

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**  
**ORGANIC CHEMISTRY**

УДК 547.327+547.677.3+532.783  
<https://doi.org/10.29235/1561-8331-2020-56-3-293-300>

Поступила в редакцию 02.03.2020  
Received 02.03.2020

**М. П. Бей, Ал. Ан. Муравский, Ан. Ал. Муравский, Д. С. Чепелева,  
Н. В. Пучкова, А. П. Ювченко**

*Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси,  
Минск, Республика Беларусь*

**СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ МАЛЕО- И ЦИТРАКОНОПИМАРОВЫХ КИСЛОТ  
С МЕЗОГЕННЫМИ ГРУППАМИ В КАЧЕСТВЕ ХИРАЛЬНЫХ ДОПАНТОВ  
ЖК-КОМПОЗИЦИЙ**

**Аннотация.** Разработан метод синтеза аминоксидов малеопимаровой кислоты, заключающийся в обработке малеопимаровой кислоты избытком тионилхлорида при 18–20 °С и последующем взаимодействии полученного хлорангидрида с ароматическими диаминами (1,4-диаминобензол, 4,4'-диаминодифенил) с выходами 80,5–94,3 %. Реакцией аминоксидов малеопимаровой кислоты с алифатическими и ароматическими альдегидами (изовалериановый альдегид, бензальдегид, 4-метоксибензальдегид, 4-хлорбензальдегид) получены азометины малеопимаровой кислоты, содержащие мезогенные группы (4-бифенил, 4-фениламинобензилден) с выходами 56,5–99,3 %. Впервые синтезированы 4-бифениламиды малеопимаровой и цитраконопимаровой кислот реакцией хлорангидридов этих кислот и 4-аминобифенила с выходами 91,3–94,8 %. Установлено, что полученные вещества являются оптически активными, удельное вращение ( $[\alpha]_D$ ) синтезированных соединений составляет  $-45,0^\circ \div -118,2^\circ$ . Показано, что при введении в нематическую жидкокристаллическую матрицу (MLC 6809-000, Merck) ряда полученных добавок (амидов и азометинов малеопимаровой кислоты) образуется хиральная ЖК-фаза. Закручивающая способность исследованных соединений достигает  $12,4 \text{ мкм}^{-1}$ . Полученные данные могут быть применены при разработке новых промышленных хиральных ЖК-композиций для использования в электронной промышленности при производстве ЖК-индикаторов.

**Ключевые слова:** малеопимаровая кислота, цитраконопимаровая кислота, амид, аминоксид, азометин, жидкий кристалл, хиральный допант

**Для цитирования.** Синтез производных малео- и цитраконопимаровых кислот с мезогенными группами в качестве хиральных допантов ЖК-композиций / М. П. Бей [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2020. – Т. 56, № 3. – С. 293–300. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2020-56-3-293-300>

**M. P. Bei, Al. An. Muravskii, An. Al. Muravskii, D. S. Chepeleva, N. V. Puchkova, A. P. Yuvchenko**

*Institute of Chemistry of New Materials of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

**SYNTHESIS OF MALEO- AND CITRACONOPIMARIC ACID DERIVATIVES WITH MESOGENIC  
GROUPS AS CHIRAL DOPANTS TO LC-COMPOSITIONS**

**Abstracts.** The method for maleopimaric acid aminoamides synthesis has been developed, which involves the treatment of maleopimaric acid with an excess of thionyl chloride at 18–20 °С and the subsequent reaction of the obtained maleopimaric acid chloride and aromatic diamines (1,4-diaminobenzene, 4,4'-diaminodiphenyl) in 80.5–94.3 % yields. The reaction of maleopimaric acid aminoamides with aliphatic and aromatic aldehydes (isovalerianic aldehyde, benzaldehyde, 4-methoxybenzaldehyde, 4-chlorobenzaldehyde) gave maleopimaric acid azomethines containing mesogenic groups (4-biphenyl, 4-phenylaminobenzilidene) in 56.5–99.3 % yields. Maleopimaric and citraconopimaric acid 4-biphenylamides were first synthesized by the reaction of acid chlorides of these acids and 4-aminobiphenyl in yields of 91.3–94.8 %. It was established that the obtained substances are optically active and the specific rotation ( $[\alpha]_D$ ) of the synthesized compounds is  $-45.0^\circ \div -118.2^\circ$ . It has been shown that the chiral LC phase is formed once the obtained additives (amides and azomethines of maleopimaric acid) are introduced into the nematic liquid crystal matrix (MLC 6809-000, Merck). The helical twisting power of the studied compounds reaches  $12.4 \text{ }\mu\text{m}^{-1}$ . The data obtained can be applied in the development of new industrial chiral LC compositions for use in the electronic and LC industry, e.g. TN LCD fabrication.

**Keywords:** maleopimaric acid, citraconopimaric acid, amide, aminoamide, azomethine, liquid crystal, chiral dopant

**For citation.** Bei M. P., Muravskii A.I. An., Muravskii An. A.I., Chepeleva D. S., Puchkova N. V., Yuvchenko A. P. Synthesis of maleo- and citraconopimaric acid derivatives with mesogenic groups as chiral dopants to LC-compositions. *Vestsi Natsyyanal' nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Series*, 2020, vol. 56, no. 3, pp. 293–300 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2020-56-3-293-300>

**Введение.** Значительным достижением последних десятилетий является применение жидких кристаллов (ЖК) в оптических технологиях. ЖК обладают уникальными свойствами по сравнению с традиционными оптическими материалами – возможностью плавного и локального управления оптическими характеристиками среды: светопропусканием, светорассеянием, поляризацией, преломлением, отражением, поглощением света, цветовыми параметрами. В промышленности наряду с нематическими находят применение и холестерические (хиральные) ЖК (ХЖК). Холестерическую фазу можно получить при добавлении небольшого количества немезоморфного оптически активного вещества (допанта) в нематический ЖК [1, 2]. Хиральные допаны являются важным компонентом ЖК-смесей и широко используются для получения оптимальных свойств бистабильных устройств, для устранения дефектов в твист-нематических индикаторах и т. д. Свойства получаемой ЖК-композиции зависят в значительной степени от строения хирального допанта, его растворимости в нематической ЖК-матрице, закручивающей силы, диэлектрических свойств, соотношения компонентов в ЖК-композиции. В настоящее время в Республике Беларусь при производстве ЖК-устройств используются импортные допаны, что обуславливает необходимость разработки эффективных отечественных хиральных добавок, удовлетворяющих современным требованиям отечественной электронной промышленности.

Ранее в работах [3, 4] мы показали возможность использования в качестве хирального допанта к нематическим ЖК доступных терпеноидных соединений – *para*-замещенных фениламинов малеопимаровой кислоты, получаемых в виде единственного оптического изомера из *para*-(алкил-, алкокси-, бром)замещенных анилинов и малеопимаровой кислоты, выделяемой из аддукта канифоли (продукта переработки сосновой живицы) и малеинового ангидрида [5].

Целью настоящей работы является синтез содержащих мезогенные группы производных терпеноидных кислот: N-(4-аминофенил-, бифенил-, 4'-аминобифенил)амидов малеопимаровой кислоты **3а–в**, бифениламида цитраконопимаровой кислоты **3г**, азометинов **5а–г**, **6а–г** на основе аминоксидов малеопимаровой кислоты, и исследование хиральных свойств жидкокристаллических композиций с использованием полученных соединений в качестве хиральных допантов.

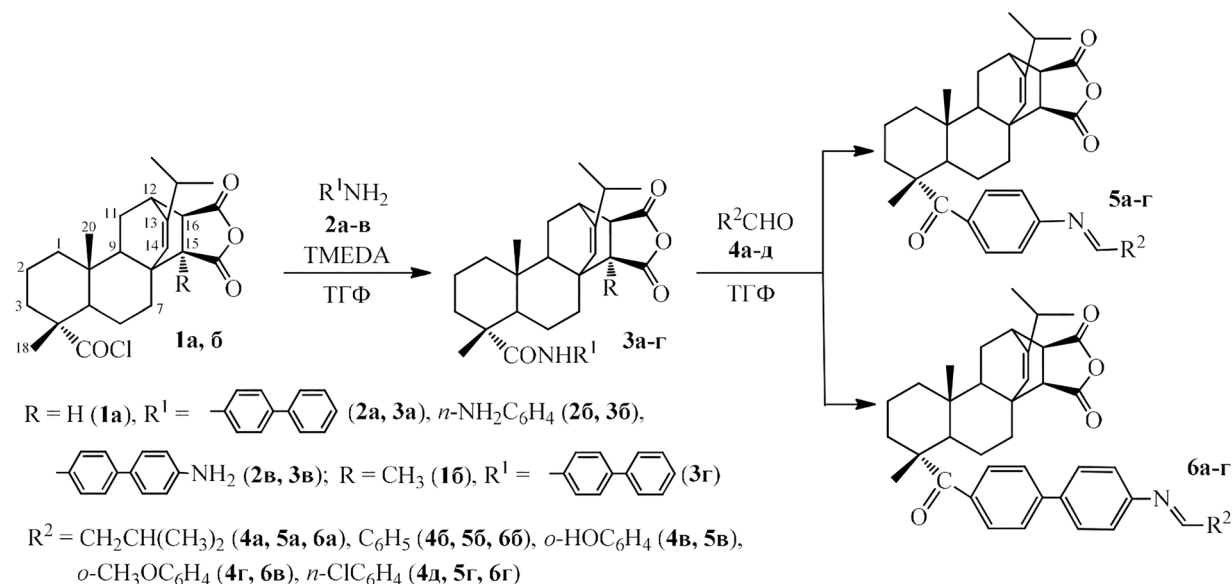
**Методы исследований.** Амиды **3а–г** получали взаимодействием хлорангидрида малеопимаровой кислоты **1а**, **б** с ароматическими аминами **2а–в** (1,4-диаминобензол, 4-аминодифенил, 4,4'-диаминодифенил), взятых в молярном соотношении 1:1,1, в ТГФ с использованием в качестве основания тетраметилэтилендиамина (TMEDA); реакцию проводили в течение 4–24 ч при 18–20 °С. При синтезе аминоксидов **3б**, **в** применяли обратный порядок добавления реагентов, так как при добавлении ароматических диаминов **2б**, **в** (1,4-диаминобензол, 4,4'-диаминодифенил) к раствору хлорангидрида малеопимаровой кислоты **1а** наблюдается образование побочных продуктов – диаминов малеопимаровой кислоты и ароматических диаминов [6].

Выдерживанием смеси аминоксидов **3а**, **б** и алифатических, ароматических альдегидов **4а–д** (молярное соотношение 1:1,2) в абсолютном тетрагидрофуране в присутствии водоотнимающего агента (молекулярные сита 4Å) в течение 48 ч с последующей очисткой получали азометины **5а–г**, **6а–г** с выходами 56,5–99,3 %.

Амиды **3а–г**, азометины **5а–г**, **6а–г** представляют собой слегка окрашенные кристаллические вещества, растворимые в диметилформамиде, диметилсульфоксиде и плохо растворимые в метаноле, диэтиловом эфире и углеводородах. Строение амидов **3а–г**, азометинов **5а–г**, **6а–г** подтверждено данными элементного анализа, ИК и ЯМР спектроскопии и масс-спектрометрии. Чистота полученных соединений, по данным ЯМР <sup>1</sup>H, составляет 98±2 %.

В ИК спектрах соединений **3а–г** исчезает полоса поглощения связи С=О карбоксильной группы (1710 см<sup>-1</sup>), сохраняются полосы поглощения связи С=О ангидридной группы (1780, 1840 см<sup>-1</sup>) и появляются характеристические полосы поглощения амидной группы при 1660±10 см<sup>-1</sup>

(амид I) [7]. В спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  ароматических амидов **3а–г**, азометинов **5а–г**, **6а–г** сохраняются сигналы протонов фрагмента малеопимаровой кислоты и появляются дополнительно сигналы протонов арильного радикала амидной и бензилиденовой групп – 6,67–7,95 м.д. ( $\text{H}_{\text{аром}}$ ), протоны азометиновой группы ( $\text{HC}=\text{N}$ ) проявляются в виде синглета в области 7,87–9,25 м.д. В ЯМР  $^{13}\text{C}$  спектрах соединений **3а–г**, **5а–г**, **6а–г** число сигналов соответствует числу атомов углерода в ароматических амидах и имидоамидах малеопимаровой кислоты.



Синтезированные амиды **3а–в** и азометины **5а–г**, **6а–г** малеопимаровой кислоты и бифенил-амид цитраконопимаровой кислоты **3г** являются хиральными соединениями, что обуславливает проявление ими оптической активности. Установлено, что полученные вещества являются левовращающими и удельное вращение ( $[\alpha]_D$ ) исследованных соединений лежит в диапазоне от  $-45,0^\circ$  до  $-118,2^\circ$ .

Методом клина Кано [1] дана оценка закручивающей способности синтезированных амидов **3а–г** и азометинов **5а–г**, **6а, в, г** для растворов в жидкокристаллической нематической матрице Merck MLC 6809-000. Получены образцы хиральных ЖК-композиций с шагом спирали от 37,9 до 9,2 мкм (таблица). Установлено, что синтезированные производные малеопимаровой кислоты **3а–е**, **5а–з** в зависимости от вводимых заместителей обладают закручивающей способностью до  $12,4 \text{ мкм}^{-1}$  и способны образовывать устойчивые хиральные ЖК-композиции, которые могут быть использованы в различных электрооптических системах отображения и преобразования информации, в частности в дисплеях с матричной системой адресации [8].

Таблица 1. Сила кручения хиральных допантов и шаг спирали ЖК-композиции  
 Table 1. Torsion force of chiral dopants ( $\alpha$ ) and the helix pitch distance ( $P$ ) of LC composition

Хиральный допант	Сила кручения ( $\alpha$ ), $\text{мкм}^{-1}$	Шаг спирали ( $P$ ), мкм
3а	12,42	9,17
3б	5,93	16,46
3в	2,98	32,40
5а	3,78	26,24
5б	5,37	18,44
5в	3,84	26,54
5г	2,69	37,88

Примечание: раствор ~1 мас.% хирального допанта в жидкокристаллической матрице Merck MLC6809-000.

### Экспериментальная часть

ИК спектры соединений записаны на ИК-Фурье спектрометре Bruker Tensor 27 в таблетках KBr. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  сняты на спектрометре AVANCE 500 (500 МГц для  $^1\text{H}$  и 125 МГц для  $^{13}\text{C}$ ) для растворов в  $\text{CDCl}_3$  (**3a–г**, **5a–в**, **6a–г**),  $\text{DMCO}-d_6$  (**5r**), химические сдвиги определяли относительно остаточного сигнала растворителя (2,50 м.д. в  $^1\text{H}$  для  $\text{DMCO}-d_6$ , 7,27 м.д. в  $^1\text{H}$ , 77,00 м.д. в  $^{13}\text{C}$  для  $\text{CDCl}_3$ ). Масс-спектры соединений получены на масс-спектрометре Accela с масс-детектором LCQ Fleet в режиме химической ионизации (APCI) с детектированием положительных ионов. Элементный анализ выполнен на приборе VARIO Micro Cube CHNS-анализатор. Температуры плавления определяли на приборе OptiMelt Stanford Research Systems MPA 100. Удельное вращение измеряли на приборе Atago AP-300 в растворе (тетрагидрофуран). Протекание реакции контролировали методом ТСХ на пластинах с силикагелем 60  $\text{F}_{254}$  (Merck Art. 7734). Исходные хлорангидрид малеопимаровой кислоты **1a** получали по [9], хлорангидрид  $\text{C}^{15}\text{-CH}_3$  изомера цитраконопимаровой кислоты **1b** – по ранее разработанной методике [10].

**Бифениламины малеопимаровой и цитраконопимаровой кислот 3a, г** (общая методика). К раствору 0,48 моль хлорангидрида малеопимаровой **1a** или цитраконопимаровой кислоты **1b** в 20 мл абсолютного тетрагидрофурана по каплям прибавляли раствор 0,89 г (0,53 моль) 4-бифениламина **2a** и 0,72 мл (0,53 моль) тетраметилэтилендиамина в 20 мл тетрагидрофурана в течение 30 мин при температуре 18–20 °С и перемешивали в течение 8 ч. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали ТГФ (2×10 мл). Фильтрат упаривали, к остатку добавляли 30 мл  $\text{CHCl}_3$ , промывали 10 %-ным раствором  $\text{HCl}$  (2×20 мл), водой (3×20 мл), сушили  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и растворитель отгоняли.

***N*-([1,1'-бифенил]-4-ил)-(15aH, 16aH)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид 3a**. Выход 2,49 г (94,8 %), т. пл. 140–143 °С,  $[\alpha]_D -58,2^\circ$  ( $c = 0,60$ ). ИК спектр,  $\text{cm}^{-1}$ : 2869, 1842, 1778 [(C=O)O], 1670 [(C=O)N], 1591 (C=C<sub>аром</sub>), 1521 (N–H), 1312 (C–N). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 0,65 с (3H,  $\text{C}^{20}\text{H}_3$ ), 1,01 д (3H,  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ ,  $J$  7 Гц), 1,02 д (3H,  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ ,  $J$  7 Гц), 1,04 м (1H), 1,27 м (1H), 1,34 с (3H,  $\text{C}^{18}\text{H}_3$ ), 1,41–1,62 м (7H), 1,71 м (2H), 1,88–2,00 м (2H), 2,28 септет (1H,  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ ,  $J$  7 Гц), 2,52 м (1H,  $\text{C}^7\text{H}_{\text{eq}}$ ), 2,72 д (1H,  $\text{C}^{15}\text{H}$ ,  $J$  8 Гц), 3,10 дд (1H,  $\text{C}^{16}\text{H}$ ,  $J$  8 Гц, 3 Гц), 3,14 уш. с (1H,  $\text{C}^{12}\text{H}$ ), 5,54 с (1H,  $\text{C}^{14}\text{H}$ ), 7,34 т (1H,  $\text{H}_{\text{аром}}$ ,  $J$  7,5 Гц), 7,43 д (1H,  $\text{H}_{\text{аром}}$ ,  $J$  7,5 Гц), 7,45 д (1H,  $\text{H}_{\text{аром}}$ ,  $J$  7,5 Гц), 7,55 с (1H, NH), 7,57–7,65 м (6H). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м.д.: 15,65, 17,11, 19,95, 20,56, 21,23, 27,21, 32,74, 34,75, 35,67, 36,96, 37,76, 40,38, 45,60, 47,58, 49,73, 53,04, 53,22, 120,56, 125,15, 126,84, 127,13, 127,58, 128,77, 137,04, 137,35, 140,45, 148,07, 170,83, 172,70, 176,68. Масс-спектр,  $m/z$ : 552  $[M+1]^+$ . Найдено, %: C 78,48; H 7,88; N 2,83.  $\text{C}_{36}\text{H}_{41}\text{NO}_4$ . Вычислено, %: C 78,37; H 7,49; N 2,54.

***N*-([1,1'-бифенил]-4-ил)-(15aCH<sub>3</sub>, 16aH)-17,18-динор-13-изопропил-15-метил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид 3г**. Выход 2,47 г (91,3 %), т. пл. 238–240 °С,  $[\alpha]_D -45,0^\circ$  ( $c = 0,48$ ). ИК спектр,  $\text{cm}^{-1}$ : 2870, 1842, 1775 [(C=O)O], 1663 [(C=O)N], 1593 (C=C<sub>аром</sub>), 1523 (N–H), 1312 (C–N). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д.: 0,67 с (3H,  $\text{C}^{20}\text{H}_3$ ), 1,00 д (6H,  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ ,  $J$  7 Гц), 1,04 м (1H), 1,27 м (1H), 1,35 с (3H,  $\text{C}^{18}\text{H}_3$ ), 1,42 с (3H,  $\text{C}^{15}\text{CH}_3$ ), 1,42–1,68 м (8H), 1,74–1,90 м (2H), 1,97 м (1H), 2,22–2,33 м (2H,  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ ,  $\text{C}^7\text{H}_{\text{eq}}$ ), 2,59 д (1H,  $\text{C}^{16}\text{H}$ ,  $J$  2,5 Гц), 3,04 уш. с (1H,  $\text{C}^{12}\text{H}$ ), 5,60 с (1H,  $\text{C}^{14}\text{H}$ ), 7,35 т (1H,  $\text{H}_{\text{аром}}$ ,  $J$  7 Гц), 7,45 т (2H,  $\text{H}_{\text{аром}}$ ,  $J$  7 Гц), 7,54 с (1H, NH), 7,56–7,65 м (6H,  $\text{H}_{\text{аром}}$ ). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м.д.: 16,43, 17,15, 17,18, 18,53, 19,86, 20,31, 21,03, 27,46, 29,76, 32,58, 36,49, 36,89, 37,87, 38,14, 42,14, 46,83, 47,58, 49,62, 53,22, 54,86, 120,59, 126,85, 127,12, 127,59, 127,67, 128,76, 136,99, 137,40, 140,46, 147,60, 172,66, 175,09, 176,75. Масс-спектр,  $m/z$ : 566  $[M+1]^+$ . Найдено, %: C 78,41; H 7,87; N 2,78.  $\text{C}_{37}\text{H}_{43}\text{NO}_4$ . Вычислено, %: C 78,55; H 7,66; N 2,48.

**Аминоамиды малеопимаровой кислоты 3б, в** (общая методика). Раствор 1,20 г (0,0029 моль) хлорангидрида малеопимаровой кислоты **1a** в 20 мл абсолютного тетрагидрофурана по каплям в течение 1 мин прибавляли к раствору ароматического диамина **2б, в** (0,0032 моль) и 0,47 мл (0,0032 моль) тетраметилэтилендиамина в 20 мл тетрагидрофурана при температуре 18–20 °С и перемешивали в течение 4 ч. Реакционный продукт постепенно добавляли к 300 мл дистиллированной воды при сильном перемешивании. По окончании прибавления полученную суспензию перемешивали в течение 1 ч, нерастворимый осадок отфильтровывали, промывали кипящей

водой (2×20 мл), сушили на воздухе. Амид **3в** дополнительно очищали перекристаллизацией из 15 мл изопропилового спирта.

***N*-(4-аминофенил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид **3б****. Выход 1,14 г (80,5 %), т. пл. 171–173 °С,  $[\alpha]_D -61,7^\circ$  ( $c = 0,25$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2868, 1842, 1777 [(C=O)O], 1652 [(C=O)N], 1594 (C=C<sub>аром</sub>), 1515 (N–H), 1305 (C–N). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,63 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 1,00 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,07 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,26 м (1H), 1,28 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,36–1,58 м (8H), 1,64–1,72 м (2H), 1,85–1,97 м (2H), 2,27 септет (1H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 2,49 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,70 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,09 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 3 Гц), 3,12 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 5,53 с (1H, C<sup>14</sup>H), 6,67 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 7,26 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 7,34 с (1H, NH). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C,  $\delta$ , м.д.: 15,61, 17,05, 17,12, 19,95, 20,56, 21,13, 27,20, 32,73, 34,71, 35,67, 36,82, 37,72, 37,78, 40,35, 45,60, 47,21, 49,65, 53,04, 53,15, 115,35, 122,54, 125,20, 129,04, 143,50, 147,99, 170,94, 172,80, 176,44. Масс-спектр, *m/z*: 491 [M+1]<sup>+</sup>. Найдено, %: С 73,65; Н 7,84; N 5,89. C<sub>30</sub>H<sub>38</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 73,44; Н 7,81; N 5,71.

***N*-(4'-(амино-[1,1'-бифенил]-4-ил))-15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид **3в****. Выход 1,53 г (94,3 %), т. пл. 360–362 °С,  $[\alpha]_D -118,2^\circ$  ( $c = 0,43$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2868, 1842, 1777 [(C=O)O], 1665 [(C=O)N], 1592 (C=C<sub>аром</sub>), 1502 (N–H), 1312 (C–N). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,64 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 0,99 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,01 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,03 м (1H), 1,27 м (1H), 1,32 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,39–1,47 м (3H), 1,49–1,64 м (4H), 1,66–1,74 м (2H), 1,88–1,98 м (2H), 2,26 уш. с (2H, NH<sub>2</sub>), 2,27 септет (1H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 2,51 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,71 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,08 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 3 Гц), 3,13 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 5,53 с (1H, C<sup>14</sup>H), 6,74 д (1H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 6,76 д (1H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 7,35 д (1H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 7,40 д (1H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 7,47–7,62 м (5H, H<sub>аром</sub>, NH). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C,  $\delta$ , м.д.: 15,62, 17,08, 19,94, 20,55, 21,19, 27,19, 32,72, 34,72, 35,65, 36,91, 37,74, 40,35, 45,57, 47,50, 49,68, 53,01, 53,16, 115,38, 115,42, 120,64, 125,16, 126,70, 127,22, 127,68, 130,78, 136,11, 137,39, 145,76, 148,01, 170,86, 172,74, 176,60. Масс-спектр, *m/z*: 567 [M+1]<sup>+</sup>. Найдено, %: С 73,65; Н 7,84; N 5,89. C<sub>36</sub>H<sub>42</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 76,29; Н 7,47; N 4,94.

**Азометины аминоксидов малеопимаровой кислоты **5а–г**, **6а–г****. Смесь 0,30 г аминоксида **3б**, **в**, 1,1 экв. амина и 0,8 г молекулярных сит 4Å (выдержаны 3 ч при 380 °С) перемешивали в 8 мл абсолютного тетрагидрофурана при 18–20 °С в течение 16 ч. Цеолит удаляли, полученный раствор упаривали при пониженном давлении (10 мм рт. ст.). Сухой остаток выдерживали при пониженном давлении (0,01 мм рт. ст.) в течение 2 ч (азометины **5а**, **6а**) или к сухому остатку добавляли 3 мл диэтилового эфира, перемешивали 1 ч, выпавший осадок отфильтровывали, промывали диэтиловым эфиром (2×0,5 мл), сушили на воздухе (азометины **5б–г**, **6б–г**).

***N*-(4-((*E*)-(3-метилбутилиден)амино)фенил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид **5а****. Выход 0,34 г (99,3 %), т. пл. 176–178 °С,  $[\alpha]_D -61,7^\circ$  ( $c = 0,20$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2870, 1842, 1778 [(C=O)O], 1658 [(C=O)N], 1592 (C=C<sub>аром</sub>), 1515 (N–H), 1306 (C–N). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,63 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 0,88–1,05 м (12H, 2(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH), 1,21 м (2H), 1,29 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,32 м (1H), 1,36–1,58 м (7H), 1,65–1,74 м (2H), 1,83–1,96 м (2H), 2,22–2,32 м (2H, 2(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH), 2,49 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,70 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,10 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 3 Гц), 3,12 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 5,53 с (1H, C<sup>14</sup>H), 7,30–7,37 м (2H, H<sub>аром</sub>), 7,46–7,65 м (3H, H<sub>аром</sub>, NH), 7,87 с (1H, =CH). Найдено, %: С 75,23; Н 8,33; N 5,05. C<sub>35</sub>H<sub>46</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 75,23; Н 8,30; N 5,01.

***N*-(4-((*E*)-бензилиденамино)фенил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид **5б****. Выход 0,20 г (56,5 %), т. пл. 155–157 °С,  $[\alpha]_D -70,3^\circ$  ( $c = 0,20$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2868, 1842, 1778 [(C=O)O], 1660 [(C=O)N], 1595 (C=C<sub>аром</sub>), 1514 (N–H), 1307 (C–N). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,69 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 1,04 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,06 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,32 м (1H), 1,37 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,43–1,65 м (8H), 1,69–1,78 м (2H), 1,88–2,02 м (2H), 2,31 септет (1H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 2,54 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,75 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,14 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 3 Гц), 3,16 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 5,58 с (1H, C<sup>14</sup>H), 7,24 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 9 Гц), 7,49 м (3H, H<sub>аром</sub>), 7,57 м (3H, H<sub>аром</sub>, NH), 7,91 м (2H, H<sub>аром</sub>), 8,49 с (1H, =CH). Найдено, %: С 76,50; Н 7,70; N 5,19. C<sub>37</sub>H<sub>42</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 76,79; Н 7,31; N 4,84.

***N*-(4-((*E*)-(2-гидроксibenзилиден)амино)фенил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид 5в.** Выход 0,21 г (57,8 %), т. пл. 149–151 °С,  $[\alpha]_D -68,8^\circ$  ( $c = 0,20$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2869, 1842, 1777 [(C=O)O], 1664 [(C=O)N], 1618 (C=C<sub>аром</sub>), 1514 (N–H), 1308 (C–N). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,63 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 1,00 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,07 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,09 м (1H), 1,26 м (1H), 1,28 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,36–1,58 м (8H), 1,64–1,72 м (2H), 1,85–1,97 м (2H), 2,27 септет (1H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 2,49 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,71 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,10 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 3 Гц), 3,14 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 5,53 с (1H, C<sup>14</sup>H), 6,95 м (1H, H<sub>аром</sub>), 7,02 д (1H, H<sub>аром</sub>, *J* 8 Гц), 7,30 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8 Гц), 7,39 м (2H, H<sub>аром</sub>), 7,57 с (1H, NH), 7,60 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8 Гц), 8,65 с (1H, =CH). Найдено, %: C 74,33; H 7,78; N 4,81. C<sub>37</sub>H<sub>42</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Вычислено, %: C 74,72; H 7,12; N 4,71.

***N*-(4-((*E*)-(4-хлоробензилиден)амино)фенил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид 5г.** Выход 0,25 г (66,7 %), т. пл. 164–166 °С,  $[\alpha]_D -7,60^\circ$  ( $c = 0,20$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2868, 1841, 1777 [(C=O)O], 1664 [(C=O)N], 1592 (C=C<sub>аром</sub>), 1514 (N–H), 1307 (C–N). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,57 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 0,92 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 0,94 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,12 м (2H), 1,19 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,27–1,58 м (8H), 1,64–1,87 м (3H), 2,15 септет (1H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 2,31 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,88 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 8 Гц), 2,96 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 3,27 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 8 Гц, 2,5 Гц), 5,53 с (1H, C<sup>14</sup>H), 7,29 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 9 Гц), 7,58 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8 Гц), 7,68 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 9 Гц), 7,95 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8 Гц), 8,68 с (1H, NH), 9,25 с (1H, =CH). Найдено, %: C 72,82; H 7,03; N 4,80. C<sub>37</sub>H<sub>41</sub>ClN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: C 72,47; H 6,74; N 4,57.

***N*-(4'-((*E*)-(3-метилбутилиден)амино)-[1,1'-бифенил]-4-ил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид 6а.** Выход 0,33 г (98,4 %), т. пл. 176–178 °С,  $[\alpha]_D -71,5^\circ$  ( $c = 0,18$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2869, 1842, 1778 [(C=O)O], 1678 [(C=O)N], 1611 (C=C<sub>аром</sub>), 1503 (N–H), 1312 (C–N). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,65 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 0,94–1,06 м (12H, 2(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH), 1,04 м (1H), 1,22–1,30 м (3H), 1,34 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,38–1,62 м (7H), 1,66–1,74 м (2H), 1,88–1,98 м (2H), 2,22–2,32 м (2H, 2(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH), 2,51 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,71 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,09 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 2,5 Гц), 3,14 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 5,54 с (1H, C<sup>14</sup>H), 7,49–7,66 м (9H, NH, H<sub>аром</sub>), 8,40 м (1H, =CH). Найдено, %: C 72,82; H 7,03; N 4,80. C<sub>37</sub>H<sub>41</sub>ClN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: C 72,47; H 6,74; N 4,57. Найдено, %: C 77,34; H 8,09; N 4,72. C<sub>41</sub>H<sub>50</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: C 77,57; H 7,94; N 4,41.

***N*-(4'-((*E*)-бензилиденамино)-[1,1'-бифенил]-4-ил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид 6б.** Выход 0,24 г (79,6 %), т. пл. 204–206 °С,  $[\alpha]_D -75,3^\circ$  ( $c = 0,25$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2867, 1841, 1776 [(C=O)O], 1700 [(C=O)N], 1592 (C=C<sub>аром</sub>), 1495 (N–H), 1311 (C–N). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,66 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 1,01 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,02 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,05 м (1H), 1,28 м (1H), 1,35 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,40–1,62 м (7H), 1,71 м (2H), 1,90–2,00 м (2H), 2,28 септет (1H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 2,52 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,72 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,10 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 3 Гц), 3,14 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 5,54 с (1H, C<sup>14</sup>H), 7,32 м (2H, H<sub>аром</sub>), 7,47–7,70 м (10H, H<sub>аром</sub>, NH), 7,94 м (2H, H<sub>аром</sub>), 8,54 с (1H, =CH). Найдено, %: C 78,45; H 7,49; N 4,03. C<sub>43</sub>H<sub>46</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: C 78,87; H 7,08; N 4,28.

***N*-(4'-((*E*)-(4-метоксибензилиден)амино)-[1,1'-бифенил]-4-ил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид 6в.** Выход 0,30 г (82,7 %), т. пл. 168–170 °С,  $[\alpha]_D -104,7^\circ$  ( $c = 0,31$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2867, 1841, 1778 [(C=O)O], 1676 [(C=O)N], 1595 (C=C<sub>аром</sub>), 1503 (N–H), 1311 (C–N). ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,66 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 1,01 м (6H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH), 1,04 м (1H), 1,28 м (1H), 1,35 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,40–1,48 м (3H), 1,51–1,63 м (4H), 1,71 м (2H), 1,88–1,99 м (2H), 2,27 септет (1H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 2,60 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,72 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,10 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 2 Гц), 3,14 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 3,90 с (3H, OCH<sub>3</sub>), 5,54 с (1H, C<sup>14</sup>H), 7,01 м (2H, H<sub>аром</sub>), 7,30 м (2H, H<sub>аром</sub>), 7,48–7,68 м (7H, H<sub>аром</sub>, NH), 7,90 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 8,46 с (1H, =CH). Найдено, %: C 77,35; H 7,40; N 3,85. C<sub>44</sub>H<sub>48</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Вычислено, %: C 77,16; H 7,06; N 4,09.

***N*-(4'-((*E*)-(4-хлоробензилиден)амино)-[1,1'-бифенил]-4-ил)-(15*aH*, 16*aH*)-17,18-динор-13-изопропил-15,16-дикарбоксиангидридоатиз-13-ен-4-карбоксамид 6г.** Выход 0,22 г (58,9 %), т. пл. 220–222 °С,  $[\alpha]_D -74,8^\circ$  ( $c = 0,33$ ). ИК спектр,  $\text{см}^{-1}$ : 2869, 1841, 1777 [(C=O)O], 1673 [(C=O)N], 1590 (C=C<sub>аром</sub>), 1495 (N–H), 1312 (C–N). ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м.д.: 0,66 с (3H, C<sup>20</sup>H<sub>3</sub>), 1,01 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,02 д (3H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 1,05 м (1H), 1,28 м (1H), 1,35 с (3H, C<sup>18</sup>H<sub>3</sub>), 1,39–1,48 м (3H),

1,51–1,62 м (4H), 1,71 м (2H), 1,90–1,99 м (2H), 2,28 септет (1H, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH, *J* 7 Гц), 2,52 м (1H, C<sup>7</sup>H<sub>eq</sub>), 2,72 д (1H, C<sup>15</sup>H, *J* 9 Гц), 3,10 дд (1H, C<sup>16</sup>H, *J* 9 Гц, 2 Гц), 3,14 уш. с (1H, C<sup>12</sup>H), 5,54 с (1H, C<sup>14</sup>H), 7,30 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 7,47 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 7,51–7,66 м (7H, H<sub>аром</sub>, NH), 7,88 д (2H, H<sub>аром</sub>, *J* 8,5 Гц), 8,50 с (1H, =CH). Найдено, %: С 74,67; Н 6,25; N 3,97. C<sub>43</sub>H<sub>45</sub>ClN<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 74,93; Н 6,58; N 4,06.

### Список использованных источников

1. Chirality in Liquid Crystals / Ed. H.-S. Kitzerow, C. Bahr. – New York: Springer-Verlag, 2001. – 501 p.
2. Reversible Photoswitchable Axially Chiral Dopants with High Helical Twisting Power / Q. Li [et al.] // *J. Amer. Chem. Soc.* 2007. – Vol. 129, N 43. – P. 12908–12909. <https://doi.org/10.1021/ja0747573>
3. New Amides and Imidoamides of Maleopimaric Acid as a Chiral Dopants for Nematic Liquid Crystal Compositions / M. P. Bei [et al.] // *Russ. J. Gen. Chem.* – 2018. – Vol. 88, N 2. – P. 251–256. <https://doi.org/10.1134/S107036321802010X>
4. Хиральная жидкокристаллическая смесь: пат. 21021 Респ. Беларусь, МПК С 09 К 19/52 / Ал. Ан. Муравский, М. П. Бей, Ан. Ал. Муравский, А. П. Ювченко, С. В. Данилович, Г. В. Козак, В. Е. Агабеков. – Оpubл. 30.04.2017.
5. Panda, H. *Handbook on Oleoresin and Pine Chemicals* / H. Panda. – Asia Pacific Business Press, 2008. – 608 p.
6. Reaction products of diamines and the monoacid chloride of maleopimaric acid: pat US 3503998 / W. H. Schuller, R. V. Lawrence. – Publ. date 31.05.1970.
7. Coates, J. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach / J. Coates // *Encyclopedia of Analytical Chemistry* / ed. R. A. Myers. – John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2000. – P. 10815–10837. <https://doi.org/10.1002/9780470027318.a5606>
8. Томили, М. Г. Дисплеи на жидких кристаллах / М. Г. Томили, Г. Е. Невская. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 108 с.
9. Schuller, W. H. Somewnewderivativesofmaleopimaricacid / W. H. Schuller, R. V. Lawrence // *J. of the Chemical and Engineering data.* – 1967. – Vol. 12, N 2. – P. 267–269. <https://doi.org/10.1021/je60033a030>
10. Synthesis of maleopimaric and citraconopimaric acids *N*-[3-(pyrimidin-2-yl)aryl]amides / E. V. Koroleva [et al.] // *Russ. J Org. Chem.* – 2012. – Vol. 48, N 8. – P. 1121–1125. <https://doi.org/10.1134/S1070428012080143>

### References

1. Kitzerow H.-S., Bahr C. (eds.) *Chirality in Liquid Crystals*. New York, Springer-Verlag, 2001. 501 p.
2. Li Q., Green L., Venkataraman N., Shiyanovskaya I., Khan A., Urbas A., Doane J.W. Reversible Photoswitchable Axially Chiral Dopants with High Helical Twisting Power. *Journal of the American Chemical Society*, 2007, vol. 129, no. 43, pp. 12908–12909. <https://doi.org/10.1021/ja0747573>
3. Bei M. P., Yuvchenko A. P., Muravskii Al. An., Muravskii An. Al. New Amides and Imidoamides of Maleopimaric Acid as a Chiral Dopants for Nematic Liquid Crystal Compositions. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2018, vol. 88, no. 2, pp. 251–256. <https://doi.org/10.1134/S107036321802010X>
4. Muravskii Al. An., Bei M. P., Muravskii An. Al., Yuvchenko A. P., Danilovich S. V., Kozak G. V., Agabekov V. E. *Chiral liquid crystal mixture*. Patent Republic of Belarus no. 21021. Publ. date 30 April 2017 (in Russian).
5. Panda H. *Handbook on Oleoresin and Pine Chemicals*. Asia Pacific Business Press, 2008. 608 p.
6. Schuller W. H., Lawrence R. V. *Reaction products of diamines and the monoacid chloride of maleopimaric acid*. Patent USA, no. 3503998. Publ. date 31 May 1970.
7. Coates J. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. Myers R. A. (ed.) *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2000, pp. 10815–10837. <https://doi.org/10.1002/9780470027318.a5606>
8. Tomilin M. G., Nevskaya G. E. *Liquid Crystal Displays*. Saint-Petersburg, St.-Petersburg State University ITMO, 2010. 108 p. (in Russian).
9. Schuller W. H., Lawrence R. V. Some new derivatives of maleopimaric acid. *Journal of Chemical and Engineering data*, 1967, vol. 12, no. 2, pp. 267–269. <https://doi.org/10.1021/je60033a030>
10. Koroleva E. V., Gusak K. N., Ignatovich Zh. V., Ermolinskaya A. L., Bei M. P., Yuvchenko A. P. Synthesis of maleopimaric and citraconopimaric acids *N*-[3-(pyrimidin-2-yl)aryl]amides. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2012, vol. 48, no. 8, pp. 1121–1125. <https://doi.org/10.1134/S1070428012080143>

### Информация об авторах

Бей Максим Петрович – канд. хим. наук, вед. науч. сотрудник. Институт химии новых материалов, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 36, 220141, Минск, Республика Беларусь). E-mail: beymaksim@gmail.com, bey@ichnm.basnet.by

Муравский Александр Анатольевич – канд. физ.-мат. наук, зав. лаб. Институт химии новых материалов, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 36,

### Information about the authors

Maksim P. Bei – Ph. D. (Chemistry), Leading Researcher. Institute of Chemistry of New Materials, National Academy of Science of Belarus (36, F. Skoryna Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: beymaksim@gmail.com, bey@ichnm.basnet.by

Alexander An. Muravskii – Ph. D. (Physics and Mathematics), Head of the Laboratory. Institute of Chemistry of New Materials, National Academy of Science of Belarus

220141, Минск, Республика Беларусь). E-mail: alexander.muravsky@ichnm.basnet.by

*Муравский Анатолий Александрович* – канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотрудник. Институт химии новых материалов, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 36, 220141, Минск, Республика Беларусь). E-mail: alexander.muravsky@ichnm.basnet.by

*Чепелева Доминика Сергеевна* – мл. науч. сотрудник. Институт химии новых материалов, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 36, 220141, Минск, Республика Беларусь). E-mail: dominika.chepeleva@mail.ru

*Пучкова Наталья Валерьевна* – науч. сотрудник. Институт химии новых материалов, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 36, 220141, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Puchkova@ichnm.basnet.by

*Ювченко Анатолий Петрович* – канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник, зам. директора. Институт химии новых материалов, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ф. Скорины, 36, 220141, Минск, Республика Беларусь). E-mail: mixa@ichnm.basnet.by

(36, F. Skoryna Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: alexander.muravsky@ichnm.basnet.by

*Anatoli Al. Murauskii* – Ph. D. (Physics and Mathematics), Leading Researcher. Institute of Chemistry of New Materials, National Academy of Science of Belarus, (36, F. Skoryna Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: alexander.muravsky@ichnm.basnet.by

*Dominika S. Chepeleva* – Junior Researcher. Institute of Chemistry of New Materials, National Academy of Science of Belarus (36, F. Skoryna Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dominika.chepeleva@mail.ru

*Natallia V. Puchkova* – Researcher. Institute of Chemistry of New Materials, National Academy of Science of Belarus (36, F. Skoryna Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Puchkova@ichnm.basnet.by

*Anatolij P. Yuvchenko* – Ph. D. (Chemistry), Senior Researcher, Deputy Director. Institute of Chemistry of New Materials, National Academy of Science of Belarus (36, F. Skoryna Str., 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: mixa@ichnm.basnet.by