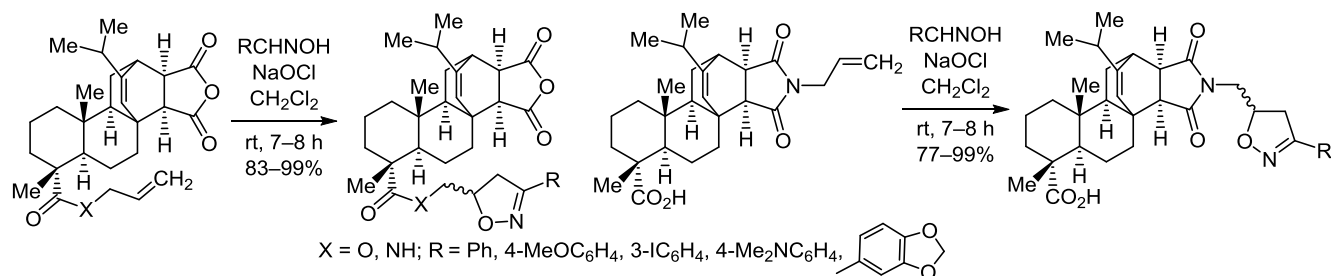


## Синтез 4,5-дигидроизоксазольных производных малеопимаровой кислоты реакцией 1,3-диполярного циклоприсоединения ее аллильных производных с ароматическими нитрилоксидами

Гузэль Ф. Вафина<sup>1\*</sup>, Альфия А. Мухамедьянова<sup>1</sup>,  
Марина Д. Ханова<sup>1</sup>, Леонид В. Спирихин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Уфимский институт химии РАН,  
пр. Октября, 71, Уфа 450054, Россия; e-mail: vafina@anrb.ru

Поступило 22.06.2018  
Принято 9.07.2018



С целью получения 4,5-дигидроизоксазольных производных малеопимарового ряда – потенциально фармакоактивных соединений – впервые изучена реакция аллилзамещенных производных малеопимаровой кислоты с ароматическими нитрилоксидами, в условиях генерации нитрилоксида из оксима окислением гипохлоритом натрия в отсутствие или при ультразвуковой активации двухфазной системы. Показано, что взаимодействие реагентов протекает в мягких условиях и региоспецифично приводит к 4,5-дигидроизоксазол-5-илметилпроизводным малеопимаровой кислоты с выходами 77–99%.

**Ключевые слова:** 4,5-дигидроизоксазолы, малеопимаровая кислота, нитрилоксидами, 1,3-диполярное циклоприсоединение.

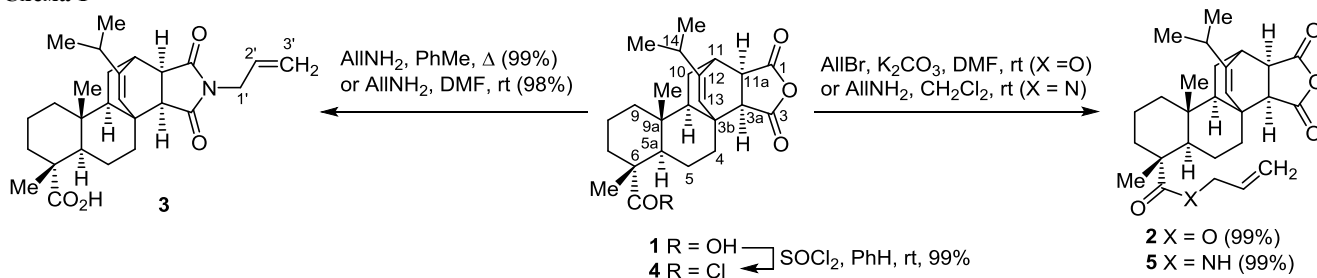
С каждым годом увеличивается количество патогенных штаммов бактерий и других микроорганизмов, резистентных к действию антибиотиков, что делает актуальным поиск новых соединений, проявляющих антимикробную активность. Одним из функциональных фармакофорных фрагментов, входящих в структуры таких антибиотиков, как циклосерин, оксациллин и клоксациллин,<sup>1</sup> является изоксазольный цикл, содержащий смежные атомы азота и кислорода. Кроме того, этот структурный фрагмент используется в качестве синтетических промежуточных продуктов,<sup>2</sup> защитных групп<sup>3</sup> и лигандов.<sup>4</sup> Важно также отметить, что азотсодержащие гетероциклические соединения используются в качестве эффективных лигандов для получения активных палладиевых катализаторов реакций кросс-сочетания в водных средах.<sup>5</sup>

Применение антибиотиков с высокой молекулярной массой позволяет действовать только на очаг болезни, не затрагивая здоровые ткани, тем самым снижая побочные эффекты. В качестве высокомолекулярной матрицы для синтеза антибиотиков может быть исполь-

зована малеопимаровая кислота (МПК) (1), диеновый аддукт растительного метаболита левопимаровой кислоты и малеинового ангидрида, в структуре которой содержится два фармакофорных фрагмента – оптически активный дитерпеновый и ангидридный. Несмотря на то, что МПК легкодоступна, она мало исследована в плане поиска биологически активных соединений. Основные работы<sup>6</sup> в этой области посвящены получению полимерных материалов: красок, пленок, клеев, эпоксидных смол и др. Благодаря своей структуре, МПК может быть использована в качестве хиральной матрицы как в синтезе более сложных объектов, так и для точечной доставки лекарственных препаратов. В связи с этим нам представлялось перспективным ввести изоксазольный фрагмент в структуру малеопимаровой кислоты. Простым, удобным и дешевым методом синтеза 4,5-дигидроизоксазолов является реакция 1,3-диполярного циклоприсоединения нитрилоксидов с алкенами.<sup>7</sup>

Аллиловый эфир МПК (2) был получен с выходом 99% действием на МПК (1) аллилбромид в ДМФА в

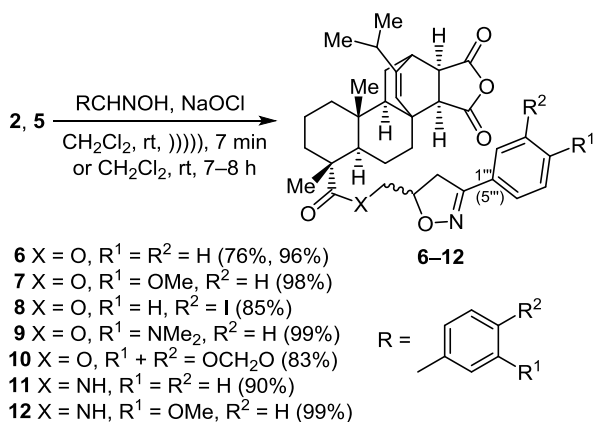
## Схема 1



присутствии K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (схема 1). Некоторые физико-химические характеристики соединения **2**, отсутствующие в оригинальной работе,<sup>8</sup> были уточнены. Для изучения взаимосвязи структура–активность нами дополнительно получены новые аллилпроизводные МПК (схема 1). 2-Аллилмалеопимарамид (**3**) синтезировали двумя методами: взаимодействием МПК (**1**) с аллиламином при кипячении в толуоле в колбе с насадкой Дина–Старка или взаимодействием МПК (**1**) с аллиламином в ДМФА при комнатной температуре. Обе реакции протекали с высокими выходами. *N*-Аллилкарбоксамид **5** получен в две стадии: на первой стадии взаимодействием МПК с SOCl<sub>2</sub> синтезирован хлорангидрид **4**, реакция которого с аллиламином при перемешивании в CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> при комнатной температуре привела к образованию амида **5** с количественным выходом.

Нами изучена реакция 1,3-диполярного присоединения аллилового эфира МПК (**2**) и нитрилоксида, полученного из оксима бензальдегида окислением NaOCl при ультразвуковой активации двухфазной системы. Реакция протекает быстро (7 мин) и региоспецифично с образованием двух стереоизомеров 4,5-дигидроизоксазола **6** в соотношении ~1:1 с выходом 76% (схема 2). Здесь и далее соотношение стереоизомеров установлено по интегральной интенсивности дублетных сигналов протона 3а-СН в спектрах ЯМР <sup>1</sup>H.

## Схема 2

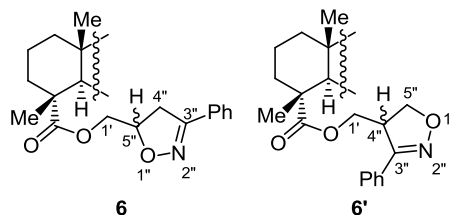


Выяснилось, что без ультразвука реакция протекает при комнатной температуре аналогично, но за больший промежуток времени реакции (7 ч) и с более высоким выходом (96%), поэтому далее все реакции про-

дидлись без ультразвуковой активации. Кроме оксима бензальдегида, в реакции использовались оксимы анисового альдегида, пипероналя, 3-иод- и 4-диметиламинобензальдегидов (схема 2). Во всех случаях наблюдалось образование единственного региоизомера в виде смеси диастереоизомеров в соотношении ~1:1 с выходами 83–99%. Региоспецифичность протекания реакции, очевидно, связана со стерическим влиянием дитерпеновой части молекулы МПК.

Строение синтезированных соединений установлено на основании данных спектроскопии ЯМР, масс-спектрометрии и элементного анализа. В качестве спектроскопических критериев установления региоизомерии 4,5-дигидроизоксазольного цикла использованы значения химических сдвигов атомов углерода и КССВ <sup>3</sup>J<sub>НН</sub> и <sup>1-3</sup>J<sub>СН</sub> в спектрах ЯМР соединения **6**. С учетом того, что атака нитрилоксида может осуществляться по двум направлениям (рис. 1) возможно образование двух региоизомеров – С-5"-изомера **6** и С-4"-изомера **6'**.

В спектрах ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C соединений **6–10** наблюдаются удвоенные сигналы протонов и атомов углерода для одного региоизомера, поэтому, руководствуясь расчетами по аддитивным схемам,<sup>9</sup> можно сделать вывод, что характеристичные синглетные сигналы углеродных атомов С-3" при 155.7, 155.9 м. д. и дублетные сигналы С-5" при 78.1, 78.3 м. д. изоксазольного цикла относятся к региоизомеру **6**. На основании спектра <sup>1</sup>H–<sup>13</sup>C HSQC установлены химические сдвиги протонов 1'-CH<sub>2</sub> (4.10–4.34 и 4.15–4.33 м. д.), 5"-СН (5.02 м. д.) и 4"-СН<sub>2</sub> (3.21–3.37 и 3.17–3.58 м. д.), что подтверждает наличие двух α,β(R,S)-стереоизомеров по положению Н-5" (производимые α-фасе или β-фасе атакой нитрилоксида). В спектре ЯМР <sup>1</sup>H наиболее хорошо различаются сигналы протонов 3а-СН и 11а-СН каркаса МПК: для одного изомера наблюдаются химические сдвиги при 2.17 и 2.90 м. д., для другого изомера – при 2.66 и 3.10 м. д. соответственно.

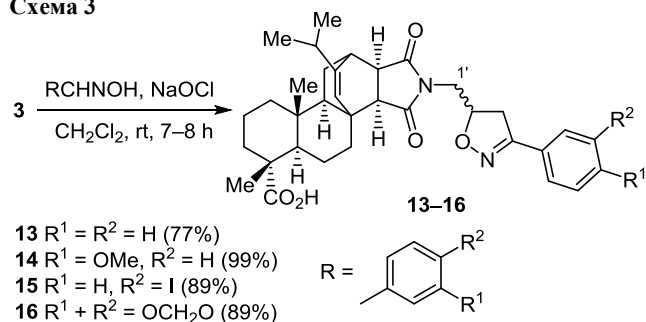
Рисунок 1. Строение региоизомеров **6** и **6'**.

Реакцию 1,3-диполярного присоединения *N*-аллилкарбоксиамида **5** и нитрилоксида, полученного из бензальдегида или анисового альдегида, проводили аналогично реакции эфира **2** и нитрилоксидов без ультразвуковой активации. Реакция также протекала региоспецифично с образованием двух стереоизомеров 4,5-дигидроизоксазолов **11**, **12** с выходами 90–99% (схема 2).

Региохимия циклоприсоединения установлена на основании спектральных данных соединения **11**. В спектрах ЯМР наблюдается картина, аналогичная спектрам дигидроизоксазолов **6–10**. Таким образом, в реакции с *N*-аллилкарбоксиамидом **5** образуется *C*-5"-изомер изоксазольного цикла как единственный региоизомер в виде двух стереоизомеров относительно протона 5"-СН (соотношение стереоизомеров ~1:1).

Реакцию 1,3-диполярного присоединения *N*-аллилмалеопимарамида (**3**) и нитрилоксида проводили в условиях генерации нитрилоксида из оксима окислением NaOCl. В качестве оксимного компонента в реакции использовались оксими бензальдегида, анисового альдегида, 3-иодбензальдегида и пипероналя (схема 3). Реакция также протекала региоспецифично с образованием двух стереоизомеров 4,5-дигидроизоксазолов **13–16** с выходами 77–99%.

Схема 3



Региохимия циклоприсоединения установлена на основании спектральных данных соединения **13**. В данном случае также возможно образование двух региоизомеров. Согласно расчетам по аддитивным схемам<sup>9</sup> и учитывая месторасположение синглетных сигналов атомов углерода *C*-3" при 156.28 (156.33) м. д. и дублетных сигналов *C*-5" при 77.06 (77.09) м. д. изоксазольного цикла, региохимия циклоприсоединения относится к *C*-5"-региоизомеру. В спектрах ЯМР также наблюдается удвоение сигналов изоксазольного цикла и некоторых сигналов остова малеопимарамида, что подтверждает наличие двух α,β(*R,S*)-стереоизомеров изоксазольного цикла (соотношение стереоизомеров ≈ 1:0.4). Для мажорного изомера характерно смещение сигналов атомов углерода двойной связи этенового мостика *C*-12,13 и атома углерода *C*-5" изоксазольного цикла в сильное поле (146.99, 124.3 и 77.06 м. д. для атомов *C*-12, *C*-13 и *C*-5" соответственно) по сравнению с минорным изомером (147.03, 124.5 и 77.09 м. д.). Сигналы узловых протонов 3а-СН и 11а-СН для минорного изомера наоборот находятся в более сильном поле (2.44 м. д. для протона 3а-СН и

2.73 м. д. для протона 11а-СН) по сравнению с сигналами этих протонов для мажорного изомера (2.47 и 2.79 м. д. соответственно).

Таким образом, реакция аллильных производных малеопимаровой кислоты с нитрилоксидами, генерируемыми из оксимов бензальдегидов действием NaOCl, протекает региоспецифично. 1,3-Диполярное циклоприсоединение аллилового эфира и *N*-аллилкарбоксиамида малеопимаровой кислоты к нитрилоксидам, полученным из оксимов бензальдегидов проходит не стереоселективно.

### Экспериментальная часть

ИК спектры записаны на приборе Shimadzu в суспензии в нуйоле. Спектры ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C и <sup>15</sup>N зарегистрированы на приборе Bruker Avance III 500 (500, 125 и 50 МГц соответственно) в 10–20% растворах CDCl<sub>3</sub>, внутренний стандарт – сигнал CDCl<sub>3</sub> (7.27 м. д. для ядер <sup>1</sup>H, 77.0 м. д. для ядер <sup>13</sup>C). Двумерные корреляционные спектры (<sup>1</sup>H–<sup>1</sup>H COSY, <sup>1</sup>H–<sup>1</sup>H NOESY, <sup>1</sup>H–<sup>13</sup>C и <sup>1</sup>H–<sup>15</sup>N HSQC, <sup>1</sup>H–<sup>13</sup>C и <sup>1</sup>H–<sup>15</sup>N HMBC, DEPT90, DEPT135) зарегистрированы с использованием стандартной библиотеки импульсных последовательностей прибора. Масс-спектры с химической ионизацией при атмосферном давлении записаны на хромато-масс-спектрометре Shimadzu LCMS-2010 EV (прямой шприцевой ввод образца, раствор образца в метаноле, подвижная фаза метанол–вода, 95:5) в режиме регистрации положительных и отрицательных ионов при напряжении ионизирующего игольчатого электрода коронного разряда 4.5 и –3.5 кВ соответственно, энергия ионизации 200 эВ. Элементный анализ выполнен на анализаторе Euro EA 3000. Иод определен колбовым методом Шённигера с последующим потенциометрическим титрованием. Углы оптического вращения измерены на поляриметре PerkinElmer 341 (λ 589 нм) при 20 °С. Температуры плавления определены на аппарате Voetius. Контроль за ходом реакций осуществлен методом ТСХ на пластинках Сорбфил ПТСХ-АФ-А, проявление опрыскиванием пластин 5% раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с последующим нагреванием до 100–120 °С. В качестве элюента использована система растворителей хлороформ–метанол, 50:1, 10:1, 5:1. Для определения R<sub>f</sub> использована система растворителей хлороформ–метанол, 10:1. Колоночная хроматография выполнена на стандартном силикагеле 60 (Macherey-Nagel, 0.063–0.2 мм, 70–230 меш). Ультразвуковая обработка реакционной смеси осуществлена ультразвуковым диспергатором УЗДН-2Т (44 кГц, 400 Вт) с погружным излучателем с конической насадкой.

Исходная МПК (**1**),<sup>10</sup> а также ее аллиловый эфир (**2**)<sup>8</sup> и хлорангидрид **4**<sup>11</sup> синтезированы по литературным методикам. Все физические и спектральные характеристики соединений **1**, **2** и **4** совпадают с литературными данными.

Аллил-(3а*R*,3б*S*,5а*R*,6*R*,9а*R*,9б*R*,11*R*,11а*R*)-12-изопропил-6,9а-диметил-1,3-диоксо-3,3а,4,5,5а,6,7,8,9,9а,9б,10,11,11а-тетрадекагидро-1*H*-3б,11-этенотетрагидро-1,2-с]фуран-6-карбоксилат (**2**). Выход 99%, R<sub>f</sub> 0.67,

т. пл. 138–139 °С (т. пл. 142–144 °С<sup>8</sup>),  $[\alpha]_{\text{D}}^{20} -19 \pm 1^\circ$  (с 1.0, CHCl<sub>3</sub>). ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 1838, 1770, 1714, 1664, 1378, 1251, 1210, 1188, 1150, 1140, 1090, 1007, 944, 925, 906. Спектр ЯМР <sup>13</sup>C,  $\delta$ , м. д.: 15.5 (к, CH<sub>3</sub>); 16.7 (к, CH<sub>3</sub>); 16.9 (т, C-8); 19.9 (к, CH<sub>3</sub>); 20.5 (к, CH<sub>3</sub>); 21.5 (т, C-5); 27.1 (т, C-10); 32.7 (д, C-14); 34.7 (т, C-4); 35.6 (д, C-11); 36.6 (т, C-7); 37.6 (с, C-9a); 37.9 (т, C-9); 40.4 (с, C-3b); 45.6 (д, C-11a); 47.0 (с, C-6); 49.3 (д, C-5a); 53.0 (д, C-3a); 53.2 (д, C-9b); 65.2 (д, C-1'); 118.0 (т, C-3'); 125.1 (д, C-13); 132.3 (д, C-2'); 148.0 (с, C-12); 171.0 (с, C-1); 172.7 (с, C-3); 178.1 (с, COO). Найдено, %: С 73.12; Н 8.48. C<sub>27</sub>H<sub>36</sub>O<sub>5</sub>. Вычислено, %: С 73.61; Н 8.24.

**(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-2-Аллил-12-изопропил-6,9а-диметил-1,3-диоксо-1,2,3,3а,4,5,5а,6,7,8,9,9а,9b,10,11,11а-гексадекагидро-3b,11-этенонафто[2,1-е]-изоиндол-6-карбоновая кислота (3).** Метод I. Смесь 2 г (5 ммоль) МПК (1) и 0.8 мл (10 ммоль) аллиламина в 100 мл безводного толуола кипятят в колбе с насадкой Дина–Старка в течение 8 ч. По окончании реакции растворитель упаривают при пониженном давлении, остаток сушат в вакууме 1–2 мм Hg при 80 °С в течение 5 ч.

Метод II. Смесь 2 г (5 ммоль) МПК (1) и 1.2 мл (15 ммоль) аллиламина в 30 мл безводного ДМФА перемешивают при комнатной температуре в течение 8 ч. По окончании реакции растворитель упаривают при пониженном давлении, остаток сушат в вакууме 1–2 мм Hg при 80 °С в течение 5 ч. Выход 2.18 г (99%, метод I), 2.16 г (98%, метод II),  $R_f$  0.12, т. пл. 85–87 °С,  $[\alpha]_{\text{D}}^{20} -52 \pm 1^\circ$  (с 1.0, CHCl<sub>3</sub>). ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 1770, 1702, 1699, 1695, 1462, 1378, 1336, 1276, 1226, 1192, 1138, 925. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 0.60 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 0.86–0.99 (1H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.93 (3H, д,  $J = 6.7$ , CH<sub>3</sub>); 0.96 (3H, д,  $J = 6.7$ , CH<sub>3</sub>); 1.16 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 1.20–1.80 (13H, м, 4,5,7,8,10-CH<sub>2</sub>, 5a,9b-CH, 9-CH<sub>ax</sub>); 2.12–2.20 (1H, м, 14-CH); 2.45 (1H, д,  $J = 8.1$ , 3a-CH); 2.80 (1H, д, д,  $J = 8.1$ ,  $J = 2.7$ , 11a-CH); 3.07 (1H, уш. с, 11-CH); 3.95 (2H, уш. с, 1'-CH<sub>2</sub>); 5.02–5.20 (2H, м, 3'-CH<sub>2</sub>); 5.40 (1H, с, 13-CH); 5.58–5.72 (1H, м, 2'-CH). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C,  $\delta$ , м. д.: 15.6 (к, CH<sub>3</sub>); 16.4 (к, CH<sub>3</sub>); 17.0 (т, C-8); 19.9 (к, CH<sub>3</sub>); 20.6 (к, CH<sub>3</sub>); 21.8 (т, C-5); 27.5 (т, C-10); 32.6 (д, C-14); 35.2 (т, C-4); 35.6 (д, C-11); 36.8 (т, C-7); 37.5 (с, C-9a); 38.0 (т, C-9); 40.5 (с, C-6); 40.7 (т, C-1'); 45.0 (д, C-11a); 46.8 (с, C-3b); 49.1 (д, C-9b); 52.3 (д, C-3a); 54.1 (д, C-5a); 118.1 (т, C-3'); 124.4 (д, C-13); 130.8 (д, C-2'); 146.9 (д, C-12); 177.0 (с, C-1); 178.2 (с, C-3); 185.1 (с, COO). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 440 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 73.21; Н 8.19; N 3.14. C<sub>27</sub>H<sub>37</sub>NO<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 73.77; Н 8.48; N 3.19.

**(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-N-Аллил-12-изопропил-6,9а-диметил-1,3-диоксо-3,3а,4,5,5а,6,7,8,9,9а,9b,10,11,11а-тетрадекагидро-1H-3b,11-этенотенантро[1,2-с]фуран-6-карбоксамид (5).** К смеси 0.36 мл (5.2 ммоль) аллиламина в 50 мл безводного CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> при перемешивании и комнатной температуре небольшими порциями добавляют 1.1 г (2.6 ммоль) хлорангидрида МПК (4). По окончании реакции (контроль методом ТСХ) упаривают растворитель при пониженном давлении. Выход 1.14 г (99%),  $R_f$  0.73, т. пл. 88–90 °С,  $[\alpha]_{\text{D}}^{20} -35 \pm 1^\circ$  (с 0.1, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> + MeOH). ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>:

3444, 3369, 1858, 1843, 1779, 1641 уш. с, 1516, 1464, 1377, 1297, 1229, 1151, 1086, 1038, 1001, 948, 926, 908, 854. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 0.60 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 0.96 (3H, д,  $J = 6.8$ , CH<sub>3</sub>); 0.99 (3H, д,  $J = 6.8$ , CH<sub>3</sub>); 1.10 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 1.12–1.87 (13H, м, 5,7,8,9,10-CH<sub>2</sub>, 4-CH<sub>eq</sub>, 5a,9b-CH); 2.23 (1H, септ,  $J = 6.8$ , 14-CH); 2.47 (1H, д,  $J = 13.6$ , 4-CH<sub>ax</sub>); 2.72 (1H, д,  $J = 8.4$ , 3a-CH); 3.10 (2H, уш. с, 11,11a-CH); 3.88 (2H, уш. с, 1'-CH<sub>2</sub>); 5.13 (1H, д,  $J = 11.3$ ) и 5.16 (1H, д,  $J = 17.4$ , 3'-CH<sub>2</sub>); 5.52 (1H, с, 13-CH); 5.83 (1H, д, д,  $J = 17.4$ ,  $J = 11.3$ ,  $J = 5.7$ , 2'-CH). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C,  $\delta$ , м. д.: 15.7 (к, CH<sub>3</sub>); 16.6 (к, CH<sub>3</sub>); 17.1 (т, C-8); 20.0 (к, CH<sub>3</sub>); 20.6 (к, CH<sub>3</sub>); 21.1 (т, C-5); 27.2 (т, C-10); 32.7 (д, C-14); 34.7 (т, C-4); 35.9 (д, C-11); 36.9 (т, C-7); 37.68 (с, C-9a); 37.74 (т, C-9); 40.4 (с, C-3b); 42.4 (т, C-1'); 45.6 (д, C-11a); 46.7 (с, C-6); 49.4 (д, C-5a); 52.9 (д, C-3a); 53.3 (д, C-9b); 116.5 (с, C-3'); 125.2 (д, C-13); 134.4 (д, C-2'); 147.8 (д, C-12); 170.9 (с, C-1); 172.8 (с, C-3); 178.4 (с, CONH). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 440 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 73.42; Н 8.15; N 2.98. C<sub>27</sub>H<sub>37</sub>NO<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 73.77; Н 8.48; N 3.19.

**Получение изоксазольных производных малеопимаровой кислоты 6–16 (общая методика).** Метод I. К раствору 0.7 г (1.6 ммоль) аллилового эфира МПК (2) и 1.85 ммоль соответствующего оксима в 15 мл CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> добавляют 1.5 мл (0.23 ммоль) 0.15 М водного раствора NaOCl. Реакцию проводят под действием ультразвука в течение 7 мин (контроль методом ТСХ). По окончании реакции отделяют органическую фазу, водный слой экстрагируют CHCl<sub>3</sub> (3 × 10 мл). Объединенные органические слои сушат над Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и упаривают при пониженном давлении. При необходимости продукт очищают с помощью колоночной хроматографии на силикагеле, элюент – сначала петролейный эфир – этилацетат, 7:3, затем хлороформ–метанол, 10:1.

Метод II. К раствору 1.28 ммоль аллилового эфира МПК (2), 2-аллилмалеопимарамида 3 или N-аллилкарбоксамид 5 и 2.56 ммоль соответствующего оксима в 20 мл CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> добавляют 6.0 мл (0.90 ммоль) 0.15 М водного раствора NaOCl, перемешивают в течение 7–8 ч при комнатной температуре (контроль методом ТСХ). По окончании реакции отделяют органическую фазу, водный слой экстрагируют CHCl<sub>3</sub> (3 × 10 мл). Объединенные органические слои сушат над Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и упаривают при пониженном давлении. При необходимости продукт очищают с помощью колоночной хроматографии на силикагеле, элюент – сначала петролейный эфир – этилацетат, 7:3, затем хлороформ–метанол, 10:1.

**(3-Фенил-4,5-дигидроизоксазол-5-ил)метил-(6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-изопропил-6,9а-диметил-1,3-диоксо-3,3а,4,5,5а,6,7,8,9,9а,9b,10,11,11а-тетрадекагидро-1H-3b,11-этенотенантро[1,2-с]фуран-6-карбоксилат (6).** Выход 76% (метод I), 96% (метод II), соотношение диастереомеров А и В ≈ 1:1,  $R_f$  0.7. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 1841, 1778, 1723, 1647, 1544, 1377, 1236, 1178, 1160, 1139, 1086, 1003, 946, 922, 906, 761. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, м. д. ( $J$ , Гц): 0.49 (0.51)\* (6H, с, CH<sub>3</sub>); 0.66–

\* Здесь и далее в скобках указаны значения не описанных отдельно сигналов стереоизомера В.

0.78 (2H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.79–0.85 (1H, м, 9b-CH **A**); 0.96 (6H, д,  $J = 6.6$ , CH<sub>3</sub>); 0.97 (6H, д,  $J = 6.6$ , CH<sub>3</sub>); 1.10 (1.11) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 1.13–1.17 (2H, м, 8-CH<sub>eq</sub>); 1.17–1.21 (1H, м, 9-CH<sub>ax</sub> **A**); 1.22–1.30 (6H, м, 5,10-CH<sub>eq</sub>, 9-CH<sub>ax</sub> **B**, 9b-CH **B**); 1.40–1.50 (4H, м, 5,10-CH<sub>ax</sub> **A**, 8-CH<sub>ax</sub>); 1.51–1.72 (10H, м, 4-CH<sub>eq</sub>, 5,10-CH<sub>ax</sub> **B**, 5a-CH, 7-CH<sub>2</sub>); 2.16 (2.66) (2H, д,  $J = 8.8$ , 3a-CH); 2.22 (2H, септ,  $J = 6.6$ , 14-CH); 2.39–2.50 (2H, м, 4-CH<sub>ax</sub>); 2.90 (1H, д, д,  $J = 8.8$ ,  $J = 3.0$ , 11a-CH **A**); 3.00–3.05 (1H, м, 11a-CH **B**); 3.08 (2H, уш. с, 11-CH); 3.17 (1H, д, д,  $J = 16.6$ ,  $J = 6.1$ ) и 3.47 (1H, д, д,  $J = 16.6$ ,  $J = 11.2$ , 4"-CH<sub>2</sub> **A**); 3.21 (1H, д, д,  $J = 16.6$ ,  $J = 6.4$ ) и 3.58 (1H, д, д,  $J = 16.6$ ,  $J = 11.3$ , 4"-CH<sub>2</sub> **B**); 4.10 (1H, д, д,  $J = 12.1$ ,  $J = 3.6$ ) и 4.35 (1H, д, д,  $J = 12.1$ ,  $J = 3.1$ , 1'-CH<sub>2</sub> **A**); 4.15 (1H, д, д,  $J = 12.0$ ,  $J = 4.7$ ) и 4.32 (1H, д, д,  $J = 12.0$ ,  $J = 3.3$ , 1'-CH<sub>2</sub> **B**); 4.96–5.07 (2H, м, 5"-CH); 5.41 (5.48) (2H, с, Н-13); 7.30–7.45 (6H, м, Н-3''',4''',5'''); 7.68 (7.73) (4H, д,  $J = 8.0$ , Н-2''',6''). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C, δ, м. д.: 15.4 (к, CH<sub>3</sub>); 16.6 (к, CH<sub>3</sub>); 16.9 (т, С-8); 19.9 (20.0) (к, CH<sub>3</sub>); 20.5 (20.6) (к, CH<sub>3</sub>); 21.7 (21.8) (т, С-5); 27.1 (27.2) (т, С-10); 32.7 (д, С-14); 34.5 (34.9) (т, С-4); 35.6 (35.7) (д, С-11); 36.7 (т, С-7); 36.9 (37.1) (т, С-4''); 37.4 (37.5) (с, С-9a); 37.7 (37.8) (т, С-9); 40.2 (40.3) (с, С-3b); 45.5 (45.6) (д, С-11a); 47.2 (47.3) (с, С-6); 49.0 (д, С-5a); 52.8 (д, С-3a); 52.9 (53.0) (д, С-9b); 65.7 (66.0) (т, С-1'); 78.1 (78.3) (д, С-5''); 125.0 (125.3) (д, С-13); 126.8 (126.9) (д, С-3''',5'''); 128.8 (128.9) (д, С-2''',6'''); 129.3 (129.6) (д, С-1'''); 130.0 (130.2) (с, С-4'''); 147.9 (с, С-12); 155.7 (155.9) (с, С-3''); 171.0 (с, С-3); 172.7 (172.8) (с, С-1); 178.3 (с, СОО). Спектр ЯМР <sup>15</sup>N, δ, м. д.: -365.9 (-367.0). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 560 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 73.12; Н 7.48; N 2.35. C<sub>34</sub>H<sub>41</sub>NO<sub>6</sub>. Вычислено, %: С 72.96; Н 7.38; N 2.50.

**[3-(4-Метоксифенил)-4,5-дигидроизоксазол-5-ил]-метил-(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-изопропил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-тетрадекагидро-1H-3b,11-этенотенофантро[1,2-с]фуран-6-карбоксилат (7)**. Выход 98%, соотношение диастереомеров **A** и **B** ≈ 1:1,  $R_f$  0.7. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 1843, 1779, 1723, 1608, 1464, 1377, 1254, 1178, 1139, 1109, 1088, 946, 924. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. ( $J$ , Гц): 0.50 (0.53) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 0.70–0.78 (2H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.80–0.88 (1H, м, 9b-CH **A**); 0.94 (6H, д,  $J = 6.9$ , CH<sub>3</sub>); 0.98 (6H, д,  $J = 6.9$ , CH<sub>3</sub>); 1.10 (1.11) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 1.11–1.80 (23H, м, 4-CH<sub>eq</sub>, 5,7,8,10-CH<sub>2</sub>, 5a-CH, 9-CH<sub>ax</sub>, 9b-CH **B**); 2.14 (1H, д,  $J = 8.8$ , 3a-CH **A**); 2.22 (2H, септ,  $J = 6.6$ , 14-CH); 2.37–2.50 (2H, м, 4-CH<sub>ax</sub>); 2.67 (1H, д,  $J = 8.7$ , 3a-CH **B**); 2.90 (1H, д, д,  $J = 8.8$ ,  $J = 2.9$ , 11a-CH **A**); 3.01–3.11 (3H, м, 11-CH, 11a-CH **B**); 3.11–3.19 (2H, м) и 3.44 (3.55) (2H, д, д,  $J = 16.6$ ,  $J = 11.1$ , 4"-CH<sub>2</sub>); 3.80 (3.82) (6H, с, ОСН<sub>3</sub>); 4.09 (1H, д, д,  $J = 12.0$ ,  $J = 3.4$  **A**), 4.14 (1H, д, д,  $J = 11.9$ ,  $J = 4.9$  **B**) и 4.30–4.42 (2H, м, 1'-CH<sub>2</sub>); 4.91–5.03 (2H, м, 5"-CH); 5.47 (5.52) (2H, с, Н-13); 6.90–7.45 (4H, м, Н-3''',5'''); 7.60–7.68 (4H, м, Н-2''',6'''). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C, δ, м. д.: 15.4 (к, CH<sub>3</sub>); 16.6 (16.7) (к, CH<sub>3</sub>); 16.9 (17.0) (т, С-8); 19.9 (к, CH<sub>3</sub>); 20.5 (к, CH<sub>3</sub>); 21.5 (21.7) (т, С-5); 27.2 (т, С-10); 32.7 (д, С-14); 34.7 (34.8) (т, С-4); 35.5 (35.6) (д, С-11); 36.6 (36.7) (т, С-7); 37.2 (37.4) (т, С-4''); 37.6 (37.7) (с, С-9a); 37.9 (т, С-9); 40.3 (40.4) (с, С-3b); 45.4 (45.6) (д, С-11a); 47.2 (47.3) (с,

С-6); 48.9 (49.0) (д, С-5a); 52.8 (д, С-3a); 53.0 (53.2) (д, С-9b); 55.4 (к, ОСН<sub>3</sub>); 65.7 (66.1) (т, С-1'); 77.7 (77.9) (д, С-5''); 114.1 (114.2) (д, С-3''',5'''); 121.8 (122.1) (д, С-1'''); 124.2 (125.1) (д, С-13); 128.2 (128.4) (д, С-2''',6'''); 147.9 (148.0) (с, С-12); 155.2 (155.4) (с, С-3''); 161.1 (с, С-4'''); 170.9 (171.0) (с, С-3); 172.6 (с, С-1); 178.3 (178.3) (с, СОО). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 590 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 71.45; Н 7.36; N 2.27. C<sub>35</sub>H<sub>43</sub>NO<sub>7</sub>. Вычислено, %: С 71.28; Н 7.35; N 2.38.

**[3-(3-Иодфенил)-4,5-дигидроизоксазол-5-ил]-метил-(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-изопропил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-тетрадекагидро-1H-3b,11-этенотенофантро[1,2-с]фуран-6-карбоксилат (8)**. Выход 85%, соотношение диастереомеров **A** и **B** ≈ 1:1,  $R_f$  0.63. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 1844, 1778, 1723, 1688, 1604, 1506, 1489, 1448, 1388, 1255, 1139, 1088, 1037, 946, 925. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. ( $J$ , Гц): 0.49 (0.51) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 0.70–0.77 (2H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.80–0.88 (1H, м, 9b-CH **A**); 0.98 (6H, д,  $J = 6.9$ , CH<sub>3</sub>); 1.00 (6H, д,  $J = 6.9$ , CH<sub>3</sub>); 1.11 (1.13) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 1.13–1.90 (23H, м, 4-CH<sub>eq</sub>, 5,7,8,10-CH<sub>2</sub>, 5a-CH, 9-CH<sub>ax</sub>, 9b-CH **B**); 2.10–2.30 (2H, м, 14-CH); 2.28 (1H, д,  $J = 8.8$ , 3a-CH **A**); 2.43–2.53 (2H, м, 4-CH<sub>ax</sub>); 2.69 (1H, д,  $J = 8.7$ , 3a-CH **B**); 2.95–3.00 (1H, д,  $J = 8.8$ , 11a-CH **A**); 3.04–3.23 (5H, м, 4"-CH<sub>2</sub>, 11-CH, 11a-CH **B**); 3.35–3.65 (2H, м, 4"-CH<sub>2</sub>); 4.06–4.18 (2H, м) и 4.31–4.40 (2H, м, 1'-CH<sub>2</sub>); 5.00–5.10 (2H, м, 5"-CH); 5.48 (5.50) (2H, с, Н-13); 7.10–7.20 (2H, м, Н-5'''); 7.68–7.74 (2H, м, Н-2'''); 8.08–8.14 (4H, м, Н-4''',6'''). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C, δ, м. д.: 15.4 (15.5) (к, CH<sub>3</sub>); 16.6 (16.7) (к, CH<sub>3</sub>); 16.9 (17.0) (т, С-8); 19.9 (19.9) (к, CH<sub>3</sub>); 20.5 (20.6) (к, CH<sub>3</sub>); 21.6 (21.7) (т, С-5); 27.2 (т, С-10); 32.7 (32.7) (д, С-14); 34.4 (35.0) (т, С-4); 35.6 (д, С-11); 36.5 (т, С-7); 36.6 (36.7) (т, С-4''); 37.5 (37.7) (с, С-9a); 37.7 (т, С-9); 40.1 (40.3) (с, С-3b); 45.6 (д, С-11a); 47.2 (47.3) (с, С-6); 49.0 (49.1) (д, С-5a); 53.0 (53.1) (д, С-3a); 53.1 (53.2) (д, С-9b); 65.8 (66.0) (т, С-1'); 78.4 (78.5) (д, С-5''); 94.5 (94.7) (с, С-3'''); 124.8 (125.1) (д, С-6'''); 125.9 (126.0) (д, С-13); 130.4 (130.6) (с, С-5'''); 131.4 (131.8) (с, С-1'''); 135.4 (135.4) (д, С-2'''); 138.7 (138.9) (д, С-4'''); 147.9 (148.0) (с, С-12); 154.4 (154.5) (с, С-3''); 170.9 (171.0) (с, С-1); 172.6 (172.7) (с, С-3); 178.1 (с, СОО). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 686 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 59.85; Н 5.92; N 2.02; I 18.26. C<sub>34</sub>H<sub>40</sub>INO<sub>6</sub>. Вычислено, %: С 59.56; Н 5.88; N 2.04; I 18.51.

**[3-(4-Диметиламинофенил)-4,5-дигидроизоксазол-5-ил]-метил-(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-изопропил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-тетрадекагидро-1H-3b,11-этенотенофантро[1,2-с]фуран-6-карбоксилат (9)**. Выход 99%, соотношение диастереомеров **A** и **B** ≈ 1:1,  $R_f$  0.63. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 2360, 1723, 1688, 1663, 1600, 1554, 1528, 1419, 1369, 1315, 1233, 1166, 1064, 945, 914, 817. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. ( $J$ , Гц): 0.51 (0.53) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 0.61–0.69 (2H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.70–0.77 (1H, м, 9b-CH **A**); 0.95 (6H, д,  $J = 6.8$ , CH<sub>3</sub>); 1.03 (6H, д,  $J = 6.8$ , CH<sub>3</sub>); 1.10 (1.12) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 1.14–1.75 (23H, м, 4-CH<sub>eq</sub>, 5,7,8,10-CH<sub>2</sub>, 5a-CH, 9-CH<sub>ax</sub>, 9b-CH **B**); 2.25 (2H, септ,  $J = 7.0$ , 14-CH); 2.41–2.52 (2H, м, 4-CH<sub>ax</sub>); 2.68–2.78 (2H, м, 3a-CH); 2.82 (6H, с, CH<sub>3</sub>);

2.84 (6H, с, CH<sub>3</sub>); 2.90–3.12 (6H, м, 4"-CH<sub>2</sub>, 11-CH, 11a-CH); 3.30–3.40 (2H, м, 4"-CH<sub>2</sub>); 4.08–4.22 (2H, м) и 4.23–4.40 (2H, м, 1'-CH<sub>2</sub>); 4.95–5.08 (2H, м, 5"-CH); 5.38 (5.40) (2H, с, Н-13); 6.72 (4H, д,  $J = 8.8$ , Н Ar); 7.72 (4H, д,  $J = 8.8$ , Н Ar). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C, δ, м. д.: 15.6 (к, CH<sub>3</sub>); 16.8 (к, CH<sub>3</sub>); 17.0 (т, C-8); 20.0 (к, CH<sub>3</sub>); 20.6 (к, CH<sub>3</sub>); 21.6 (т, C-5); 27.2 (т, C-10); 32.8 (д, C-14); 34.8 (34.8) (т, C-4); 35.7 (д, C-11); 36.7 (т, C-7); 37.7 (т, C-4"); 38.0 (с, C-9a); 37.7 (38.0) (т, C-9); 39.9 (40.1) (к, 2CH<sub>3</sub>); 40.6 (с, C-3b); 43.5 (43.7) (д, C-11a); 47.1 (с, C-6); 49.4 (д, C-5a); 53.0 (д, C-3a); 53.2 (д, C-9b); 64.9 (65.3) (т, C-1"); 76.8 (77.1) (д, C-5"); 119.6 (119.9) (д, C-3", 5"); 125.1 (д, C-2", 6"); 128.1 (128.2) (д, C-13); 132.4 (132.5) (с, C-1"); 148.1 (148.2) (с, C-12); 151.0 (151.2) (д, C-4"); 154.3 (154.4) (с, C-3"); 171.1 (с, C-1); 172.7 (с, C-3); 176.2 (178.3) (с, COO). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 603 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 72.02; Н 7.48; N 4.35. C<sub>36</sub>H<sub>42</sub>N<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. Вычислено, %: С 71.73; Н 7.69; N 4.65.

**[3-(1,3-Бензодиоксол-5-ил)-4,5-дигидроизоказол-5-ил]метил-(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-изопропил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-тетрадекагидро-1H-3b,11-энофенантро-[1,2-с]фуран-6-карбоксилат (10).** Выход 83%, соотношение диастереомеров **A** и **B** ≈ 1:1,  $R_f$  0.63. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 1844, 1779, 1723, 1688, 1604, 1506, 1489, 1448, 1388, 1255, 1139, 1088, 1037, 946, 925. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. ( $J$ , Гц): 0.50 (0.52) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 0.62–0.70 (2H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.70–0.78 (1H, м, 9b-CH **A**); 0.93 (12H, д,  $J = 6.9$ , CH<sub>3</sub>); 0.96 (6H, д,  $J = 6.9$ , CH<sub>3</sub>); 1.08 (1.10) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 1.12–1.72 (23H, м, 4-CH<sub>eq</sub>, 5,7,8,10-CH<sub>2</sub>, 5a-CH, 9-CH<sub>ax</sub>, 9b-CH **B**); 2.22 (2H, септ,  $J = 7.0$ , 14-CH); 2.40 (1H, д,  $J = 8.8$ , 3a-CH **A**); 2.41–2.52 (2H, м, 4-CH<sub>ax</sub>); 2.72 (1H, д,  $J = 8.5$ , 3a-CH **B**); 2.98 (1H, д,  $J = 8.8$ ,  $J = 2.9$ , 11a-CH **A**); 3.03–3.16 (5H, м, 4"-CH<sub>2</sub>, 11-CH, 11a-CH **B**); 3.41 (1H, д,  $J = 16.4$ ,  $J = 11.0$ , 4"-CH<sub>2</sub> **A**); 3.48 (1H, д,  $J = 16.4$ ,  $J = 11.3$ , 4"-CH<sub>2</sub> **B**); 4.09 (1H, д,  $J = 9.0$ ,  $J = 3.9$ , 1'-CH<sub>2</sub> **A**); 4.12 (1H, д,  $J = 9.0$ ,  $J = 4.6$ , 1'-CH<sub>2</sub> **B**); 4.30 (2H, д,  $J = 9.0$ , 1'-CH<sub>2</sub>); 4.92–5.00 (2H, м, 5"-CH); 5.46 (5.50) (2H, с, Н-13); 5.67–6.02 (4H, м, 2"-CH<sub>2</sub>); 6.80 (6.92) (2H, д,  $J = 8.1$ , Н-7"); 7.28 (7.38) (2H, д,  $J = 8.1$ , Н-6"); 7.30 (7.32) (2H, с, Н-4"). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C, δ, м. д.: 15.4 (15.6) (к, CH<sub>3</sub>); 16.6 (к, CH<sub>3</sub>); 16.9 (17.0) (т, C-8); 19.9 (к, CH<sub>3</sub>); 20.6 (к, CH<sub>3</sub>); 21.7 (т, C-5); 27.2 (т, C-10); 32.7 (д, C-14); 34.8 (т, C-4); 35.6 (35.7) (д, C-11); 36.6 (36.7) (т, C-7); 37.1 (37.3) (т, C-4"); 37.5 (с, C-9a); 37.7 (т, C-9); 40.2 (40.3) (с, C-3b); 45.5 (45.6) (д, C-11a); 47.2 (47.3) (с, C-6); 49.0 (49.1) (д, C-5a); 52.9 (53.0) (д, C-3a); 53.0 (53.2) (д, C-9b); 65.8 (65.9) (т, C-1"); 78.0 (78.1) (д, C-5"); 101.6 (102.1) (т, C-2"); 106.4 (106.7) (д, C-7"); 108.3 (д, C-4"); 123.3 (123.7) (с, C-5"); 125.0 (125.3) (д, C-6"); 125.1 (д, C-13); 147.9 (148.1); 148.1 (148.2) (с, C-12, C-7a"); 149.3 (149.4) (с, C-3a"); 155.3 (155.4) (с, C-3"); 171.0 (с, C-1); 172.7 (с, C-3); 178.2 (178.3) (с, COO). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 604 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 69.83; Н 6.72; N 2.28. C<sub>35</sub>H<sub>41</sub>NO<sub>8</sub>. Вычислено, %: С 69.63; Н 6.85; N 2.32.

**(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-Изопропил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-N-(3-фенил-4,5-дигидроизоказол-5-ил)метил-[3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-**

**тетрадекагидро-1H-3b,11-энофенантро[1,2-с]фуран-6-карбоксамид (11).** Выход 90%, соотношение диастереомеров **A** и **B** ≈ 1:1,  $R_f$  0.73. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3384, 1777 уш. с, 1645, 1593, 1516, 1464, 1416, 1385, 1358, 1263, 1138, 902. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. ( $J$ , Гц): 0.51 (0.55) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 0.85–0.92 (2H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.95 (6H, д,  $J = 6.8$ , CH<sub>3</sub>); 0.97 (6H, д,  $J = 6.8$ , CH<sub>3</sub>); 0.99–1.06 (1H, м, 9b-CH **A**); 1.09 (1.11) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 1.12–1.74 (23H, м, 4-CH<sub>eq</sub>, 5,7,8,10-CH<sub>2</sub>, 5a-CH, 9-CH<sub>ax</sub>, 9b-CH **B**); 2.23 (2H, септ,  $J = 7.0$ , 14-CH); 2.44 (2H, д,  $J = 13.6$ , 4-CH<sub>ax</sub>); 2.64 (2.67) (1H, д,  $J = 8.7$ , 3a-CH); 3.05–3.15 (4H, м, 11,11a-CH); 3.38–3.60 (8H, м, 4"-CH<sub>2</sub>, 1'-CH<sub>2</sub>); 4.83–4.93 (2H, м, 5"-CH); 5.44 (5.48) (2H, с, Н-13); 6.24 (2H, уш. с, NH); 7.38–7.45 (6H, м, Н-3", 4", 5" Ph); 7.62–7.68 (4H, м, Н-2", 6"). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C, δ, м. д.: 15.6 (15.9) (к, CH<sub>3</sub>); 16.7 (16.8) (к, CH<sub>3</sub>); 17.1 (т, C-8); 19.8 (20.0) (к, CH<sub>3</sub>); 20.5 (к, CH<sub>3</sub>); 21.1 (21.2) (т, C-5); 27.8 (27.2) (т, C-10); 32.7 (д, C-14); 34.6 (34.7) (т, C-4); 35.6 (35.7) (д, C-11); 37.1 (т, C-7); 37.6 (37.8) (т, C-1"); 37.6 (37.7) (с, C-9a); 37.7 (т, C-9); 40.3 (с, C-3b); 42.7 (42.8) (т, C-4"); 45.6 (д, C-11a); 46.8 (47.0) (с, C-6); 49.3 (49.6) (д, C-5a); 53.0 (д, C-3a; д, C-9b **A**); 53.1 (д, C-9b **B**); 79.7 (79.8) (д, C-5"); 125.1 (125.2) (д, C-13); 126.7 (д, C-3", 5"); 128.8 (128.9) (д, C-2", 6"); 129.0 (д, C-1"); 130.3 (130.4) (с, C-4"); 147.9 (148.0) (с, C-12); 157.2 (с, C-3"); 170.9 (с, C-3); 172.8 (с, C-1); 179.1 (с, COO). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 559 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 73.12; Н 7.48; N 5.35. C<sub>34</sub>H<sub>42</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Вычислено, %: С 73.09; Н 7.58; N 5.01.

**(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-Изопропил-N-{3-(4-метоксифенил)-4,5-дигидроизоказол-5-ил}-метил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-тетрадекагидро-1H-3b,11-энофенантро-[1,2-с]фуран-6-карбоксамид (12).** Выход 99%, соотношение диастереомеров **A** и **B** ≈ 1:1,  $R_f$  0.62. ИК спектр,  $\nu$ , см<sup>-1</sup>: 3387, 1778 уш. с, 1606, 1516, 1464, 1418, 1378, 1360, 1306, 1256, 1175, 1142, 1024, 901. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. ( $J$ , Гц): 0.49 (0.54) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 0.82–0.88 (2H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.93 (6H, д,  $J = 6.8$ , CH<sub>3</sub>); 0.96 (6H, д,  $J = 6.8$ , CH<sub>3</sub>); 0.99–1.04 (1H, м, 9b-CH **A**); 1.07 (1.12) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 1.12–1.77 (23H, м, 4-CH<sub>eq</sub>, 5,7,8,10-CH<sub>2</sub>, 5a-CH, 9-CH<sub>ax</sub>, 9b-CH **B**); 2.21 (2H, септ,  $J = 7.0$ , 14-CH); 2.42 (1H, д,  $J_{3a-11a} = 15.5$ , 3a-CH **A**); 2.59–2.67 (2H, м, 4-CH<sub>ax</sub>); 3.01–3.10 (5H, м, 3a-CH **B**, 11-CH, 11a-CH); 3.34–3.49 (2H, м) и 3.52–3.58 (2H, м, 4"-CH<sub>2</sub>); 3.63–3.71 (4H, м, 1'-CH<sub>2</sub>); 3.81 (3.82) (6H, с, OCH<sub>3</sub>); 4.78–4.88 (2H, м, 5"-CH); 5.32 (5.46) (2H, с, Н-13); 6.20 (2H, уш. с, NH); 6.85 (6.93) (4H, д,  $J = 8.5$ , Н-3", 5"); 7.52–7.60 (4H, м, Н-2", 6"). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C, δ, м. д.: 15.6 (к, CH<sub>3</sub>); 16.7 (к, CH<sub>3</sub>); 17.0 (т, C-8); 19.9 (20.0) (к, CH<sub>3</sub>); 20.5 (20.6) (к, CH<sub>3</sub>); 21.1 (т, C-5); 27.1 (27.2) (т, C-10); 32.7 (д, C-14); 34.6 (34.7) (т, C-4); 35.6 (д, C-11); 36.9 (37.0) (т, C-7); 37.6 (с, C-9a); 37.7 (37.8) (т, C-1"); 38.0 (т, C-9); 40.3 (с, C-3b); 42.7 (42.8) (т, C-4"); 45.6 (д, C-11a); 46.8 (47.0) (с, C-6); 49.3 (49.7) (д, C-5a); 53.0 (53.1) (д, C-3a); 55.3 (55.4) (к, OCH<sub>3</sub>); 55.5 (55.6) (д, C-9b); 79.4 (д, C-5"); 114.7 (115.1) (д, C-3", 5"); 121.5 (д, C-1"); 125.1 (125.2) (д, C-13); 128.3 (128.5) (д, C-2", 6"); 147.9 (с, C-12); 156.7 (с, C-3"); 161.2 (с, C-4"); 170.8 (170.9) (с, C-3); 172.8 (173.0) (с, C-1); 179.1 (с, CONH). Масс-

спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 589  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 71.42; Н 7.53; N 4.44.  $C_{35}H_{44}N_2O_6$ . Вычислено, %: С 71.40; Н 7.53; N 4.76.

**(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-Изопропил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-2-[(3-фенил-4,5-дигидроизоксазол-5-ил)метил]-1,2,3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-гексадекагидро-3b,11-этенонафто[2,1-*e*]изоиндол-6-карбоновая кислота (13).** Выход 77%, соотношение диастереомеров **A** и **B**  $\approx$  1:0.4,  $R_f$  0.65. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3229, 1771, 1696 уш. с, 1464, 1377, 1209, 1157, 1099, 1046, 1021, 918, 906, 760. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 0.61 (6H, с,  $\text{CH}_3$ ); 0.92 (2H, д,  $J = 6.8$ , 9- $\text{CH}_{\text{eq}}$ ); 0.95 (6H, д,  $J = 7.7$ ,  $\text{CH}_3$ ); 0.97 (6H, д,  $J = 7.7$ ,  $\text{CH}_3$ ); 1.20–1.25 (2H, м, 10- $\text{CH}_{\text{eq}}$ ); 1.30 (6H, с,  $\text{CH}_3$ ); 1.30–1.35 (2H, м, 8- $\text{CH}_{\text{eq}}$ ); 1.37–1.47 (6H, м, 5- $\text{CH}_{\text{eq}}$ , 5a- $\text{CH}$ , 9- $\text{CH}_{\text{ax}}$ ); 1.49–1.63 (4H, м, 5,8- $\text{CH}_{\text{ax}}$ ); 1.67–1.80 (6H, м, 4,7- $\text{CH}_{\text{eq}}$ , 10- $\text{CH}_{\text{ax}}$ ); 1.88–1.98 (4H, м, 7- $\text{CH}_{\text{ax}}$ , 9b- $\text{CH}$ ); 2.11–2.28 (2H, м, 14- $\text{CH}$ ); 2.44 (1H, д,  $J = 8.0$ ,  $J = 2.1$ , 3a- $\text{CH}$  **B**); 2.47 (1H, д,  $J = 8.0$ ,  $J = 1.5$ , 3a- $\text{CH}$  **A**); 2.55 (2H, д,  $J = 13.7$ , 4- $\text{CH}_{\text{ax}}$ ); 2.73 (2H, д, д,  $J = 8.0$ ,  $J = 1.8$ , 11a- $\text{CH}$  **B**); 2.79 (1H, д, т,  $J = 8.0$ ,  $J = 2.2$ , 11a- $\text{CH}$  **A**); 3.03–3.15 (4H, м, 4"- $\text{CH}_2$ , 11- $\text{CH}$ ); 3.28–3.37 (2H, м, 4"- $\text{CH}_2$ ); 3.42 (1H, д, д,  $J = 13.4$ ,  $J = 5.7$ , **A**), 3.46 (1H, д, д,  $J = 13.3$ ,  $J = 5.6$ , **B**) и 3.63–3.73 (2H, м, 1'- $\text{CH}_2$ ); 4.78–4.90 (2H, м, 5"- $\text{CH}$ ); 5.42 (5.44) (2H, с, H-13); 7.38 (2H, с, 4'''-H Ph); 7.46 (7.55) (2H, т,  $J = 7.5$ , H-3''',5'''); 7.84 (7.62) (2H, д,  $J = 7.5$ , H-2''',6'''). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м. д.: 15.8 (к,  $\text{CH}_3$ ); 16.6 (к,  $\text{CH}_3$ ); 16.9 (т, C-8); 19.9 (20.0) (к,  $\text{CH}_3$ ); 20.7 (к,  $\text{CH}_3$ ); 21.9 (т, C-5); 27.5 (27.6) (т, C-10); 32.6 (32.7) (д, C-14); 35.0 (35.1) (т, C-4); 35.6 (д, C-11); 36.7 (т, C-7); 37.8 (т, C-9); 40.6 (т, C-4''); 40.7 (40.8) (с, C-6); 41.3 (41.5) (т, C-1'); 45.0 (д, C-11a); 47.1 (с, C-3b); 49.3 (д, C-9b); 52.3 (д, C-3a); 54.0 (д, C-5a); 77.06 (77.09) (д, C-5''); 124.3 (124.5) (д, C-13); 127.6 (д, C-3''',5'''); 124.3 (125.1) (д, C-2''',6'''); 130.2 (д, C-4'''); 130.9 (с, C-1'''); 146.99 (147.03) (с, C-12); 156.28 (156.33) (с, C-3''); 176.9 (177.1) (с, C-3); 178.2 (178.5) (с, C-1); 177.3 (с, COO). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 559  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 73.21; Н 7.19; N 5.14.  $C_{34}H_{42}N_2O_5$ . Вычислено, %: С 73.09; Н 7.58; N 5.01.

**(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-Изопропил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-2-[[3-(4-метоксифенил)-4,5-дигидроизоксазол-5-ил]метил]-1,2,3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-гексадекагидро-3b,11-этенонафто[2,1-*e*]изоиндол-6-карбоновая кислота (14).** Выход 99%, соотношение диастереомеров **A** и **B**  $\approx$  1:0.4,  $R_f$  0.72. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 3229, 1769, 1697 уш. с, 1607, 1516, 1464, 1378, 1308, 1256, 1177, 1023, 834. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 0.60, (0.57) (6H, с,  $\text{CH}_3$ ); 0.88–0.95 (2H, м, 9- $\text{CH}_{\text{eq}}$ ); 0.92 (6H, д,  $J = 7.0$ ,  $\text{CH}_3$ ); 0.95 (6H, д,  $J = 7.0$ ,  $\text{CH}_3$ ); 1.17–1.29 (2H, м, 10- $\text{CH}_{\text{eq}}$ ); 1.27 (1.24) (6H, с,  $\text{CH}_3$ ); 1.33–1.46 (2H, м, 8- $\text{CH}_{\text{eq}}$ ); 1.47–1.83 (16H, м, 4,7- $\text{CH}_{\text{eq}}$ , 5- $\text{CH}_2$ , 5a- $\text{CH}$ , 8,9,10- $\text{CH}_{\text{ax}}$ ); 1.84–1.97 (4H, м, 7- $\text{CH}_{\text{ax}}$ , 9b- $\text{CH}$ ); 2.18 (2H, септ,  $J = 7.0$ , 14- $\text{CH}$ ); 2.47 (2.42) (1H, д,  $J = 8.0$ , 3a- $\text{CH}$ ); 2.51 (2H, д,  $J = 14.6$ , 4- $\text{CH}_{\text{ax}}$ ); 2.75–2.86 (2H, м, 11a- $\text{CH}$ ); 3.01–3.09 (4H, м, 4"- $\text{CH}_2$ , 11- $\text{CH}$ ); 3.22–3.31 (2H, м, 4"- $\text{CH}_2$ ); 3.42 (1H, д, д,  $J = 13.7$ ,  $J = 5.3$ , **B**), 3.46 (1H, д, д,  $J = 13.6$ ,  $J = 5.6$ , **A**) и 3.62–3.68 (2H, м, 1'- $\text{CH}_2$ ); 3.84 (3.82) (6H, с,  $\text{OCH}_3$ ); 4.74–

4.83 (2H, м, 5"- $\text{CH}$ ); 5.39 (5.37) (2H, с, H-13); 6.88 (6.93) (2H, д,  $J = 8.5$ , H-2''',6'''); 7.56 (7.82) (2H, д,  $J = 8.5$ , H-3''',5'''). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м. д.: 15.6 (15.8) (к,  $\text{CH}_3$ ); 16.6 (к,  $\text{CH}_3$ ); 16.9 (т, C-8); 19.9 (к,  $\text{CH}_3$ ); 20.6 (20.7) (к,  $\text{CH}_3$ ); 21.9 (т, C-5); 27.5 (27.6) (т, C-10); 32.6 (32.7) (д, C-14); 35.0 (35.1) (т, C-4); 35.6 (д, C-11); 36.7 (т, C-7); 37.8 (с, C-9a); 37.8 (т, C-9); 40.6 (т, C-4''); 40.7 (40.8) (с, C-6); 41.3 (41.5) (т, C-1'); 45.0 (д, C-11a); 47.1 (с, C-3b); 49.3 (д, C-9b); 52.3 (д, C-3a); 54.0 (д, C-5a); 55.4 (55.5) (к,  $\text{OCH}_3$ ); 76.8 (д, C-5''); 114.4 (114.8) (д, C-3''',5'''); 124.4 (124.5) (д, C-13); 128.3 (д, C-2''',6'''); 134.0 (с, C-1'''); 146.9 (147.0) (с, C-12); 155.8 (с, C-3''); 161.1 (с, C-4'''); 177.0 (177.1) (с, C-3); 178.2 (178.5) (с, C-1); 185.1 (с, COO). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 589  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 71.62; Н 7.27; N 4.83.  $C_{35}H_{44}N_2O_6$ . Вычислено, %: С 71.40; Н 7.53; N 4.76.

**(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-12-Изопропил-2-[[3-(3-идофенил)-4,5-дигидроизоксазол-5-ил]метил]-6,9a-диметил-1,3-диоксо-1,2,3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-гексадекагидро-3b,11-этенонафто[2,1-*e*]изоиндол-6-карбоновая кислота (15).** Выход 99%, соотношение диастереомеров **A** и **B**  $\approx$  1:0.4,  $R_f$  0.65. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 33449, 1770, 1696 уш. с, 1554, 1464, 1397, 1378, 1340, 1209, 1156, 1004, 910. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 0.63 (0.56) (6H, с,  $\text{CH}_3$ ); 0.85–1.00 (2H, м, 9- $\text{CH}_{\text{eq}}$ ); 0.91 (6H, д,  $J = 7.7$ ,  $\text{CH}_3$ ); 0.95 (6H, д,  $J = 7.7$ ,  $\text{CH}_3$ ); 1.04–1.15 (2H, м, 10- $\text{CH}_{\text{eq}}$ ); 1.20 (1.10) (6H, с,  $\text{CH}_3$ ); 1.21–1.83 (18H, м, 4,7- $\text{CH}_{\text{eq}}$ , 5,8- $\text{CH}_2$ , 5a- $\text{CH}$ , 9,10- $\text{CH}_{\text{ax}}$ ); 2.10–2.28 (2H, м, 14- $\text{CH}$ ); 2.30–2.66 (4H, м, 4- $\text{CH}_{\text{ax}}$ , 3a- $\text{CH}$ ); 2.50–2.67 (2H, м, 11a- $\text{CH}$ ); 2.95–3.14 (4H, м, 4"- $\text{CH}_2$ , 11- $\text{CH}$ ); 3.18–3.31 (2H, м, 4"- $\text{CH}_2$ ); 3.32–3.45 (2H, м, 4"- $\text{CH}_2$ ); 3.57–3.70 (2H, м, 4"- $\text{CH}_2$ ); 4.75–4.90 (2H, м, 5"- $\text{CH}$ ); 5.44 (5.47) (2H, с, H-13); 7.10 (1H, т,  $J = 6.9$ , H-4'' **A**); 7.12 (1H, т,  $J = 7.4$ , H-4'' **B**); 7.55 (7.57) (1H, с, H-2'''); 7.59 (1H, т,  $J = 7.4$ , H-5'' **B**); 7.70 (1H, т,  $J = 6.9$ , H-5'' **A**); 7.88 (1H, д,  $J = 7.4$ , H-6'' **B**); 7.93 (1H, д,  $J = 6.9$ , H-6'' **A**). Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ ,  $\delta$ , м. д.: 15.7 (15.8) (к,  $\text{CH}_3$ ); 16.8 (к,  $\text{CH}_3$ ); 17.3 (т, C-8); 19.9 (20.1) (к,  $\text{CH}_3$ ); 20.7 (к,  $\text{CH}_3$ ); 21.9 (22.0) (т, C-5); 27.6 (т, C-10); 32.7 (д, C-14); 35.5 (35.6) (т, C-4); 35.8 (д, C-11); 37.1 (т, C-7); 37.6 (с, C-9a); 38.3 (т, C-9); 40.7 (т, C-4''); 40.7 (40.8) (с, C-6); 41.5 (т, C-1'); 45.1 (45.2) (д, C-11a); 47.2 (с, C-3b); 49.3 (49.4) (д, C-9b); 52.3 (д, C-3a); 54.4 (д, C-5a); 77.3 (д, C-5''); 94.4 (94.6) (с, C-3'''); 125.9 (д, C-13); 130.4 (д, C-5''',6'''); 131.2 (с, C-1'''); 135.5 (д, C-2'''); 139.0 (д, C-4'''); 147.2 (с, C-12); 155.0 (с, C-3''); 175.1 (с, COO); 177.2 (177.4) (с, C-3); 178.5 (178.7) (с, C-1). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн.}}$ , %): 685  $[M+H]^+$  (100). Найдено, %: С 59.83; Н 6.07; N 4.03; I 18.96.  $C_{34}H_{41}IN_2O_5$ . Вычислено, %: С 59.65; Н 6.04; N 4.09; I 18.54.

**(3aR,3bS,5aR,6R,9aR,9bR,11R,11aR)-2-[[3-(1,3-Бензодиоксол-5-ил)-4,5-дигидроизоксазол-5-ил]метил]-12-изопропил-6,9a-диметил-1,3-диоксо-1,2,3,3a,4,5,5a,6,7,8,9,9a,9b,10,11,11a-гексадекагидро-3b,11-этенонафто[2,1-*e*]изоиндол-6-карбоновая кислота (16).** Выход 99%, соотношение диастереомеров **A** и **B**  $\approx$  1:0.4,  $R_f$  0.67. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1771, 1696, 1558, 1506, 1489, 1455, 1398, 1377, 1339, 1254, 1157, 1112, 1038, 934, 810, 761. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 0.55 (0.61) (6H, с,  $\text{CH}_3$ );

0.85–1.00 (2H, м, 9-CH<sub>eq</sub>); 0.90 (6H, д,  $J = 7.7$ , CH<sub>3</sub>); 0.95 (6H, д,  $J = 7.7$ , CH<sub>3</sub>); 1.10 (1.20) (6H, с, CH<sub>3</sub>); 1.17–1.28 (2H, м, 10-CH<sub>eq</sub>); 1.30–1.95 (18H, м, 4,7-CH<sub>eq</sub>, 5,8-CH<sub>2</sub>, 5a-CH, 9,10-CH<sub>ax</sub>); 2.08–2.25 (2H, м, 14-CH); 2.37–2.62 (4H, м, 4-CH<sub>ax</sub>, 3a-CH); 2.77–2.85 (2H, м, 11a-CH); 2.95–3.08 (4H, м, 4"-CH<sub>2</sub>, 11-CH); 3.15–3.29 (2H, м, 4"-CH<sub>2</sub>); 3.32–3.45 (2H, м, 4"-CH<sub>2</sub>); 3.57–3.70 (2H, м, 4"-CH<sub>2</sub>); 4.70–4.83 (2H, м, 5"-CH); 5.42 (5.38) (2H, с, H-13); 5.96–6.05 (4H, м, 2"-CH<sub>2</sub>); 6.75 (6.89) (1H, д,  $J = 8.3$ , H-7"); 7.20 (7.25) (2H, с, H-6"); 7.33–7.42 (2H, м, H-4"). Спектр ЯМР <sup>13</sup>C, δ, м. д.: 15.7 (к, CH<sub>3</sub>); 16.7 (16.8) (к, CH<sub>3</sub>); 16.9 (т, C-8); 19.9 (20.0) (к, CH<sub>3</sub>); 20.7 (к, CH<sub>3</sub>); 22.0 (т, C-5); 27.6 (т, C-10); 32.6 (32.7) (д, C-14); 35.5 (35.8) (т, C-4); 35.6 (д, C-11); 37.7 (с, C-9a); 37.8 (38.1) (т, C-7); 38.9 (т, C-9); 40.8 (с, C-6); 41.3 (41.5) (т, C-1',4"); 45.0 (45.1) (д, C-11a); 47.2 (47.3) (с, C-3b); 49.2 (49.6) (д, C-9b); 52.3 (д, C-3a); 54.4 (д, C-5a); 77.0 (77.3) (д, C-5"); 101.5 (102.1) (д, C-2"); 106.5 (106.9) (д, C-7"); 108.2 (108.4) (д, C-4"); 121.6 (д, C-13); 123.3 (с, C-5"); 128.7 (д, C-6"); 148.0 (с, C-12); 148.7 (с, C-7a"); 153.1 (с, C-3a"); 155.8 (с, C-3"); 177.0 (177.2) (с, C-3); 178.2 (178.5) (с, C-1); 185.1 (с, COO). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 603 [M+H]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: C 69.48; H 6.83; N 4.42. C<sub>35</sub>H<sub>42</sub>N<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Вычислено, %: C 69.75; H 7.02; N 4.65.

Работа выполнена при поддержке программы президиума РАН № 38 "Исследование фундаментальных проблем синтеза и зависимости "структура–свойство" с целью создания новых веществ и материалов".

ИК спектры, спектры ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C и масс-спектры записаны на оборудовании ЦКП "Химия" УФИХ РАН.

## Список литературы

1. Парамонова, Н. С.; Харченко, О. Ф. *Клиническая фармакология: учебное пособие*; Высшейш. школа: Минск, 2012.
2. Gant, T. G.; Meyers, A. I. *Tetrahedron* **1994**, *50*, 2297.
3. Greene, T. W.; Wuts, P. G. M. *Protective Groups in Organic Synthesis*; John Wiley & Sons: New York, 1991, 2nd ed.
4. Hargaden, G. C.; Guiry, P. J. *Chem. Rev.* **2009**, *109*, 2505.
5. (a) Bumagin, N. A.; Kletskov, A. V.; Petkevich, S. K.; Kolesnik, I. A.; Lyakhov, A. S.; Ivashkevich, L. S.; Baranovsky, A. V.; Kurman P. V.; Potkin, V. I. *Tetrahedron* **2018**, *74*, 3578. (b) Potkin, V. I.; Bumagin, N. A.; Petkevich, S. K.; Lyakhov, A. S.; Rudakov, D. A.; Livantsov, M. V.; Golantsov, N. E. *Synthesis* **2012**, 151. (c) Bumagin, N. A.; Petkevich, S. K.; Kletskov, A. V.; Potkin, V. I. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2017**, *53*, 1340. [Химия гетероцикл. соединений **2017**, *53*, 1340.] (d) Bumagin, N. A.; Petkevich, S. K.; Kletskov, A. V.; Livantsov, M. V.; Golantsov, N. E.; Potkin, V. I. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2014**, *49*, 1515. [Химия гетероцикл. соединений **2013**, 1633.]
6. Maiti, S.; Ray, S. S.; Kundu, A. K. *Prog. Polym. Sci.* **1989**, *14*, 297.
7. (a) Grigg, R.; Heaney, F.; Surendracumar, S.; Warnock, W. J. *Tetrahedron* **1991**, 4477. (b) Litvinovskaya, R. P.; Khripach, V. A. *Russ. Chem. Rev.* **2001**, *70*, 405. [Успехи химии **2001**, *70*, 464.]
8. Bei, M. P.; Azarko, V. A.; Yuvchenko, A. P. *Russ. J. Gen. Chem.* **2010**, *80*, 940. [Журн. общ. химии **2010**, 770.]
9. (a) Pretsch, E.; Bühlmann, P.; Badertscher, M. *Structure Determination of Organic Compounds. Tables of Spectral Data*; Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, 2009. (b) Сильверстейн, Р.; Вебстер, Ф.; Кимл, Д. *Спектрометрическая идентификация органических соединений*; БИНОМ. Лаборатория знаний: Москва, 2011.
10. Рогоза, Л. Н.; Салахутдинов, Н. Ф.; Толстикова, С. Е.; Толстикова, Г. А. *Препаративная химия терпеноидов. Ч. 2(3). Смоляные кислоты: абиетиновая, дегидроабиетиновая, ламбертиановая, тимаровая, изотимаровая, левотимаровая*; Академиздат: Новосибирск, 2013, с. 277.
11. Schuller, W. H.; Lawrence, L. V. *J. Chem. Eng. Data* **1967**, *12*, 267.