УДК 547.56:547.264

СИНТЕЗ АМИНОМЕТОКСИ ПРОИЗВОДНЫХ 1-(БУТИЛСУЛЬФАНИЛ)АЛКАНОВ

© 2019 г. И. А. Джафаров[a], Э. Г. Мамедбейли[b, *], Н. А. Джафарова[c], Г. М. Талыбов[b]

[a] *Азербайджанский государственный педагогический университет (АГПУ), AZ1000, Азербайджан, г. Баку, ул. У. Гаджибейли 68*

[b] *Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана, AZ1025, Азербайджан, г. Баку, пр. Ходжалы 30*
**e-mail: eldar_mamedbeyli@mail.ru*

[c] *Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, AZ1010, Азербайджан, г. Баку, пр. Азадлыг 20*

Поступила в редакцию 5 апреля 2018 г.
После доработки 14 мая 2018 г.
Принята к публикации 1 декабря 2018 г.

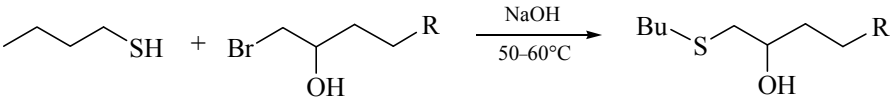
Трехкомпонентная реакция Манниха на основе 1-(бутилсульфанил)алкан-2-олов, формальдегида и вторичных (алифатических и гетероциклических) аминов приводит к образованию новых аминометокси производных 1-(бутилсульфанил)алканов. Конденсация по Манниху проведена при эквимольном соотношении исходных соединений при 45–50°C в течении 3–4 ч. Выход целевых продуктов составляет 65–82%. Определены физико-химические данные синтезированных соединений. Состав и строение полученных соединений установлены на основе данных элементного анализа, ИК, ЯМР ^{1}H и ^{13}C спектроскопии, а также масс-спектрометрии. Ряд синтезированных соединений были испытаны в качестве антимикробных веществ. Антимикробную активность изучали методом серийных разведений. В качестве тест культур использовали грамотрицательные, грамположительные и спороносные бактерии, а также дрожжеподобные грибы. Испытуемые соединения проявляют более ярко выраженную антимикробную активность, чем применяемые на практике медицинские препараты. Соединения, содержащие циклические аминофрагменты, обладают более сильными антимикробными свойствами, чем соединения, содержащие алифатические аминофрагменты. Испытуемые соединения рекомендованы в качестве антимикробных веществ.

Ключевые слова: аминометоксипроизводные 1-(бутилсульфанил)алканов, реакция Манниха, вторичные амины, формальдегид, антимикробная активность, биологически активные соединения.

DOI: 10.1134/S0514749219030062

Органические соединения, содержащие различные функциональные группы и гетероатомы, такие как сера и азот, играют огромную роль, как в развитии синтетической органической химии, так и для исследований прикладного характера. Они широко используются в качестве эффективных биологически активных веществ и фармацевтических препаратов, а также в качестве добавок для улучшения качеств масел и топлив [1–3]. Задача целенаправленного синтеза таких соединений, применяемых в различных химических областях, является весьма актуальной. В связи с этим синтез новых поколений подобных соединений на основе доступного сырья и совершенствованных методик продолжает привлекать внимание исследователей [4, 5]. Поскольку биологически активные соединения, в составе которых сочетаются несколько фармакофорных фрагментов, обладают более эффективными действиями, исследователи стараются расширить ассортимент таких соединений и изучать их физиологически активные свойства [6, 7]. Одним из удобных и перспективных методов синтеза новых серосодержащих аминометоксипроизводных является трехкомпонентная реакция Манниха, так как использование широкого ассортимента подходящих исходных соединений с активным атомом водорода, а также разнообразных аминных и альдегидных компонентов позволяет получать обширный круг полифункциональных производных данного класса соединений [8]. Многокомпонентная реакция

Схема 1.



1 **2a–d** **3a–d**

2, **3**, R = Me (**a**), Et (**b**), Pr (**c**), Bu (**d**).

Манниха представляет собой экологически чистый и классический метод получения биологически активных и медицинских препаратов, и является одной из наиболее важных и перспективных реакций органической химии [9]. Полученные в результате этой реакции продукты (основания Манниха) представляют особый интерес из-за их биологической активности и используются в качестве синтетических строительных блоков и прекурсоров ценных фармацевтических препаратов.

Аминометоксипроизводные различных классов органических соединений проявляют противоопухолевую активность, влияют на сердечно-сосудистую систему, вызывая снижение кровяного давления, используются в качестве препаратов для лечения болезни Паркинсона, входят в состав противомалярийных препаратов, проявляют антидепрессантные свойства, а также отмечено их эффективное действие как субстанций, оказывающих спазмолитическое, анестезирующее и диуретическое действие [10].

В данной работе приведены результаты синтеза и исследования свойств новых аминометоксипроизводных 1-(бутилсульфанил)алканов **5a–t**. На первом этапе были синтезированы исходные серосодержащие вторичные спирты **3a–d** из бутантиола **1** и 1-бромалкан-2-олов **2a–d** в эквимольном соотношении в щелочной среде (40%-ный раствор NaOH в воде) при 50–60°C в течение 3–4 ч (схема 1).

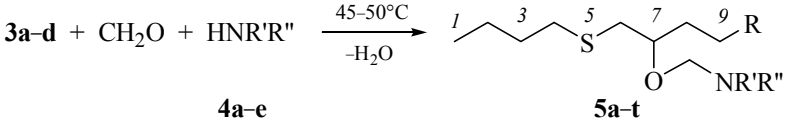
Далее конденсацией по Манниху спиртов **3a–d** с формальдегидом и вторичными аминами **4a–e** в эквимольном соотношении при 45–50°C в течение 3–4 ч получены новые представители 2-аминометоксипроизводных 1-(бутилсульфанил)алканов (**5a–t**) (схема 2).

Спирты **3a–d** и их аминометоксипроизводные **5a–t** представляют собой бесцветные жидкости с резким специфическим запахом. Соединения **3a–d** и **5a–t** в воде нерастворимы, но хорошо растворяются в органических растворителях (этанол, ацетон, бензол, диэтиловый эфир, хлороформ и др.)

Состав и строение полученных соединений установлены на основании данных элементного анализа, ИК спектроскопии, методами ЯМР ^{1}H, ^{13}C и масс-спектроскопии. Индивидуальность исходных и синтезированных соединений, а также состав реакционных смесей контролировали методом ГЖХ.

В ИК спектрах соединенный **3a–d** наблюдаются широкие полосы поглощения в области 3550–3500 см$^{-1}$, характерные для валентных колебаний гидроксильных групп (ν_{OH}) вторичных спиртов **3a–d** [11], которые отсутствуют в соответствующих спектрах соединений **5a–t**. В ИК спектрах синтезированных соединений **3a–d** и **5a–t** присутствуют полосы поглощения в областях 2910–2895 и 2850–2830 см$^{-1}$, характерные для колебаний связи C–H групп CH_3 и CH_2 соответственно. В спектрах этих соединений имеются интенсивные полосы неплоских деформационных колебаний $\delta_{C–H}$ в области 700–650 см$^{-1}$. Для всех синтезированных соединений **3a–d**, **5a–t** обнаружены полосы поглощения в области 735–725 см$^{-1}$, характерные для валентных

Схема 2.



4a–e **5a–t**

3, R = Me (**a**), Et (**b**), Pr (**c**), Bu (**d**); **4**, R' = R" = Et (**a**), Bu (**b**); R' = R" = $(CH_2)_5$ (**c**), $(CH_2)_2O(CH_2)_2$ (**d**), $(CH_2)_6$ (**e**); **5**, R = $C^{10}H_3$ (**a–e**), $C^{10}H_2C^{11}H_3$ (**f–j**), $C^{10}H_2C^{11}H_2C^{12}H_3$ (**k–o**), $C^{10}H_2C^{11}H_2C^{12}H_2C^{13}H_3$ (**p–t**); R' = R" = Et (**a**, **f**, **k**, **p**), Bu (**b**, **g**, **l**, **q**); R' = R" = $(CH_2)_5$ (**c**, **h**, **m**, **r**), $(CH_2)_2O(CH_2)_2$ (**d**, **i**, **n**, **s**), $(CH_2)_6$ (**e**, **j**, **o**, **t**).

колебаний C–S-связи. В ИК спектрах соединений **5a–t** присутствуют полосы поглощения в области 1255–1225 см$^{-1}$, характерные для колебаний связи C–N. Валентные колебания υc–o проявляются в области 1100–1050 см$^{-1}$ в виде полосы средней интенсивности.

Спектры ЯМР ^{1}H и ^{13}C синтезированных соединений **3a–d** и **5a–t** также подтверждают указанное строение (схемы 1, 2). В масс-спектрах синтезированных соединений отмечены сигналы соответствующих молекулярных ионов, а также продуктов их фрагментации.

Ряд синтезированных аминометокси-производных 1-(бутилсульфанил)алканов были испытаны в качестве антимикробных веществ. Антимикробную активность веществ изучали методом серийных разведений. В качестве тест-культур использовали грамотрицательные (кишечная и синегнойная палочки), грамположительные (золотистый стафилококк), спороносные бактерии (антракоид) и дрожжеподобные грибы (род *Кандида*).

Результаты изучения антимикробной активности показывают, что испытуемые соединения проявляют более ярко выраженную антимикробную активность, чем применяемые на практике этанол, карболовая кислота, риванол, нитрофунгин. Сравнительные исследования показали, что соединения, содержащие циклические аминогруппы, обладают более сильными антимикробными свойствами, чем соединения, содержащие алифатические аминогруппы. Испытанные соединения рекомендованы в качестве антимикробных веществ.

Таким образом, в результате проведенного исследования синтезированы и охарактеризованы новые представители аминометоксипроизводных 1-(бутилсульфанил)алканов, обладающих достаточно высокими антимикробными свойствами.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК спектры регистрировали на спектрометре UR-20, спектры ЯМР ^{1}H и ^{13}C – на приборе Bruker WP-400 (400 МГц) в ИНЭОС РАН, растворитель – $CDCl_3$, внутренний стандарт – ТМС, масс-спектры получены на масс-спектрометре VG-7070E с ионизирующим напряжением 70 эВ в ИНЭОС РАН. Относительную плотность (d_4^{20}) определяли на приборе «DMA» 4500M, показатель преломления (n_D^{20}) – на рефрактометре ИРФ-22. Хроматографический анализ реакционных смесей и определение чистоты исходных и синтезированных соединений осуществляли на хроматографе ЛХМ-8 МД, стальная колонка (300×3 мм) с 5% полиэтиленгликольсукцината на фазе Динохром П, газ-носитель – гелий (40 см^3/мин), детектор – катарометр, температура колонки – 150°C, испарителя – 240°C.

1-(Бутилсульфанил)алкан-2-олы (3a–d) (*общая методика*). К смеси 0.25 моль бутантиола (**1**) и 0.25 моль 40%-ного раствора NaOH в воде при 50–60°C и энергичном перемешивании прибавляли по каплям 0.25 моль 1-бромалкан-2-ола (**2a–d**), перемешивание продолжали 3–4 ч при 50–60°C. После охлаждения к смеси прибавляли бензол, водный слой отделяли, органический слой промывали водой до нейтральной реакции, сушили над $MgSO_4$. После отгонки растворителя остаток перегоняли в вакууме.

1-(Бутилсульфанил)пентан-2-ол (3a) получен из 22.5 г (0.25 моль) бутантиола (**1**) и 41.79 г (0.25 моль) 1-бромпентан-2-ола (**2a**). Выход 31.8 г (73%), т.кип. 93–95°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4720, d_4^{20} 0.9332; MR_D 52.92, выч. 53.27. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 3450 (OH), 2930 (CH_3), 2870 (CH_2), 740 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{10}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, $C^{1}H_3$, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.27 м (4H, $C^{2}H_2$, $C^{3}H_2$), 1.31–1.39 м (2H, $C^{9}H_2$), 1.45–1.49 м (2H, $C^{8}H_2$), 1.65–1.71 м (2H, $C^{3}H_2$), 2.49 д.д (1H, CH_2S, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, CH_2S, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.74 уш.с (1H, OH), 4.04–4.11 м (1H, $C^{7}HO$). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 17.5, 18.2, 19.2, 35.4, 36.4, 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 177.02 (9) $[M + H]^+$, 176.01 (7) $[M]^+$, 159.11 (11) $[M – OH]^+$, 145.43 (69) $[M – OH – CH_2]^+$, 115.23 (5) $[M – C_3H_8 – CH_2]^+$, 101.76 (12) $[M – C_4H_9 – H_2O]^+$, 82.24 (100). Найдено, %: C 61.16; H 11.34; S 18.06. $C_9H_{20}OS$. Вычислено, %: C 61.31; H 11.43; S 18.19. *M* 176.32.

1-(Бутилсульфанил)гексан-2-ол (3b) получен из 22.5 г (0.25 моль) бутантиола (**1**) и 44.72 г (0.25 моль) 1-бромгексан-2-ола (**2b**) (0.25 моль). Выход 37.7 г (74%), т.кип. 113–115°C (3 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4724, d_4^{20} 0.9235; MR_D 57.71, выч. 57.90. ИК спектр, δ, см$^{-1}$: 3500 (OH), 2900 (CH_3), 2871 (CH_2), 740 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.95 т (3H, $C^{11}H_3$, *J* 7.3 Гц), 1.11 т (3H, $C^{1}H_3$, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.29 м (8H, $4C^{2,3,9,10}H_2$), 1.35–1.41 м (2H, $C^{8}H_2$), 1.48–1.51 м (2H, $C^{9}H_2$), 2.59 д.д (1H, CH_2S, *J*

14.1 Гц, *J* 7.6 Гц), 2.64 д.д (1H, CH_2S, *J* 14.1 Гц, *J* 7.6 Гц), 3.74 уш.с (1H, OH), 4.14–4.21 м (1H, CHO). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 12.4, 14.5, 15.2, 16.4, 17.6, 18.2, 19.2, 35.8, 40.6, 69.3. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 191.06 (32) $[M + H]^+$, 190.05 (27) $[M]^+$, 173.45 (70) $[M – OH]^+$, 159.34 (11) $[M – OH – CH_2]^+$, 131.78 (4) $[M – C_3H_8 – CH_3]^+$, 129.75 (2) $[M – C_3H_7 – H_2O]^+$, 115.74 (19) $[M – C_4H_9 – H_2O]^+$, 104.43 (38), 82.64 (100). Найдено, %: C 62.95; H 11.56; S 16.72. $C_{10}H_{22}OS$. Вычислено, %: C 63.10; H 11.64; S 16.84. *M* 190.34.

1-(Бутилсульфанил)гептан-2-ол (3c) получен из 22.5 г (0.25 моль) 1-бутантиола (**1**) и 48.5 г (0.25 моль) 1-бромгептан-2-ола (**2c**). Выход 38.25 г (75%), т.кип. 112–113°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4715, d_4^{20} 0.9164; MR_D 62.39, выч. 62.25. ИК спектр ν, см$^{-1}$: 3500 (OH), 2900 (CH_3), 2880 (CH_2), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^1H, δ, м.д.: 0.88 т (3H, $C^{12}H_3$, *J* 7.1 Гц), 1.11 т (3H, C^1H_3, *J* 7.3 Гц), 1.21–1.31 м (8H, $C^{2,3,10,11}H_2$), 1.36–1.43 м (2H, C^9H_2), 1.47–1.51 м (2H, C^8H_2), 1.72–1.79 м (2H, C^4H_2), 2.59 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.64 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.74 уш.с (1H, OH), 4.04–4.14 м (1H, CHO). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 12.4, 14.5, 15.2, 16.4, 17.6, 18.2, 19.2, 35.8, 40.6, 69.3. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 205.75 (49) $[M + H]^+$, 204.74 (25) $[M]^+$, 187.36 (100) $[M – OH]^+$, 173.36 (8) $[M – OH – CH_2]^+$, 147.45 (6) $[M – C_3H_8 – CH_3]^+$, 143.75 (10) $[M – C_3H_7 – H_2O]^+$, 111.02 (30), 110.34 (72), 89.76 (14). Найдено, %: C 64.58; H 11.81; S 15.63. $C_{11}H_{24}OS$. Вычислено, %: 64.64; H 11.84; S 15.69. *M* 204.37.

1-(Бутилсульфанил)октан-2-ол (3d) получен из 22.5 г (0.25 моль) 1-бутантиола (**1**) и 52.25 г (0.25 моль) 1-бромоктан-2-ола (**2d**). Выход 41.5 г (76%), т.кип. 116–118°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4708, d_4^{20} 0.9116; MR_D 66.94, выч. 67.26, ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 3500 (OH), 2945 (CH_3), 2880 (CH_2), 735 (C–S). Спектр ЯМР ^1H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{13}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.1 Гц), 1.21–129 м (10H, $C^{2,3,10–12}H_2$), 1.30–1.38 м (2H, C^9H_2), 1.45–1.52 м (2H, C^8H_2), 1.65–1.70 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.74 уш.с (1H, OH), 4.04–4.11 м (1H, C^7HO). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 15.9, 16.4, 17.5, 18.2, 19.2, 35.4, 36.4, 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 219.47 (5) $[M + H]^+$, 218.46 (10) $[M]^+$, 201.34 (100) $[M – OH]^+$, 187.07 (8) $[M – OH – CH_2]^+$, 128.04 (72) $[M – C_4H_{10}S]^+$, 97.98 (30), 96.45 (72), 89.34 (15), 82.31 (45). Найдено, %: C 65.68; H 11.92; S 14.56. $C_{12}H_{26}OS$. Вычислено, %: C 65.99; H 12.02; S 14.68. *M* 218.40.

2-Аминометоксипроизводные 1-(бутилсульфанил)алканов (5a–t) (*общая методика*). К раствору 0.02 моль спирта **3a–d** и 0.02 моль формальдегида (получается из параформа в ходе реакции) в 30 мл безводного бензола при 20°C и постоянном перемешивании по каплям добавляли 0.02 моль свежеперегнанного амина **4a–e**. Перемешивание продолжали 3–4 ч при 45–50°C. После отгонки растворителя остаток перегоняли в вакууме.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(*N,N*-диэтиламино)-метокси]пентан (5a) получен из 5.3 г (0.03 моль) спирта **3a**, 0.9 г (0.03 моль) формальдегида и 2.19 г (0.03 моль) диэтиламина (**4a**). Выход 5.5 г (70%), т.кип. 115–117°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4628, d_4^{20} 0.9004; MR_D 79.99, выч. 80.48. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2930 (CH_3), 2850 (CH_2), 1230 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^1H, δ, м.д.: 0.91 т (3H, C^1H_3, *J* 7.1 Гц), 1.02 т (3H, $C^{10}H_3$, *J* 7.1 Гц), 1.11 т (6H, $2NCH_2–C\underline{H}_3$, *J* 7.3 Гц), 1.21–1.29 м (6H, C^2H_2, C^3H_2, C^9H_2), 1.32–1.41 м (4H, C^4H_2, C^8H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03–3.45 м (4H, $2CH_2N$), 4.04–4.11 м (1H, CHO), 4.59 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 16.9, 17.5, 18.2, 18.9, 19.2, 35.4, 36.4, 39.6, 40.6, 38.3, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 262.42 (10) $[M + H]^+$, 261.41 (49) $[M]^+$, 172.68 (24) $[M – C_4H_9S]^+$, 159.05 (100) $[M – C_5H_{12}NO]^+$, 80.07 (15). Найдено, %: C 64.08; H 11.84; N 5.28; S 12.12. $C_{14}H_{31}NOS$. Вычислено, %: C 64.31; H 11.95; N 5.35; S 12.26. *M* 261.47.

1-(Бутилсульфанил)-2-[*N,N*-дибутиламино)-метокси]пентан (5b) получен из 3.5 г (0.02 моль) спирта **3a**, 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 2.58 г дибутиламина (**4b**). Выход 5 г (79%), т.кип. 146–148°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4608, d_4^{20} 0.8824; MR_D 99.04, выч. 99.06. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2930 (CH_3), 2850 (CH_2), 1230 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^1H, δ, м.д.: 0.98 т [6H, $2N(CH_2)_3C\underline{H}_3$, *J* 7.4 Гц], 1.01 т (3H, $C^{10}H_3$, *J* 7.5 Гц), 1.08 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м [14H, $C^{2,3,9}H_2$, $4CH_{2дибут.}$], 1.45–1.59 м (2H, C^8H_2), 1.65–1.75 м (2H, C^9H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N$), 4.04–4.12 м (1H, CHO), 4.56 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 15.9, 16.4, 16.9, 17.5, 17.9, 18.2, 20.2, 35.4, 36.4, 37.4, 38.6, 39.6, 40.6, 68.9, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 317.66 (8) $[M]^+$, 226.24 (9) $[M – C_4H_9S]^+$, 203.25 (15) $[C_{14}H_{23}OS]^+$, 128.85 (100) $[M – C_{10}H_{28}OS]^+$, 82.07 (33). Найдено, %: C 67.86; H 12.26; N 4.34; S 9.98. $C_{18}H_{39}NOS$.

Вычислено, %: 68.07; H 12.34; N 4.41; S 10.09. *M* 317.57.

1-(Бутилсульфанил)-2-(пиперидинометокси)-пентан (5c) получен из 5.3 г (0.03 моль) спирта **3a**, 0.9 г (0.03 моль) формальдегида и 2.55 г (0.03 моль) пиперидина (**4c**). Выход 5.9 г (72%), т.кип. 152–154°C (3 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4802, d_4^{20} 0.9348; MR_D 83.5, выч. 83.14. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2920 (CH_3), 2850 (CH_2), 1130 (C–N), 725 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{10}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (14H, $C^{2,3,8,9}H_2$, $3CH_{2цикл.}$), 1.45–1.52 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03–3.21 м (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 4.04–4.32 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 17.5, 18.2, 18.9, 19.2, 35.4, 35.9, 36.4, 37.4, 38.6, 39.6, 40.5, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 273.83 (15) $[M]^+$, 182.11 (9) $[M - C_4H_9S]^+$, 173.35 (25), 98.66 (100), 82.06 (25), 70.22 (30), 41.35 (20). Найдено, %: C 65.59; H 11.34; N 5.08; S 11.63. $C_{15}H_{31}NOS$. Вычислено, %: C 65.88; H 11.43; N 5.12; S 11.73. *M* 273.48.

1-(Бутилсульфанил)-2-(морфолин-4-илметокси)пентан (5d) получен из 5.3 г (0.03 моль) спирта **3a**, 0.9 г (0.03 моль) формальдегида и 2.61 г (0.03 моль) морфолина (**4d**). Выход 6.2 г (75%), т.кип. 162–163°C (4 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4786, d_4^{20} 0.9788; MR_D 79.78, выч. 80.24. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2940 (CH_3), 2880 (CH_2), 1220 (C–N), 720 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{10}H_3$, *J* 7.2 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.3 Гц), 1.21–1.31 м (6H, $C^{2,3,9}H_2$), 1.45–1.52 м (2H, C^8H_2), 1.65–1.74 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.01 т (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 3.38 т (4H, $2CH_2O_{цикл.}$), 4.04–4.09–4.11 м (1H, CHO), 4.52 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 14.9, 15.2, 16.4, 16.9, 17.5, 18.2, 35.4, 36.4, 37.4, 38.6, 38.9, 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 275.45 (9) $[M]^+$, 184.39 (15) $[M - C_4H_9S]^+$, 179.28 (9) $[M - C_5H_9ON]^+$, 152.51 (100) $[M - C_7H_7NO]^+$, 115.26 (15), 82.48 (25), 56.08 (25), 41.44 (20). Найдено, %: C 60.82; H 10.53; N 5.0; S 11.56. $C_{14}H_{29}NO_2S$. Вычислено, %: C 61.04; H 10.55; N 5.09; S 11.64. *M* 275.45.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(гексаметиленимино)-метокси]пентан (5e) получен из 5.3 г (0.03 моль) спирта **3a**, 0.9 г (0.03 моль) формальдегида и 2.97 г (0.03 моль) гексаметиленимина (**4e**). Выход 6.65 г (77%), т.кип. 171–173°C (4 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4826, d_4^{20} 0.9386; MR_D 87.42, выч. 87.73. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2920 (CH_3), 2840 (CH_2), 1200 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{10}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (8H, $C^{2,3,8,9}H_2$), 1.32–1.45 м (8H, $4CH_{2цикл.}$), 1.65–1.75 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 4.04–4.12 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 14.9, 15.2, 16.4, 17.5, 17.8, 18.2, 19.2, 20.2, 35.4, 36.4, 36.9, 39.6, 40.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 287.44 (5) $[M]^+$, 186.56 (10) $[M - C_6H_5N]^+$, 179.58 (8) $[M - C_6H_5NO]^+$, 119.65 (100), 91.33 (50). Найдено, %: C 66.56; H 11.48; N 4.82; S 11.06. $C_{16}H_{33}NOS$. Вычислено, %: C 66.84; H 11.57; N 4.84; S 11.15. *M* 287.50.

1-(Бутилсульфанил)-2-(*N,N*-диэтиламинометокси)гексан (5f) получен из 3.8 г (0.02 моль) спирта **3b**, 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.46 г (0.02 моль) диэтиламина (**4a**). Выход 4.1 г (74%), т.кип. 128–130°C (4 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4645, d_4^{20} 0.9008; MR_D 84.67, выч. 85.06. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2920 (CH_3), 2840 (CH_2), 1200 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{11}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.15 т (6H, $2NCH_2C\underline{H}_3$, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.28 м (8H, $C^{2,3,9,10}H_2$), 1.32–1.45 м (2H, C^8H_2), 1.65–1.76 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, CH_2S, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, CH_2S, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.01 к (4H, $2CH_2N$), 4.04–4.09 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 15.9, 15.2, 16.4, 17.5, 17.9, 18.2, 19.2, 35.4, 36.4, 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 275.44 (9) $[M]^+$, 203.73 (5) $[M - C_4H_{10}N]^+$, 200.29 (10) $[M - C_3H_7S]^+$, 172.76 (31) $[M - C_4H_{11}NO - H_2O]^+$, 119.22 (110), 101.68 (16). Найдено, %: C 65.21; H 11.99; N 5.02; S 11.15. $C_{15}H_{33}NOS$. Вычислено, %: C 65.39; H 12.02; N 5.08; S 11.64. *M* 275.49.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(*N,N*-дибутиламино)-метокси]гексан (5g) получен из 3.8 г (0.02 моль) спирта **3b**, 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 2.58 г (0.02 моль) дибутиламина (**4b**). Выход 5.44 г (82%), т.кип. 145–146°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4618, d_4^{20} 0.8801; MR_D 103.54, выч. 103.68. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2930 (CH_3), 2840 (CH_2), 1210 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т [6H, $2N(CH_2)_3C\underline{H}_3$, *J* 7.4 Гц], 1.01 т (6H, C^1H_3, $C^{11}H_3$, *J* 7.5 Гц), 1.29–1.53 м [18H, $C^{2,3,8-10}H_2$, $4CH_{2дибут.}$], 1.65–1.73 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.02 к (4H, $2CH_2N$), 4.04–4.12 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 17.5, 18.2, 19.2, 20.4, 21.3, 26.2, 35.5, 35.9, 36.4, 37.8, 38.2, 38.8, 38.8, 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %):

331.62 (8) $[M]^+$, 242.81 (9) $[M - C_4H_9S]^+$, 203.38 (13) $[M - C_{11}H_{23}SO]^+$, 173.07 (15) $[M - C_9H_{20}NO]^+$, 142.22 (100) $[M - C_{10}H_{23}SO]^+$, 82.67 (33). Найдено, %: C 68.64; H 12.40; N 4.18; S 9.61. $C_{19}H_{41}NOS$. Вычислено, %: C 68.82; H 12.46; N 4.22; S 9.67. *M* 331.60.

1-(Бутилсульфанил)-2-(пиперидин-1-илметокси)гексан (5h) получен из 3.8 г (0.02 моль) спирта **3b**, 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.7 г (0.02 моль) пиперидина (**4c**). Выход 4.3 г (75%), т.кип. 143–144°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4775, d_4^{20} 0.9325; MR_D 87.29, выч. 87.73. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2920 (CH_3), 2850 (CH_2), 1200 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{11}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.04 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.29 м (8H, $C^{2,3,9,10}H_2$), 1.32–1.45 м (6H, $3CH_{2цикл.}$), 1.65–1.76 м (4H, $C^{4,8}H_2$), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.01 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 4.01–4.11 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 17.5, 18.2, 19.2, 20.4, 21.3, 26.21, 27.2, 35.4, 36.4, 37.3, 38.3, 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 287.06 (20) $[M]^+$, 212.43 (15) $[M - C_3H_7S]^+$, 204.04 (15) $[M - C_5H_9N]^+$, 184.44 (14) $[M - C_5H_{11}N - H_2O]^+$, 98.07 (100), 82.22 (45), 41.11 (20). Найдено, %: C 68.65; H 11.51; N 4.83; S 11.08. $C_{16}H_{33}NOS$. Вычислено, %: C 68.84; H 11.57; N 4.87; S 11.15. *M* 287.50.

1-(Бутилсульфанил)-2-(морфолин-4-илметокси)гексан (5i) получен из 3.8 г (0.02 моль) спирта (**3b**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.74 г (0.02 моль) морфолина (**4d**). Выход 4.5 г (78%), т.кип. 140–142°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4760, d_4^{20} 0.9649; MR_D 84.62, выч. 84.88. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2920 (CH_3), 2850 (CH_2), 1200 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{11}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (10H, $C^{2,3,8-10}H_2$), 1.45–1.63 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 т (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 3.4 т (4H, $2CH_2O_{цикл.}$), 4.04–4.09 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 17.5, 18.2, 18.9, 19.2, 20.4, 21.3, 26.2, 35.4, 36.4, 37.1, 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 289.66 (20) $[M]^+$, 272.54 (8) $[M - H_2O]^+$, 205.77 (3) $[M - C_4H_6NO]^+$, 180.28 (10) $[M - C_5H_9NO]^+$, 148.18 (100) $[M - C_7H_{11}NO_2]^+$. Найдено, %: C 62.06; H 10.74; N 4.83; S 11.08. $C_{15}H_{31}NO_2S$. Вычислено, %: C 62.24; H 10.79; N 4.84; S 11.08. *M* 289.48.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(гексаметиленимино)-метокси]гексан (5j) получен из 3.8 г (0.02 моль) спирта (**3b**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.98 г (0.02 моль) гексаметиленимина (**4e**). Выход 4.82 г (80%), т.кип. 146–147°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4820, d_4^{20} 0.93421; MR_D 90.02, выч. 92.38. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2910 (CH_3), 2880 (CH_2), 1200 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{11}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (10H, $C^{2,3,8-10}H_2$), 1.45–1.65 м (10H, C^4H_2, $4CH_{2цикл.}$), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 4.04–4.12 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 16.9, 17.5, 18.2, 18.8, 19.2, 20.4, 21.3, 26.2, 26.8, 35.4, 36.4, 37.4, 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 301.77 (20) $[M]^+$, 284.24 (15) $[M - H_2O]^+$, 212.96 (25) $[M - C_4H_9S]^+$, 203.73 (40) $[M - C_6H_{12}N]^+$, 138.26 (27) $[C_8H_{10}S]^+$, 99.28 (100) $[C_6H_{11}N]^+$, 82.37 (75), 58.32 (55), 41.53 (35). Найдено, %: C 67.54; H 11.63; N 4.60; S 10.56. $C_{17}H_{35}NOS$. Вычислено, %: C 67.72; H 11.70; N 4.64; S 10.63. *M* 301.53.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(*N,N*-диэтиламино)-метокси]гептан (5k) получен из 4.08 г (0.02 моль) спирта (**3c**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.46 г (0.02 моль) диэтиламина (**4a**). Выход 4.6 г (75%), т.кип. 126–128°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4630, d_4^{20} 0.8917; MR_D 89.43, выч. 89.76. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2910 (CH_3), 2890 (CH_2), 1215 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{12}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.15 т (6H, $2NCH_2C\underline{H}_3$, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (12H, $C^{2,3,8-11}H_2$), 1.45–1.62 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N$), 4.04–4.21 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 17.5, 18.2, 19.2, 20.4, 21.3, 22.3, 26.2, 35.4, 36.4, 37.4, 38.4 39.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 289.25 (7) $[M]^+$, 227.29 (11) $[M - C_4H_{10}N]^+$, 200.03 (9) $[M - C_4H_9S]^+$, 160.06 (15) $[M - C_7H_{15}NO]^+$, 112.66 (100) $[C_7H_{15}N]^+$, 52.72 (33). Найдено, %: C 66.31; H 12.14; N 4.81; S 11.02. $C_{16}H_{35}NOS$. Вычислено, %: 66.38; H 12.19; N 4.84; S 11.07. *M* 289.52.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(*N,N*-дибутиламино)-метокси]гептан (5l) получен из 4.08 г (0.02 моль) спирта (**3c**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 2.58 г (0.02 моль) дибутиламина (**4b**). Выход 4.62 г (78%), т.кип. 178–180°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4614, d_4^{20} 0.8784; MR_D 108.05, выч. 108.35. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2920 (CH_3), 2880 (CH_2), 1130 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.87 т [6H, $2N(CH_2)_3C\underline{H}_3$, *J* 7.4 Гц], 1.01 т (6H, $C^{12}H_3$, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.32–1.48 м [20H, $C^{2,3,8-11}H_2$, $4CH_{2дибут.}$], 1.65–1.73 м (2H,

C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, CH_2S, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.02 к (4H, $2CH_2N$), 4.04–4.09 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 15.9, 16.1, 16.9, 17.5, 18.2, 19.2, 19.8, 20.4, 21.3, 21.5, 26.2, 35.4, 35.9, 36.4, 36.7, 39.6, 40.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 345.27 (10) $[M]^+$, 256.82 (19) $[M – C_4H_9S]^+$, 273.82 (13) $[M – C_4H_{10}N]^+$, 154.42 (21) $[M – C_{10}H_{23}SO]^+$, 112.64 (100) $[C_7H_{15}N]^+$, 97.45 (30), 96.53 (75), 89.11 (15), 82.86 (33). Найдено, %: C 69.42; H 12.51; N 4.02; S 9.22. $C_{20}H_{43}NOS$. Вычислено, %: C 69.52; H 12.54; N 4.05; S 9.28. *M* 361.63.

1-(Бутилсульфанил)-2-(пиперидин-1-илметокси)гептан (5m) получен из 4.08 г (0.02 моль) спирта (**3c**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.7 г (0.02 моль) пиперидина (**4c**). Выход 3.48 г (69%), т.кип. 161–163°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4784, d_4^{20} 0.9236; MR_D 92.48, выч. 92.46. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2900 (CH_3), 2850 (CH_2), 1135 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^1H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{12}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.31 м (10H, $C^{2,3,9–11}H_2$), 1.33–1.45 м (6H, $3CH_{2цикл.}$), 1.64–1.75 м (4H, $C^{4,8}H_2$), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 4.04–4.12 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 16.9, 17.5, 18.2, 18.9, 19.2, 20.4, 21.3, 26.2, 27.2, 35.4, 36.4, 39.6, 40.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 302.33 (5) $[M + H]^+$, 301.32 (6) $[M]^+$, 218.32 (12) $[M – C_5H_9N]^+$, 213.76 (8) $[M – C_4H_9S]^+$, 200.28 (20) $[M – C_5H_{11}N – H_2O]^+$, 187.93 (100) $[M – C_6H_{12}NO]^+$, 89.05 (25) $[C_4H_9S]^+$, 83.93 (28). Найдено, %: C 67.62; H 11.62; N 4.56; S 10.54. $C_{17}H_{35}NOS$. Вычислено, %: C 67.72; H 11.70; N 4.64; S 10.63. *M* 301.53.

1-(Бутилсульфанил)-2-(морфолин-4-илметокси)гептан (5n) получен из 4.08 г (0.02 моль) спирта (**3c**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.74 г (0.02 моль) морфолина (**4d**). Выход 4.26 г (70%), т.кип. 162–164°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4782, d_4^{20} 0.9621; MR_D 89.38, выч. 89.53. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2890 (CH_3), 2840 (CH_2), 1130 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^1H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{12}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.33 м (12H, $C^{2,3,8–11}H_2$), 1.65–1.73 м (2H, C^4H_2) 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.01 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 3.4 к (4H, $2CH_2O_{цикл.}$), 4.04–4.11 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 17.5, 18.2, 19.2, 20.4, 21.3, 22.3, 26.2, 35.4, 35.8, 36.4, 39.6, 40.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 303.26 (10) $[M]^+$, 233.93 (6) $[M – C_4H_8N]^+$, 214.37 (8) $[M – C_4H_9S]^+$, 194.93 (15) $[M – C_5H_9NO]^+$, 182.53 (100) $[M – C_7H_7NO]^+$, 180.43 (20) $[M – C_5H_9NO – H_2O]^+$, 101.28 (25), 82.01 (30), 41.42 (20). Найдено, %: C 63.28; H 10.94; N 4.60; S 10.52. $C_{16}H_{33}NO_2S$. Вычислено, %: C 63.32; H 10.96; N 4.61; S 10.56. *M* 303.50.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(гексаметиленимино)-метокси]гептан (5o) получен из 4.08 г (0.02 моль) спирта (**3c**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.98 г (0.02 моль) гексаметиленимина (**4e**). Выход 4.11 г (65%), т.кип. 159–161°C (3 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4818, d_4^{20} 0.9282; MR_D 96.89, выч. 97.02. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2910 (CH_3), 2880 (CH_2), 1130 (C–N), 725 (C–S). Спектр ЯМР ^1H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{12}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (12H, $C^{2,3,8–11}H_2$), 1.45–1.74 м (10H, C^4H_2, $4CH_{2цикл.}$), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 4.04–4.11 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 17.5, 18.2, 19.2, 20.4, 21.3, 22.4, 23.3, 26.2, 35.4, 36.4, 39.6, 40.4, 41.6, 42.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 315.45 (6) $[M]^+$, 226.96 (9) $[M – C_4H_9S]^+$, 215.25 (13) $[C_{11}H_{25}SO]^+$, 186.73 (15) $[M – C_7H_{15}NO]^+$, 112.07 (100) $[C_7H_{15}N]^+$, 98.72 (50), 82.11 (33), 70.57 (20), 41.74 (15). Найдено, %: C 68.40; H 11.79; N 4.36; S 10.02. $C_{18}H_{37}NOS$. Вычислено, %: C 68.51; H 11.82; N 4.44; S 10.16. *M* 331.56.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(*N,N*-диэтиламино)метокси]октан (5p) получен из 4.37 г (0.02 моль) спирта (**3d**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.46 г (0.02 моль) диэтиламина (**4a**). Выход 4.59 г (74%), т.кип. 138–140°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4624, d_4^{20} 0.8856; MR_D 94.30, выч. 94.51. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2915 (CH_3), 2840 (CH_2), 1230 (C–N), 735 (C–S). Спектр ЯМР ^1H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{13}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.16 т (6H, $2NCH_2C\underline{H}_3$, *J* 7.4 Гц), 1.21–1.32 м (14H, $C^{2,3,8–12}H_2$), 1.45–1.71 м (2H, C^4H_2), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N$), 4.04–4.09 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.0, 16.4, 16.9, 17.5, 18.2, 19.1, 19.5, 19.7, 19.9, 35.4, 36.4, 39.4, 40.6, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 303.91 (5) $[M]^+$, 231.83 (6) $[M – C_4H_{10}N]^+$, 214.32 (20) $[M – C_4H_9S]^+$, 200.34 (100) $[M – C_5H_{11}N]^+$, 115.45 (20), 82.27 (25), 70.39 (18), 41.53 (15). Найдено, %: C 67.04; H 12.20; N 4.56; S 10.48. $C_{17}H_{37}NOS$. Вычислено, %: C 67.27; H 12.29; N 4.61; S 10.56. *M* 303.55.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(*N,N*-дибутиламино)-метоксиоктан (5q) получен из 4.37 г (0.02 моль) спирта (**3d**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 2.58 г (0.02 моль) дибутиламина (**4b**). Выход 5.9 г (82%), т.кип. 174–176°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4612, d_4^{20} 0.8746; MR_D 112.88, выч. 113.10. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2910 (CH_3), 2850 (CH_2), 1160 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{13}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (9H, C^1H_3, $2N(CH_2)_3C\underline{H}_3$, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.29 м (8H, $C^{2-4,8}H_2$), 1.32–1.48 м (8H, $C^{9-12}H_2$), 1.65–1.73 м [8H, $4CH_{2дибут.}$], 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 д.д (4H, $2CH_2N$), 4.04–4.12 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 15.9, 16.4, 19.8, 17.5, 18.2, 19.2, 20.4, 21.1, 21.3, 26.21, 35.4, 36.4, 39.6, 40.1, 41.2, 43.5, 44.5, 45.2, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 359.02 (5) $[M]^+$, 270.63 (8) $[M - C_4H_9S]^+$, 219.26 (10) $[C_{12}H_{27}SO]^+$, 142.83 (100) $[M - C_{12}H_{25}OS]^+$, 82.06 (33), 70.07 (18), 41.55 (25). Найдено, %: C 69.90; H 12.53; N 3.84; S 8.84. $C_{21}H_{45}NOS$. Вычислено, %: C 70.13; H 12.61; N 3.89; S 8.92. *M* 359.65.

1-(Бутилсульфанил)-2-(пиперидин-1-илметокси)октан (5r) получен из 4.37 г (0.02 моль) спирта (**3d**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.72 г (0.02 моль) пиперидина (**4c**). Выход 4.8 г (76%), т.кип. 159–160°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4778, d_4^{20} 0.9174; MR_D 97.22, выч. 97.10. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2920 (CH_3), 2850 (CH_2), 1200 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{13}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (14H, $C^{2,3,8-12}H_2$), 1.45–1.74 м (8H, C^4H_2, $3CH_{2цикл.}$), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 4.04–4.11 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 15.9, 16.4, 16.9, 17.5, 18.2, 19.2, 20.4, 21.3, 26.2, 27.4, 35.4, 36.4, 39.6, 40.1, 41.2, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 315.25 (8) $[M]^+$, 232.04 (18) $[M - C_5H_9N]^+$, 226.93 (10) $[M - C_4H_9S]^+$, 194.37 (100) $[M - C_7H_7NO]^+$, 89.37 (60) $[C_4H_9S]^+$. Найдено, %: C 68.32; H 11.75; N 4.38; S 10.08. $C_{18}H_{37}NOS$. Вычислено, %: C 68.51; H 11.82; N 4.44; S 10.16. *M* 315.56.

1-(Бутилсульфанил)-2-(морфолин-1-илметокси)октан (5s) получен из 4.37 г (0.02 моль) спирта (**3d**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.74 г (0.02 моль) морфолина (**4d**). Выход 4.92 г (77%), т.кип. 166–168°C (2 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4776, d_4^{20} 1.9562; MR_D 93.94, выч. 94.22. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2930 (CH_3), 2840 (CH_2), 1220 (C–N), 735 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{13}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (12H, $C^{2,3,9-12}H_2$), 1.45–1.74 м (4H, $C^{4,8}H_2$), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 3.5 к (4H, $2CH_2O_{цикл.}$), 4.04–4.12 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 16.4, 19.9, 17.5, 17.8, 18.2, 18.8, 19.2, 20.4, 35.4, 36.4, 39.6, 40.5, 41.2, 43.2, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 317.06 (5) $[M]^+$, 233.22 (3) $[M - C_4H_6NO]^+$, 317.78 (10) $[M - C_4H_9S]^+$, 200.27 (100) $[M - C_5H_{11}NO_2]^+$, 82.28 (30), 41.41 (35). Найдено, %: C 64.02; H 11.03; N 4.38; S 10.02. $C_{17}H_{35}NO_2S$. Вычислено, %: C 64.30; H 11.11; N 4.41; S 10.10. *M* 317.53.

1-(Бутилсульфанил)-2-[(гексаметиленимино)-метокси]октан (5t) получен из 4.37 г (0.02 моль) спирта (**3d**), 0.6 г (0.02 моль) формальдегида и 1.98 г (0.02 моль) гексаметиленимина (**4e**). Выход 5.2 г (79%), т.кип. 164–166°C (1 мм рт.ст.), n_D^{20} 1.4774, d_4^{20} 0.9174; MR_D 101.57, выч. 101.75. ИК спектр, ν, см$^{-1}$: 2920 (CH_3), 2830 (CH_2), 1190 (C–N), 730 (C–S). Спектр ЯМР ^{1}H, δ, м.д.: 0.98 т (3H, $C^{13}H_3$, *J* 7.4 Гц), 1.01 т (3H, C^1H_3, *J* 7.5 Гц), 1.21–1.32 м (14H, $C^{2,3,8-12}H_2$), 1.45–1.74 м (8H, $4CH_{2цикл.}$), 2.41 д.д (2H, C^4H_2, *J* 13.7 Гц, *J* 7.2 Гц), 2.49 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 2.61 д.д (1H, $C\underline{H}_2S$, *J* 14.0 Гц, *J* 7.7 Гц), 3.03 к (4H, $2CH_2N_{цикл.}$), 4.04–4.09 м (1H, CHO), 4.51 с (2H, OCH_2N). Спектр ЯМР ^{13}C, δ, м.д.: 14.4, 15.2, 15.9, 16.4, 16.9, 17.5, 18.2, 19.2, 20.4, 21.3, 26.2, 27.5, 28.4, 35.4, 36.4, 39.6, 40.5, 41.1, 69.9. Масс-спектр, *m/z* ($I_{отн}$, %): 329.28 (6) $[M]^+$, 240.81 (9) $[M - C_4H_6S]^+$, 200.38 (15) $[M - C_9H_{20}NO]^+$, 191.44 (13) $[C_{10}H_{23}SO]^+$, 112.04 (100) $[C_7H_{15}N]^+$, 82.47 (33). Найдено, %: C 69.02; H 11.85; N 4.21; S 9.65. $C_{19}H_{39}NOS$. Вычислено, %: C 69.24; H 11.93; N 4.25; S 9.73. *M* 329.58.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. М.: Химия, **1972**, 358.
2. Beletskaya I.P., Ananikov V.P. *Eur. J. Org. Chem.* **2007**, *21*, 3431. doi 10.1002/ejoc.200700119
3. Мамедбейли Э.Г., Джафаров И.А., Кочетков К.А., Кязимова Т.Г., Гасанов Х. И., Алиева С.Т. *ЖОрХ.* **2011**, *47*, 880. [Mamedbeili E.G., Dzhafarov IA., Kochetkov K.A., Kyazimova T.G., Gasanov K.I.,

Alieva S.T. *Russ. J. Org. Chem*. **2011**, *47*, 842.] doi 10.1134/S1070428011060042

4. Головач Н.М., Ткачук В.Н., Сукач В.А., Вовк М.В. *ЖОрХ*. **2012**, *48*, 1118. [Golovach N.M., Tkachuk V.N., Sukach V.A., Vovk M.V. *Russ. J. Org. Chem.* **2012**, *48*, 1187.] doi 10.1134/S1070428012090060
5. Климочкин Ю.Н., Юдашкин А.В., Жилкина Е.О., Ивлева Е.А., Моисеев И.К., Ошис Я.Ф. *ЖОрХ*. **2017**, *33*, 959. [Klimochkin Yu.N., Yudashkin A.V., Zhilkina E.O., Ivleva E.A., Moiseev I.K., Oshis Ya.F. *Russ. J. Org. Chem*. **2017**, *53*, 971.] doi 10.1134/S1070428017070028
6. Гулюкина Н.С., Макухин Н.Н, Белецкая И.П. *Усп. Хим.* **2016**, *85*, 667. [Coulioukina N.S., Nakukhim M.N., Beletskaya İ.P. *Russ. Chem. Rev.* **2016**, *85*, 667.] doi 10.1070/RCR4579
7. Kumar S.V., Subramanian M.R., Chinnaiyan S.K. *J. Young Pharmacists*. **2013**, *5*, 154. doi 10.1016/j.jyp.2013.11.004
8. Roman G. *Eur. J. Med. Chem.* **2015**, *89*, 743. doi 10.1016/j.ejmech.2014.10.076
9. Subramaniapillai S.G. *J. Chem. Sci*. **2013**, *125*, 467. doi 10.1007/s12039-013-0405-y
10. Allochio Filho J.F., Lemos B.C., Desauza A.S., Pinheiro S., Greco S.J. *Tetrahedron*. **2017**, *73*, 6977. doi 10.1016/j.tet.2017.10.063
11. Миронов В.А., Янковский С.А. Спектроскопия в органической химии. М.: Химия, **1985**, 232.

Synthesis of Aminomethoxy Derivatives of 1-(Butylsulfanyl)alkanes

I. A. Jafarov[a], E. H. Mammadbayli[b, *], N. A. Jafarova[c], and G. M. Talybov[b]

[a] *Azerbaijan Pedagogical University, AZ1000, Azerbaijan, Baku, ul. Hajibeyly Uzeir 68*

[b] *Institute of Petrochemical Processes of the NAS of Azerbaijan, AZ1025, Azerbaijan, Baku, pr. Hodzhaly 30*
**e-mail: eldar_mamedbeyli@mail.ru*

[c] *Azerbaijan State University of Oil and Industry, AZ1010, Azerbaijan, Baku, pr. Azadlyg 20*

Received April 5, 2018
Revised May 14, 2018
Accepted December 1, 2018

The three-component Mannich reaction based on 1-(butylsulfanyl)alkane-2-ols, formaldehyde and secondary (aliphatic and heterocyclic) amines leads to the formation of new aminomethoxy derivatives of 1-(butylsulfanyl)-alkanes. Mannich condensation was carried out at an equimolar ratio of the starting compounds at 45–50°C for 3–4 h. The yield of the target products is 65–82%. The physico-chemical data of the synthesized compounds were determined. The composition and structure of the compounds obtained were proved on the basis of elemental analysis data, IR, ^{1}H and ^{13}C NMR spectroscopy, as well as mass spectrometry. A number of synthesized compounds were tested as antimicrobial agents. Antimicrobial activity was studied by the method of serial dilutions. Gram-negative, gram-positive and spore-bearing bacteria, as well as yeast-like fungi, were used as test cultures. The test compounds exhibit more pronounced antimicrobial activity than the medications used in practice. Compounds containing cyclic amino fragments have higher antimicrobial properties than compounds containing aliphatic amino fragments. Test compounds are recommended as antimicrobial agents.

Keywords: aminomethoxy derivatives of 1-(butylsulfanyl) alkanes, Mannich reaction, secondary amines, formaldehyde, antimicrobial activity, biologically active compounds