтропию активации электропроводности водных растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония при 293 – 313 К

**Научная новизна полученных результатов.** Впервые для водных растворов N-метил, N-(2-гидроксиэтил), N-*t*-бутил и N-бензил аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония определены значения предельной молярной электропроводности при 293 – 313 К; впервые установлены активационные параметры электропроводности водных растворов N-метил, N-(2-гидроксиэтил),

N-*t*-бутил и N-бензил аминометансульфонатов натрия и моноэтаноламмония при 293 – 313 К; отмечена энтальпийно-энтропийная компенсация.

**Практическое значение полученных результатов.** Полученные в работе данные могут быть использованы в химическом анализе, микробиологических и биохимических исследованиях, фармации при разработке новых противовирусных и антимикробных агентов с низкой токсичностью.

## ВЫВОДЫ

1. Определены температурные и концентрационные зависимости молярной электропроводности водных растворов аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония в диапазоне температур 293 – 313 К.
2. Рассчитаны значения: термодинамических констант гидролиза аминотансульфонат анионов, а также их N-метил, N-(2-гидроксиэтил), N-*t*-бутил и N-бензил производных; предельных молярных электропроводностей водных растворов изученных аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония в диапазоне температур 293 – 313 К.
3. Отмечено относительное снижение подвижности гидроксид ионов в растворах MeAMSNa, HEAMSNa, *t*-BuAMSNa, VzAMSNa, AMS-MEA, MeAMS-MEA, HEAMS-MEA, *t*-BuAMS-MEA, VzAMS-MEA по сравнению с величиной подвижности при переносе по цепям Н-связей воды.
4. Показано, что в уравнении Кольрауша для натриевых солей аминотансульфоната и его N-метил, N-(2-гидроксиэтил), N-*t*-бутил и N-бензил производных необходимо учитывать степень гидролиза анионов при бесконечном разбавлении.
5. Показано, что N-алкилирование аминотансульфоната приводит к понижению значений предельной молярной электропроводности водных растворов его натриевых и моноэтаноламмонийных солей
6. Определены температурные и концентрационные области образования активированных комплексов при электропроводности в водных растворах аминотансульфонатов натрия и моноэтаноламмония, обусловленные за счет процессов ассоциации. Отмеченные компенсационные эффекты в активационных параметрах электропроводности указанных водных растворах.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Grygorenko O.O., Biitseva A.V., Zherish S. *Amino sulfonic acids, peptidosulfonamides and other related compounds*. Tetrahedron. 2018. Vol. 74, N 13. P. 1355-1421. DOI: 10.1016/j.tet.2018.01.033
2. Ferreira C.M.H., Pinto I.S.S., Soares E.V., Soares H.M.V.M. *(Un)suitability of the use of pH buffers in biological, biochemical and environmental studies and their interaction with metal ions – a review*. RSC Adv. 2015. Vol. 5, N 39. P. 30989 – 31003. DOI: 10.1039/c4ra15453c
3. Хома Р.Е. *Электрохимические свойства системы аминометансульфокислота – вода*. Вісник ОНУ. Хімія. 2013. Т. 18, № 3. С. 89-95. DOI: 10.18524/2304-0947.2013.3(47).31179
4. Хома Р.Е. *Электрохимические свойства N-производных аминометансульфокислоты*. Вісник ОНУ. Хімія. 2013. Т. 18, № 4. С. 63-68. DOI: 10.18524/2304-0947.2013.4(48).37890
5. Хома Р.Е., Осадчий Л.Т., Длубовский Р.М. *Аминометансульфокислота и ее N-производные – компоненты буферных растворов Н. Гуда*. Вісник ОНУ. Хімія. 2015. Т. 20, № 3. С. 66-75. DOI: 10.18524/2304-0947.2015.3(55).54005
6. Хома Р.Е. *Термодинамика диссоциации аминометансульфокислоты и ее N-замещенных производных в водных растворах при 293 – 313 К*. Журн. физич. химии. 2017. Т. 91, № 1. С. 79-82. DOI: 10.1134/S0036024417010125
7. Khoma R., Ennan A., Godovan V., Antonenko P., Grydina T., Fedchuk A., Lozitsky V. *Toxicity and Antiviral Action of the Aminomethanesulphonic Acid and its N-Alkylated Derivatives*. Abstract of XXIX International Conference on Antiviral Research – 2016. La Jolla, CA, USA. 17-21 April 2016. – P. 78.
8. Хома Р.Е., Эннан А.А., Гридина Т.Л., Федчук А.С., Лозицкий В.П., Годован В.В., Антоненко П.Б. *Синтез, структуры, физико-химические характеристики и биологическая активность аминометансульфокислот*. Матеріали VIII Національного з'їзду фармацевтів “Фармація XXI століття: тенденції та перспективи”. Харків, 13-16 вересня 2016. Т. 1. С. 54-55.

9. Khoma R.E., Ennan A.A., Grydina T.L., Radkevich K.V., Fedchuk A.S., Lozitsky V.P. *Anti-influenza activity of the N-benzylaminomethanesulphonic acid*. Abstract of XXX International Conference on Antiviral Research – 2017. Atlanta, GA, USA, 21-25 May 2017. P. 68.
10. Хома Р.Є., Гельмбольдт В.О., Еннан А.А., Гридiна Т.Л., Федчук А.С., Лозицький В.П., Годован В.В., Антоненко П.Б. *Синтез та біологічна активність амінометансульфокислот*. II Міжнародна науково-практична конференція “Ліки – людині. сучасні проблеми фармакотерапії і призначення лікарських засобів”. 28-29 березня 2018 р., Харків. Т. 2. С. 301-302.
11. Заявка на патент України на винахід. *Амінометансульфокислота та її N-алкіловані похідні як антистафілакокові агенти*. Еннан А.А., Хома Р.Є., Гридiна Т.Л. № a201802702. Заявл. 16.03.2018.
12. Witt A.C., Lakshminarasimhan M., Remington B.C., Hasim S., Pozharski E., Wilson M.A. *Cysteine pK<sub>a</sub> Depression by a Protonated Glutamic Acid in Human DJ-1*. *Biochemistry*. 2008. Vol. 47, N 28. P. 7430-7440. DOI: 10.1021/bi800282d
13. Long R.D., Hilliard N.P., Chhatre S.A. Timofeeva T.V., Yakovenko A.A., Dei D.K., Mensah E.A. *Comparison of zwitterionic N-alkylaminomethanesulfonic acids to related compounds in the Good buffer series*. *Beilstein J. Org. Chem.* 2010. Vol. 6, N. 31. DOI: 10.3762/bjoc.6.31
14. Хома Р.Є., Еннан А.А.-А., Чеботарев А.Н., Водзинский С.В. *Аминометансульфонатная и алкиламинометансульфонатные буферные системы*. *Укр. хім. журн.* 2019. Т. 85, № 9. С. 3-16. DOI: 10.33609/0041-6045.85.9.2019.3-16
15. Badeev Yu.V., Korobkova V.D., Ivanov V.B., Pozdeev O.K., Gil'manova G.Kh., Batyeva É.S., Andreev S.V. *Aminoalkanesulfonic acids and derivatives: Synthesis and antiviral activity*. *Pharm. Chem. J.*, 1991, Vol. 25, N 4, P. 272-274. DOI: 10.1007/bf00772113
16. Gryaznov P.I., Kataeva O.N., Naumova O.E., Musin R.Z., Al'fonsov V.A. *Reaction of  $\beta$ -iminoalcohols with sulfur dioxide. Synthesis of ( $\pm$ )-(2-hydroxyalkylamino)phenyl(isopropyl)-methanesulfonic acids*. *Russ. J. Gen. Chem.* 2010. Vol. 80, N 4. P. 761-764. DOI: 10.1134/s1070363210040134

17. Хома Р.Е., Гельмбольдт В.О., Эннан А.А., Гридина Т.Л., Федчук А.С., Ло-зицкий В.П., Ракипов И.М., Владыка А.С. *Синтез, антиоксидантная и противогриппозная активность аминометансульфокислот*. Хим.-фарм. журн. 2019. Т. 53, № 5. С. 65-68
18. Гридіна Т.Л., Хома Р.Є., Еннан А.А-А., Федчук А.С., Грузевський О.А. *Дослідження протимікробної активності амінометансульфокислот щодо штамів Staphylococcus aureus із різним рівнем чутливості до антибіотиків*. Запорозький мед. журн. 2019. Т. 21, № 2, С. 234-239.
19. Khoma R.E., Baumer V.N., Antonenko P.B., Snihach A.O., Godovan V.V., Ennan A.A., Dlubovskii R.M., Gelmboldt V.V. *Synthesis, crystal structure, and spectral characteristics of N-(n-propyl)aminomethanesulfonic acid. Acute toxicity of aminomethanesulfonic acid and its N-alkylated derivatives*. Питання хімії та хімічн. технол. 2019. № 6. С. 255-262.
20. Pattnaik S., Dash U.N. *Studies on Ion Association and Solvent Interaction-Conductance of Glycine in Aqueous Solutions of Hydrotropic Agents at Different Temperatures*. Chem. Sci. Trans. 2013 Vol. 2, N 4. P. 1503-1507. DOI: 10.7598/cst2013.572
21. Dhapte V., Mehta P. *Advances in hydrotropic solutions: An updated review*. St. Petersburg Polytechnical University Journal: Physics and Mathematics. 2015. Vol. 1, N 4. P. 424-435. DOI: 10.1016/j.spjpm.2015.12.006
22. Pattnaik S., Dash U.N. *Influence of hydrotropic agents on the solute – solvent interactions in aqueous solutions of glycine at different temperatures*. J. Chem. Pharm. Res. 2012. Vol. 4, N 9. P. 4364-4369.
23. Машковский М.Д. *Лекарственные средства*. М.: Новая Волна, 2012. С. 662.
24. Birdsall T.C. *Therapeutic applications of taurine*. Alternat. Med. Rev. 1998. Vol. 3, N 2. P. 128–136.
25. Хныченко Л.К., Сапронов Н.С. *Фармакологическая активность аминокислоты таурина*. Обзоры по клин. фармакол. и лек. терапии. 2004. Т. 3, № 4, С. 15–19.

26. Schaffer S.W., Azuma J., Mozaffari M. *Role of antioxidant activity of taurine in diabetes*. Can. J. Physiol. Pharmacol. 2009. Vol. 87, N 2. P. 91 – 99. DOI: 10.1139/Y08-110
27. Огай М.А., Степанова Э.Ф., Холодов Д.Б., Николаевский В.А. *Антиоксидантный и мембраностабилизирующий эффект таурина*. Вестник Воронеж. гос. ун-та. Серия: химия, биология, фармация. 2011. № 1. С. 186–191.
28. Green M., Stahmann M.A. *Virus inhibition by some amino acid analogs* Arch. Biochem. Biophys. 1955. Vol. 55, N 1. P. 63 – 70. DOI: 10.1016/0003-9861(55)90542-7
29. Akerfeld S., Westin G., Jansson T. *Aromatic sulfonic acids as viral inhibitors. Structure-activity study using rhino, adeno 3, herpes simplex, and influenza viruses*. J. Med. Chem. 1971. Vol. 14, N 7. P. 596–600. DOI: 10.1021/jm00289a010
30. Хома Р.Є. *Кислотно-основна взаємодія та сульфоокиснення при хемосорбції оксиду сульфуру (IV) водними розчинами алкіламінів*: Дис. ...докт. хім. наук: 02.00.01. Київ, 2019. 427 с.
31. Доронин А.И., Павлов В.А. *Аминокислоты в механизмах адаптации в эксперименте и у спортсменов в разных видах спорта*. Екатеринбург. 2016. 340 с.
32. Vermerris W., Nicolson R. *Phenolic Compound Biochemistry*. Springer, 2006. 276 p.
33. Белая Н.И., Белый А.В., Шалюто К.П. *Синергическое действие композиций кверцетина с аминокислотами алифатического ряда*. Вестник ТвГУ. Серия “Химия”. 2016. № 4. С. 111–120.
34. Рогинский В.А. *Фенольные антиоксиданты. Реакционная способность и эффективность*. М.: Наука, 1988. 247 с.
35. Kadoma Y., Fujisawa S. *Radical-Scavenging Activity of Dietary Phytochemicals in Combination with co-Antioxidants Using the Induction Period Method*. Molecules. 2011. Vol. 16, N 12. P. 10457–10470. DOI: 10.3390/molecules161210457

36. Jones E.G., Blaster L.M. *Interaction of a Synthetic Hindered-Phenol with Natural Fuel Antioxidants in the Autoxidation of Paraffins*. Energy Fuels. 2000. Vol. 14, N 3. P. 640–645. DOI: 10.1021/ef990216q
37. Shuller-Levis G, Quinn M.R., Wright C., Park E. *Taurine protects against oxidant-induced lung injury: possible mechanism(s) of action*. Adv. Experimental Medicine & Biol. — 1994. — Vol. 359. — P. 31–39. DOI: 10.1007/978-1-4899-1471-2\_4
38. Хныченко Л.К., Сапронов Н.С. *Фармакологическая активность аминокислоты таурина*. Обзоры по клин. фармакол. и лек. терапии. 2004. Т. 3, №4. С. 15-19.
39. Holmes R.P., Goodman Z.K., Jarov J.P. *The taurine and hypotaurine content of human semen*. J. Androl. 1992. Vol. 13, N 3. P. 289–292. DOI: 10.1002/j.1939-4640.1992.tb00317.x
40. Gossai D., Lau-Cam C.A. *The effects of taurine, taurine homologs and hypotaurine on cell and membrane antioxidative system alterations caused by type 2 diabetes in rat erythrocytes*. Advances in Experimental Medicine and Biology, 2009. Vol. 643, P. 359-368. DOI: 10.1007/978-0-387-75681-3\_37
41. Белая Н.И., Белый А.В., Шалюто К.П. *Синергическое действие композиций кверцетина с аминокислотами алифатического ряда*. Вестник ТвГУ. Серия Химия. 2016. № 4. С. 111–120.
42. Патент України на корисну модель UA 136213. МПК C07C 309/00 *N-Алкиловані похідні амінометансульфоїкислоти як антиоксиданти*. Хома Р.Є., Еннан А.А., Длубовський Р.М. № u201901783; заявл. 21.02.2019; опубл. 12.08.2019, Бюл. № 15.
43. Аметов А.С., Солуянова Т.Н. *Таурин в лечении сахарного диабета*. Мед. совет. 2011. № 1–2. С. 54–58.
44. Mark P.B., Stevens K.K., Jardine A.G. *Electrolytes: Acid–Base Balance*. Encyclopedia of Human Nutrition. 2013. Vol. 2. P. 139–145. DOI: 10.1016/B978-0-12-375083-9.00087-8

45. Chesler M. *Regulation and Modulation of pH in the Brain*. *Physiol. Rev.* 2003. Vol. 83, N 4. P. 1183–1221. DOI: 10.1152/physrev.00010.2003.
46. Гуляницкий А. *Реакции кислот и оснований в аналитической химии*. М.: Мир, 1975. 240с.
47. Goldberg R.N., Kishore N., Lennen R.M. *Thermodynamic Quantities for the Ionization Reactions of Buffers*. *J. Phys. Chem. Ref. Data.* 2002. Vol. 31, N 2. P. 231-370. DOI: 10.1063/1.1416902
48. Хома Р.Є., Чеботарев А.Н., Будько Л.С., Осадчий Л.Т. *Буферні розчини на основі гліцину*. Вісник ОНУ. Хімія. 2018. Т. 23, № 1. С. 109-122. DOI: 10.18524/2304-0947.2018.1(65).124551
49. Benoit R.L., Boulet D., Frechette M. *Solvent effect on the solution, ionization, and structure of aminosulfonic acid*. *Can. J. Chem.* 1988. Vol. 66, N 12. P. 3038-3043. DOI: 10.1139/v88-470
50. Bickerton J., MacNab J.I., Skinner H.A., Pilcher G. *Enthalpies of solution of some aromatic sulphonic acids and of some aminosulphonic acids*. *Thermochim. Acta.* 1993. Vol. 222, N1. P. 69-77. DOI: 0.1016/0040-6031(93)80540-q
51. Хома Р.Е., Шестака А.А., Шишкин О.В., Баумер В.Н., Брусилковский Ю.Э., Короева Л.В., Эннан А.А., Гельмбольдт В.О. *Особенности взаимодействия в системе оксид серы(IV) – гексаметилентетрамин – вода. Первый пример идентификации продукта со связью сера–углерод*. Журн. общ. химии. 2011. Т. 81, № 3. С. 525-526. DOI: 10.1134/S1070363211030352
52. Хома Р.Е., Чеботарев А.Н., Калараш К.Н., Осадчий Л.Т. *Электропроводность водных растворов N-алкилованных производных аминометансульфокислоты*. Вісник ОНУ. Хімія. 2018. Т. 23, № 3. С. 16-28. DOI: 10.18524/2304-0947.2018.3(67).140798
53. Тюкавина Н.А., Бауков Ю.И. *Биоорганическая химия*. М.: Медицина, 1991. 527 с.
54. Стрельникова О.Ю. *Электропроводность водных растворов аминокислот и ионообменных смол в аминокислотных формах*. Дисс. ... канд. хим. наук: 02.00.05. Воронеж, 2002. 100 с.

55. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. *Краткий справочник по химии*. К.: Наукова думка, 1987. С. 73.
56. Хома Р.Е., Чеботарев А.Н., Осадчий Л.Т., Водзинский С.В., Топоров С.В. *Кислотно-основные свойства N-н-пропил, N-н-бутил и N-н-гептил производных аминометансульфокислоты*. Вісник ОНУ. Хімія. 2019. Т. 24, № 1. С. 122-136. DOI: 10.18524/2304-0947.2019.1(69).158502
57. Christensen J.J., Izatt R.M., Wrathall D.P., Hansen L.D. *Thermodynamics of proton ionization in dilute aqueous solution. Part XI. pK,  $\Delta H^\circ$ , and  $\Delta S^\circ$  values for proton ionization from protonated amines at 25°*. J. Chem. Soc. – 1969. – Vol A0, N 0. – P. 1212–1223. DOI: 10.1039/j19690001212
58. Sangster J. *Octanol-Water Partition Coefficients: Fundamentals and Physical Chemistry*. J. Phys. Chem. Ref. Data. – 1989. – Vol. 18, N 3. – P. 1111–1229. DOI: 10.1063/1.555833
59. Perrin D.D., Dempsey B. *Buffers for pH and Metal Ion Control*. – London: Springer, 1974. – 176 p.
60. Хома Р.Е., Гельмбольдт В.О., Шишкин О.В., Баумер В.Н., Короева Л.В. *Метод синтеза, кристаллическая структура и спектральные характеристики N-(гидроксиэтил)аминометансульфокислоты*. Журн. общ. химии. – 2013. – Т. 83, № 5. – С. 834-836.
61. Хома Р.Е., Гельмбольдт В.О., Эннан А.А., Баумер В.Н., Пузан А.Н. *Метод синтеза, кристаллическая структура и спектральные характеристики N-(трет-бутил)аминометансульфокислоты*. Журн. общ. химии. – 2015. – Т. 85, № 10. – С. 1650-1652.
62. Инструкция по обслуживанию кондуктометра типа N5721, N5721M. Польша, Вроцлав, 1987. – 15 с.
63. Бейтс Р. *Определение pH: Теория и практика*. Л.: Химия, 1972. 398 с.
64. McMillan F.H., Pattison I.C. *Sodium Colistimethate I: Dissociations of Amino-methanesulfonates in Aqueous Solution*. J. Pharm. Sci. 1969. Vol. 58, N 6. P. 730-737. DOI: 10.1002/jps.2600580618

65. Хартли Ф., Бергес К., Оллок Р. *Равновесия в растворах*: Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 360 с.
66. Крестов Г.А., Новоселов Н.П., Перельгин И.С., Колкер А.М., Сафонова Л.П., Овчинникова В.Д., Тростин В.Н. *Ионная сольватация*. М.: Наука, 1987. 320 с.
67. Крылов Е.Н., Вирзум Л.В. *Электропроводность водных растворов 4-толуолсульфокислоты*. Исследовано в России. 2005. Т. 8. С. 53-59.
68. Стецик В.В. *Уточнение значений предельных молярных электропроводностей слабых кислот и оснований*. Вісник Харк. нац. ун-ту. Хімія. 2013. № 1085. Вип. 22 (45). С. 150-155.
69. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. *Краткий справочник по химии*. 5-е изд., испр. и доп. К.: Наукова думка, 1987. С. 73.
70. Буданов В.В. *Об изложении теории активированного комплекса в курсе физической химии и расчетах активационных параметров химических реакций*. Изв. вузов. Химия и хим. технол. 2007. Т. 50, № 6. С. 117–120.
71. Даниэльс Ф., Олберти Р. *Физическая химия*. М.: Мир, 1978. 648 с.
72. Зайцев О.С. *Общая химия. Состояние веществ и химические реакции*. М.: Химия, 1990. С. 597.
73. Буданов В.В. *Компенсационный эффект в кинетике химических реакций и определение возможности его существования*. Изв. вузов. Химия и хим. технол. 2009. Т. 52, № 8. С. 23-27.