

*Дорогому коллеге Л. И. Беленькому  
по случаю славного юбилея*

**Л. К. Карабаева, И. А. Платонова, И. В. Заварзин, С. И. Луйксаар,  
В. Н. Яровенко, Б. В. Набатов, М. М. Краюшкин\*, В. А. Барачевский<sup>а</sup>**

**СИНТЕЗ, ФОТОХРОМНЫЕ И ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА  
ГИБРИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФУЛЬГИМИДОВ  
И БЕНЗОТИАЗОЛИЛТИЕНОТИОФЕНА**

Синтезированы предшественники и гибридные соединения, включающие фотохромный фульгимидный и флуоресцирующий бензотиазолилтиенотиофеновый фрагменты. Спектральное исследование абсорбционным и флуоресцентным методами показало, что фульгимидные гибриды обладают фотохромизмом, но не проявляют флуоресцентных свойств. Предложено возможное объяснение этого факта, а также снижения эффективности фотохромных превращений.

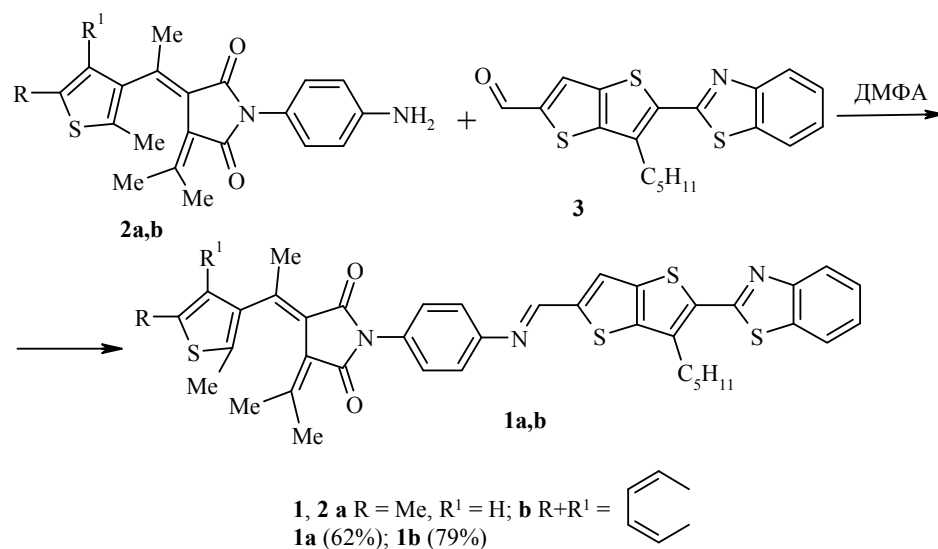
**Ключевые слова:** бензотиазолилтиенотиофены, гибридные фотохромные фульгимиды, фульгимиды, синтез, флуоресцентные свойства, фотохромизм.

В последнее время фотохромные материалы активно рассматриваются как перспективные регистрирующие среды для трёхмерной оптической памяти [1]. Существенным свойством, определяющим их пригодность для этих целей, является неdestructивное считывание оптической информации, что возможно лишь в том случае, если считывающее излучение не поглощается двумя взаимно превращающимися под действием света формами фотохромных соединений. Одним из наиболее плодотворных подходов для решения этой проблемы представляется создание фотохромных материалов, обеспечивающих считывание оптической информации флуоресцентным методом [2, 3]. Для этих целей, в частности, были синтезированы гибридные фотохромные соединения, содержащие в своей структуре как фотохромные, так и флуорофорные фрагменты [4–9], в которых полосы поглощения флуоресцирующей части молекул располагались вне полос поглощения двух форм фотохромной части, а спектр флуоресценции совпадал со спектром поглощения одной из форм фотохромного соединения.

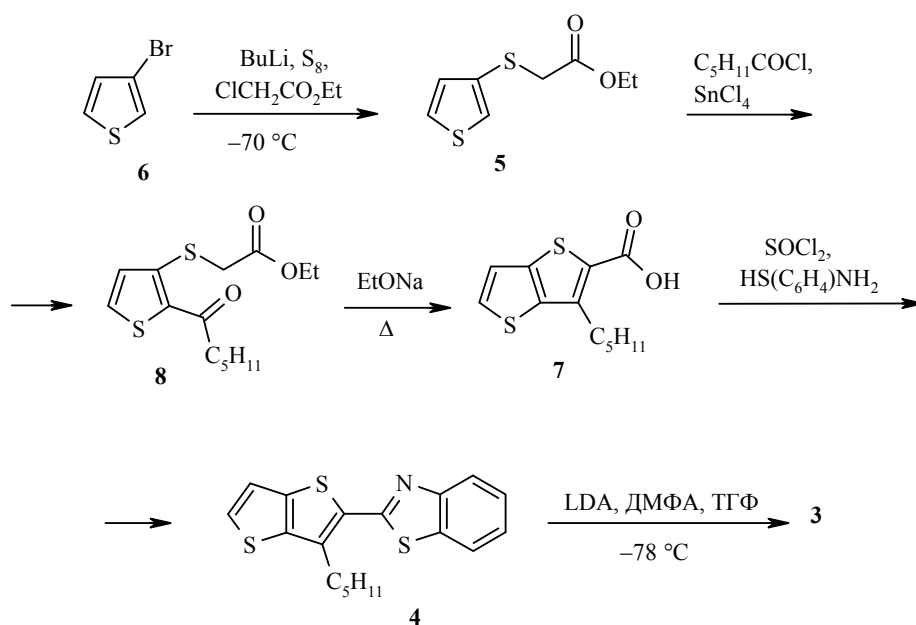
В данной работе предпринята попытка синтеза новых гибридных соединений на основе фотохромных аминзамещённых фульгимидов и флуоресцирующих производных бензотиазолилтиенотиофена.

Объектами исследования служили два гибридных фотохромных соединения: (3*Z*)-1-(4-{{5-(2-бензотиазолил)-6-пентилтиено[3,2-*b*]тиен-2-ил}метилиденамино}фенил)-3-[1-(2,5-диметил-3-тиенил)этилиден]-4-(1-метилэтилиден)-2,5-пирролидиндион (**1a**) и (3*Z*)-1-(4-{{5-(2-бензотиазолил)-6-пентилтиено[3,2-*b*]тиен-2-ил}метилиденамино}фенил)-3-[1-(2-метилбензо[*b*]тиен-3-ил)этилиден]-4-(1-метилэтилиден)-2,5-пирролидиндион (**1b**), син-

тезированные с хорошими выходами из фотохромных соединений **2a** и **2b** и флуоресцирующего 5-(1,3-бензотиазол-2-ил)-6-пентилтиено[3,2-*b*]тиофен-2-карбальдегида (**3**) по следующей общей схеме:



Синтез 2-(3-пентилтиено[3,2-*b*]тиен-2-ил)-1,3-бензотиазола (**4**) – исходного соединения для получения альдегида **3** – был осуществлён по следующей схеме:



Абсорбционные и флуоресцентные характеристики\* бензтиазолов в толуоле

Соединение	$\lambda_{\text{max аб.}}$ нм	$D_{\text{max аб.}}$	$\lambda_{\text{max возб. фл.}}$ нм	$\lambda_{\text{max фл.}}$ нм	$\Delta\lambda$ , нм	$I_{\text{max фл.}}$ отн. ед.
3	378	0.25	377	438	60	145
4	353	0.21	353	413	60	1140

\*  $\lambda_{\text{max аб.}}$ ,  $\lambda_{\text{max возб. фл.}}$ ,  $\lambda_{\text{max фл.}}$  – длины волн максимумов полос поглощения, возбуждения флуоресценции и флуоресценции, соответственно;  $D_{\text{max аб.}}$  – оптическая плотность в максимуме полосы поглощения;  $\Delta\lambda = \lambda_{\text{max фл.}} - \lambda_{\text{max аб.}}$ ;  $I_{\text{max фл.}}$  – интенсивность флуоресценции в максимуме полосы флуоресценции

Эфир **5** синтезировали из 3-бромтиофена (**6**) с применением этилового эфира монохлоруксусной кислоты. Его ацилирование хлорангидридом капроновой кислоты и последующий гидролиз привели к 3-пентилтиено-[3,2-*b*]тиофен-2-карбоновой кислоте (**7**), которую получали аналогично методике [10]. Синтез соответствующего хлорангидрида, его взаимодействие с *o*-аминотиофенолом в *N*-метилпирролидоне с образованием тиазольного производного **3** протекали с хорошими выходами.

В отличие от подавляющего большинства монотиенильных производных, формилирование тиенотиофена **4** в типичных условиях реакции Вильсмайера не привело к образованию альдегида **3**. Последний удалось получить с хорошим выходом при взаимодействии соединения **4** с диизопропиламидом лития (LDA) в ТГФ при  $-78^\circ\text{C}$  и последующем действии ДМФА на образовавшееся литийорганическое производное.

Результаты абсорбционных и люминесцентных исследований флуорофоров **3** и **4** представлены в табл. 1 и на рис. 1.

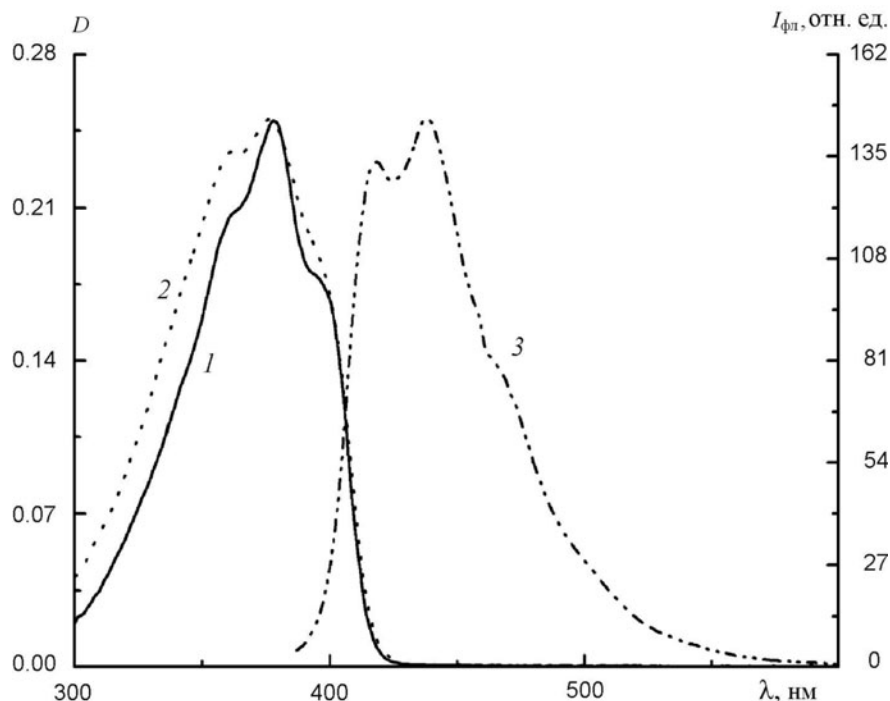


Рис. 1. Спектры поглощения (1), возбуждения (2) и испускания (3) флуоресценции соединения **3** в толуоле

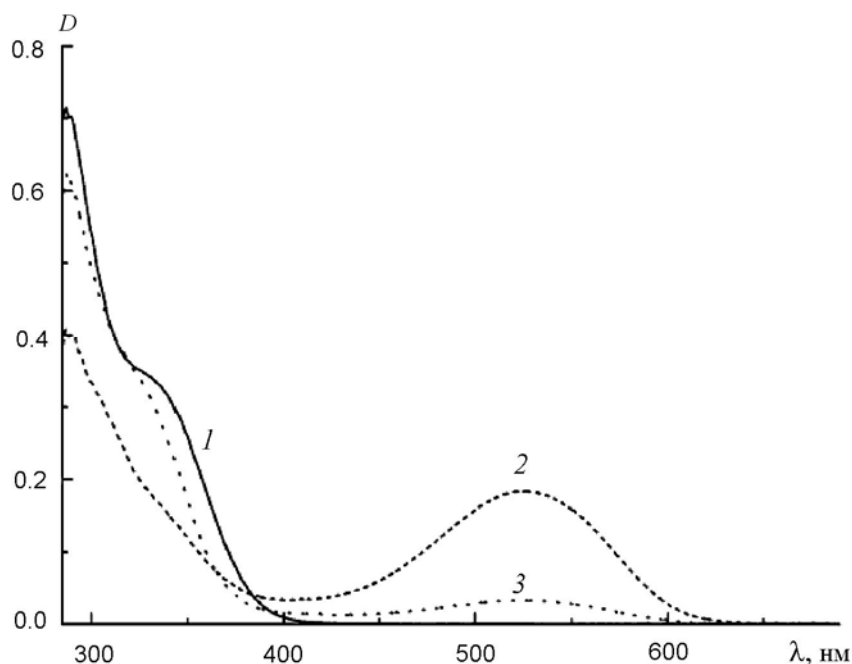
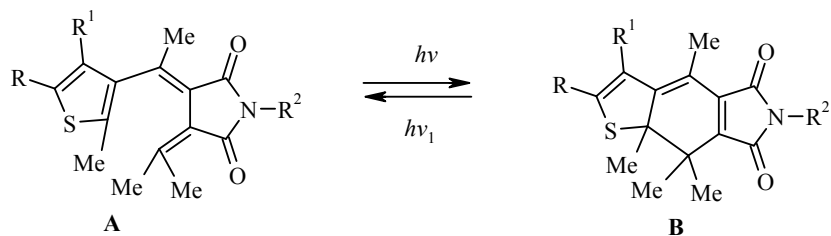


Рис. 2. Спектры поглощения фульгимида **2a** в толуоле до (1) и после облучения последовательно УФ (2) и видимым светом (3)

Из данных табл. 1 видно, что введение карбонильной группы в бензтиазол **4** приводит к батохромному смещению полос поглощения, возбуждения и флуоресценции на 24–25 нм. При этом интенсивность флуоресценции соединения **3** значительно снижается.

Анализ свойств фульгимидов **2a** и **2b**, предшественников гибридных соединений, показывает, что они проявляют обычные для фульгимидов [1] обратимые фотопревращения, обусловленные фотоиндуцированной валентной фотоизомеризацией, в результате которой происходит превращение открытой формы **A** в циклическую форму **B**.



Результаты исследования абсорбционных свойств фотохромных соединений **2a** и **2b** в толуоле представлены в табл. 2 и на рис. 2.

Абсорбционные характеристики\* фульгимидов и гибридных соединений в толуоле

Соединение	$\lambda_{A \max}$ , нм	$D_{A \max}$	$\lambda_{B \max}$ , нм	$\Delta D_{B \text{ фот аб.}}$	$\Delta D_{B \text{ фот аб.}}/D_{A \max}$
<b>2a</b>	332 пл.	0.35	525	0.18	0.51
<b>2b</b>	316 пл.	0.29	490	0.18	0.62
<b>1a</b>	404	3.23	528	0.10	0.03
<b>1b</b>	404	2.78	~490	0.06	0.02

\*  $\lambda_{A \max}$ ,  $\lambda_{B \max}$  – длины волн максимумов полос поглощения открытой **A** и фотоиндуцированной циклической **B** форм;  $D_{A \max}$  – оптическая плотность в максимуме полосы поглощения открытой формы **A**;  $\Delta D_{B \text{ фот аб.}}$  – фотоиндуцированное изменение оптической плотности в максимуме полосы поглощения циклической формы **B** в видимой области спектра в состоянии фоторавновесия; пл – плечо полосы в спектре поглощения.

Полученные результаты спектрально-кинетического исследования аминзамещенных фульгимидов **2a** и **2b** согласуются с данными, представленными ранее [1].

Для исследованных аминокпроизводных фульгимидов не обнаружена флуоресценция ни для открытой, ни для циклической формы.

Результаты спектрально-кинетических исследований фотохромных превращений синтезированных гибридных фульгимидов **1a** и **1b** в растворах толуола представлены в табл. 2 и на рис. 3.

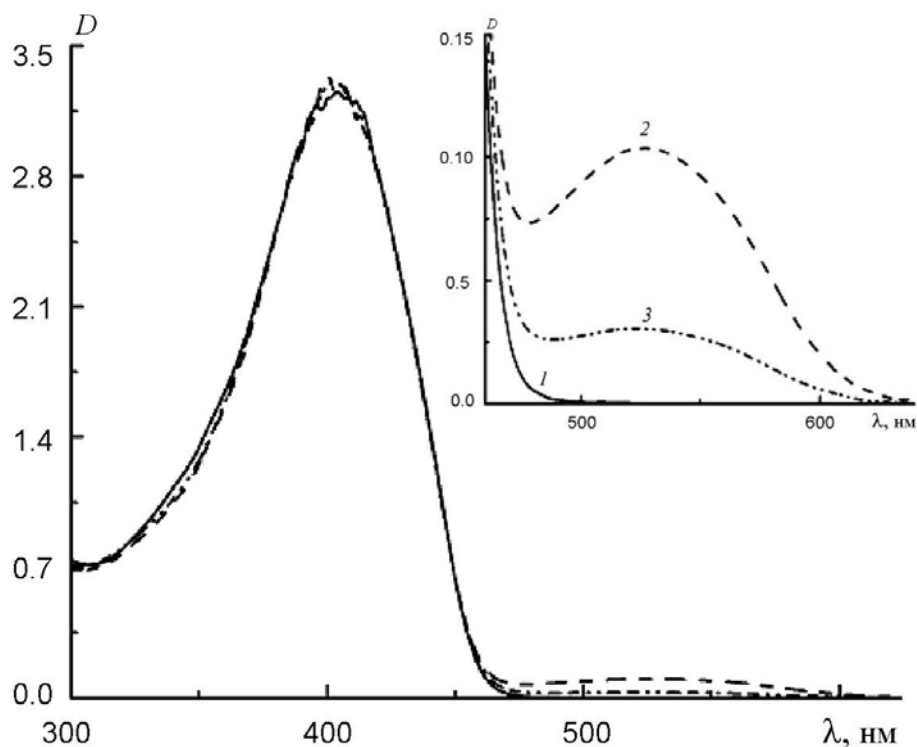


Рис. 3. Спектры поглощения гибридного фульгимида **1a** в толуоле до (1) и после облучения УФ (2) и видимым (3) светом.

Из данных табл. 2 следует, что гибридные фульгимиды являются типичными фотохромами. Исходные открытые формы этих гибридных соединений характеризуются полосами поглощения, максимумы которых расположены в области 404 нм, существенно сдвинутыми в длинноволновую область спектра по сравнению с фульгимидами-прекурсорами (см. рис. 2). Такое смещение полосы поглощения открытой формы, по-видимому, обусловлено поглощением бензотиазолилтиенотиофеновых фрагментов (см. рис. 1). При достаточно длительном облучении растворов этих гибридных фульгимидов фильтрованным УФ светом с поочередным выделением разных ртутных линий в их спектрах поглощения появляются новые широкие полосы поглощения в видимой области спектра с максимумами в диапазоне 490–528 нм (рис. 3), практически совпадающие с полосами поглощения циклической формы для фульгимидов-прекурсоров.

Сравнение результатов выполненного спектрального исследования с данными, полученными для фульгимидов-прекурсоров, позволяет сделать заключение, что наблюдаемые обратимые фотопревращения гибридных фульгимидов также обусловлены фотоиндуцированной валентной изомеризацией, но эффективность процесса фотоокрашивания резко снижается после введения в структуру прекурсоров флуоресцирующих фрагментов. При этом оказалось, что и гибридные фульгимиды **1a** и **1b**, как и фульгимиды-прекурсоры, не проявляют флуоресцентных свойств ни в открытой, ни в циклической форме. Снижение эффективности процесса фотоокрашивания можно объяснить, на наш взгляд, перепоглощением активирующего излучения нефотохромным фрагментом или дезактивацией энергии фотовозбуждения в тепловую за счёт дополнительных колебательных процессов, обусловленных наличием нефотохромного фрагмента, который может испытывать *цис-транс*-изомеризацию. Последний фактор, возможно, является также причиной отсутствия флуоресценции у гибридного фульгимиды.

Таким образом, в результате выполненного исследования были синтезированы два новых гибридных фульгимиды, проявляющих фотохромные свойства, но не обладающих флуоресценцией, несмотря на наличие в его структуре флуоресцирующего фрагмента. Обнаруженное снижение эффективности фотохромных превращений, а также отсутствие флуоресцентных свойств, как предполагается, связано с оптическими свойствами и структурными факторами бензотиазолилтиенотиофеновых фрагментов.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектрофотометрические измерения (фотостационарные спектры), а также кинетика процессов фотоокрашивания, фотообесцвечивания и фотодеградации фотоиндуцированной циклической формы исследуемого соединения в растворе толуола проведены с использованием спектрофотометра Varian Cary 50 Bio (Австралия). Спектрофлуорометрические измерения исходной и циклической форм проведены на спектрофлуориметре Varian Cary Eclipse fluorescence (Австралия).

Для измерений абсорбционных характеристик использованы кварцевые кюветы

ты толщиной 2 мм (кинетические измерения), а для спектрофлуориметрических исследований кюветы толщиной 10 мм. Для регистрации спектров поглощения, возбуждения и испускания люминесценции соединений **1a,b**, **2a,b** была выбрана концентрация раствора  $4 \cdot 10^{-5}$  моль/л, соединений **3** и **4** – концентрация раствора  $5 \cdot 10^{-6}$  моль/л. Облучение проводили светом ртутно-ксеноновой лампы LC4 100–240 V–300 VA, 50–60 Hz (Япония) на осветительной установке HAMAMATSU lightning cure™ с использованием цветных оптических стекол УФС-1, ЖС-11, ЖС-16 и ЖС-17.

Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  зарегистрированы на приборе Bruker AC-300 (300 МГц) в  $\text{CDCl}_3$  (соединения **1a,b**, **7**) и в  $\text{DMSO-d}_6$  (соединения **3–5**, **8**), внутренний стандарт остаточные протоны дейтерированных растворителей. Масс-спектры записаны на приборе Kratos с прямым вводом образца в источник излучения с энергией ионизации 70 эВ и управляющим напряжением 1.75 кВ. Температуры плавления измерены на нагревательном столике Voetius и не корректировались.

В работе использованы коммерчески доступные реактивы фирмы Acros, в качестве растворителя – толуол фирмы ALDRICH.

**Этиловый эфир (3-тиенилмеркапто)уксусной кислоты (5)** получают металлизацией [11] 3-бромтиофена (**6**) [12, 13] бутиллитием при  $-70$  °С с последующим действием на образовавшееся литийорганическое производное серы и этилового эфира монохлоруксусной кислоты. Выход 79%, т. кип.  $146\text{--}150$  °С (12 Торр); т. кип.  $140\text{--}142$  °С (9 Торр) [14];  $n_D^{20}$  1.5610. Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 1.15 (3H, т,  $J = 7.1$ ,  $\text{CH}_3$ ); 3.75 (2H, с,  $\text{CH}_2$ ); 4.10 (2H, к,  $J = 4.55$ ,  $\text{CH}_2$ ); 7.15 (1H, с, Н-2); 7.65 (2H, м, Н-4,5). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 202  $[\text{M}]^+$  (67), 129 (100).  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2\text{S}_2$ .

**Этиловый эфир [(2-гексаноил-3-тиенил)меркапто]уксусной кислоты (8)**. К раствору, содержащему 12.14 г (60 ммоль) соединения **5** и 8.76 г (65 ммоль) хлорангидрида капроновой кислоты в 80 мл бензола при  $-5$  °С прибавляют по каплям раствор 7.2 мл хлорида олова(IV) в 10 мл бензола. Перемешивают 2 ч при комнатной температуре. Охлаждают реакционную смесь до  $-5$  °С и прибавляют 70 мл 10%  $\text{HCl}$ . Снимают охлаждение. Водный слой отделяют и экстрагируют бензолом. Объединённые бензольные вытяжки промывают водой и высушивают сульфатом магния. Бензол упаривают. Выход 82%; т. пл.  $55\text{--}56$  °С (из спирта). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 0.90 (3H, т,  $J = 6.9$ ,  $\text{CH}_3$ ); 1.25 (3H, т,  $J = 7.0$ ,  $\text{CH}_3$ ); 1.45 (4H, м,  $2\text{CH}_2$ ); 1.75 (2H, м,  $\text{CH}_2$ ); 2.80 (2H, т,  $J = 6.9$ ,  $\text{CH}_2$ ); 3.75 (2H, с,  $\text{CH}_2$ ); 4.20 (2H, к,  $J = 4.7$ ,  $\text{CH}_2\text{CH}_3$ ); 7.15 (1H, д,  $J = 5.25$ , Н-4); 7.50 (1H, д,  $J = 5.2$ , Н-5). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 300  $[\text{M}]^+$  (11), 156 (90), 71 (100). Найдено, %: С 55.85; Н 6.80; S 21.43.  $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{O}_3\text{S}_2$ . Вычислено, %: С 55.97; Н 6.71; S 21.35.

**3-Пентилтиено[3,2-*b*]тиофен-2-карбоновая кислота (7)**. К раствору 3.97 г (172 ммоль) этилата натрия в 100 мл абсолютного спирта прибавляют раствор 14.814 г (49 ммоль) эфира **8** в 45 мл абсолютного спирта. Реакционную смесь кипятят 5 ч, отгоняют спирт, остаток растворяют в 200 мл воды и подкисляют  $\text{HCl}$ . Выпавший осадок желтого цвета отфильтровывают, промывают водой на фильтре и высушивают в вакуум-эксикаторе. Выход 86%; т. пл.  $105\text{--}107$  °С (из спирта). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д. ( $J$ , Гц): 0.89 (3H, т,  $J = 5.9$ ,  $\text{CH}_3$ ); 1.35 (4H, м,  $2\text{CH}_2$ ); 1.80 (2H, м,  $\text{CH}_2$ ); 3.75 (2H, т,  $J = 7.6$ ,  $\text{CH}_2$ ); 7.15 (1H, д,  $J = 5.0$ , Н-6); 7.53 (1H, д,  $J = 5.0$ , Н-5). Масс-спектр,  $m/z$  ( $I_{\text{отн}}$ , %): 254  $[\text{M}]^+$  (16), 198 (100). Найдено, %: С 56.58; Н 5.46; S 25.32.  $\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_2\text{S}_2$ . Вычислено, %: С 56.66; Н 5.55; S 25.21.

**2-(3-Пентилтиено[3,2-*b*]тиен-2-ил)-1,3-бензотиазол (4)**. Раствор 4.4 г (17 ммоль) соединения **7** в 85 мл *N*-метилпирролидона охлаждают до  $0$  °С, при перемешивании добавляют 1.46 мл (21 ммоль)  $\text{SOCl}_2$ . Убирают охлаждающую баню и доводят температуру реакционной смеси до  $20$  °С, выдерживают 20 мин и добавляют 2.00 мл (18.2 ммоль) *o*-аминотиофенола. После этого реакционную

смесь кипятят 4 ч 30 мин, затем охлаждают до 5 °С, прибавляют 120 мл 1 н. раствора NaOH и перемешивают 30 мин при 20 °С. Отфильтровывают осадок, промывают 2% раствором NaOH, водой, сушат. Полученный остаток хроматографируют на силикагеле в системе петролейный эфир–этилацетат, 3 : 1. Выход 77%; т. пл. 85–86 °С (из спирта). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (*J*, Гц): 0.88 (3H, т, *J* = 6.9, CH<sub>3</sub>); 1.40 (4H, м, 2CH<sub>2</sub>); 1.80 (2H, м, CH<sub>2</sub>); 3.20 (2H, т, *J* = 7.8, CH<sub>2</sub>); 7.52 (3H, м, Н-6, 2H аром.); 7.89 (1H, д, *J* = 5.25, Н-5); 8.03 (1H, д, *J* = 7.9, Н аром.); 8.18 (1H, д, *J* = 7.5, Н аром.). Масс-спектр, *m/z* (*I*<sub>отн.</sub>, %): 343 [M]<sup>+</sup> (3), 314 [M+H–Et]<sup>+</sup> (8), 300 [M+H–Et–Me]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 62.69; Н 5.16; N 4.29; S 27.86. C<sub>18</sub>H<sub>17</sub>NS<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 62.93; Н 4.99; N 4.08; S 28.00.

**5-(1,3-Бензотиазол-2-ил)-6-пентилтиено[3,2-*b*]тиофен-2-карбальдегид (3).** В 100 мл сухого ТГФ растворяют 3 г (8.73 ммоль) соединения **4** в атмосфере аргона, охлаждают до –78 °С, добавляют 4.8 мл диизопропиламида лития (2 моль/л раствор в ТГФ). Убирают охлаждающую баню и доводят температуру реакционной смеси до 0 °С, выдерживают при этой температуре 5 мин, затем охлаждают до –78 °С и прибавляют раствор 1 мл ДМФА в 8 мл ТГФ. Убирают охлаждающую баню и доводят температуру реакционной смеси до комнатной. Через 12 ч реакционную смесь выливают в 300 мл 1% HCl, экстрагируют хлористым метиленом, промывают водой, экстракт сушат сульфатом магния, упаривают. Остаток хроматографируют на силикагеле в системе гексан–этилацетат, 4 : 1. Выход 73%; т. пл. 121–123 °С (из спирта). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (*J*, Гц): 0.88 (3H, т, *J* = 6.55, CH<sub>3</sub>); 1.42 (4H, м, 2CH<sub>2</sub>); 1.80 (2H, м, CH<sub>2</sub>); 3.20 (2H, т, *J* = 7.7, CH<sub>2</sub>); 7.53 (2H, м, 2H аром.); 8.08 (1H, д, *J* = 8.1, Н аром.); 8.18 (1H, д, *J* = 8.1, Н аром.); 8.42 (1H, с, Н-3); 10.02 (1H, с, СОH). Масс-спектр, *m/z* (*I*<sub>отн.</sub>, %): 371 [M]<sup>+</sup> (40), 342 [M+H–Et]<sup>+</sup> (17), 328 [M+H–Et–Me]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 61.65; Н 4.39; N 3.95; S 25.68. C<sub>19</sub>H<sub>17</sub>NOS<sub>3</sub>. Вычислено, %: С 61.42; Н 4.61; N 3.77; S 25.89.

**Основания Шиффа 1a,b** (общая методика). В 5 мл ДМФА растворяют при небольшом нагревании 0.41 ммоль соединения **2a,b** и 0.15 г (0.41 ммоль) альдегида **3** и оставляют на 12 ч при комнатной температуре. Выпавшие жёлтые кристаллы отфильтровывают, промывают на фильтре спиртом и сушат в вакуум-экзикаторе.

**(3Z)-1-(4-{[5-(2-Бензотиазолил)-6-пентилтиено[3,2-*b*]тиен-2-ил]метилиден-амино}фенил)-3-[1-(2,5-диметил-3-тиенил)этилиден]-4-(1-метилэтилиден)-2,5-пирролидиндион (1a).** Выход 62%, жёлтые кристаллы, т. пл. 210–212 °С. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д. (*J*, Гц): 0.88–0.97 (3H, м, CH<sub>3</sub>); 1.36–1.58 (4H, м, 2CH<sub>2</sub>); 1.80–1.95 (2H, м, CH<sub>2</sub>); 2.07 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 2.16 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 2.38 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 2.43 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 2.52 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 3.18–3.27 (2H, м, CH<sub>2</sub>); 6.55 (1H, с, Н-4); 7.21–7.32 (2H, м, 2H аром.); 7.34–7.45 (3H, м, Н аром.); 7.48–7.51 (1H, м, Н аром.); 7.64 (1H, с, Н-3'); 7.88–7.93 (1H, м, Н аром.); 8.05–8.12 (1H, м, Н аром.); 8.58 (1H, с, –N=CH–). Масс-спектр, *m/z* (*I*<sub>отн.</sub>, %): 720 [M]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 66.64; Н 5.13; N 5.81; S 17.72. C<sub>40</sub>H<sub>37</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>S<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 66.73; Н 5.18; N 5.84; S 17.81.

**(3Z)-1-(4-{[5-(2-Бензотиазолил)-6-пентилтиено[3,2-*b*]тиен-2-ил]метилиден-амино}фенил)-3-[1-(2-метилбензо[*b*]тиен-3-ил)этилиден]-4-(1-метилэтилиден)-2,5-пирролидиндион (1b).** Выход 79%, жёлтые кристаллы, т. пл. 257–259 °С. Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м. д.: 0.87–1.00 (3H, м, CH<sub>3</sub>); 1.33–1.64 (4H, м, 2CH<sub>2</sub>); 1.79–1.94 (2H, м, CH<sub>2</sub>); 2.16 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 2.20 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 2.48 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 2.55 (3H, с, CH<sub>3</sub>); 3.13–3.27 (2H, м, CH<sub>2</sub>); 7.18–7.54 (8H, м, Н аром.); 7.61 (1H, с, Н-3); 7.68–7.77 (1H, м, Н аром.); 7.87–7.94 (1H, м, Н аром.); 8.02–8.11 (1H, м, Н аром.); 8.54 (1H, с, –N=CH–). Масс-спектр, *m/z* (*I*<sub>отн.</sub>, %): 756 [M]<sup>+</sup> (100). Найдено, %: С 68.33; Н 4.86; N 5.51; S 16.81. C<sub>43</sub>H<sub>37</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>S<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 68.31; Н 4.93; N 5.56; S 16.96.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ



1. В. А. Барачевский, М. М. Краюшкин, *Изв. АН, Сер. хим.*, 853 (2008).
2. D. W. Brousmiche, J. M. Serin, J. M. J. Frechet, G. S. He, T.-C. Lin, S. J. Chung, P. N. Prasad, *J. Am. Chem. Soc.*, **125**, 1448 (2003).
3. L. Giordano, T. M. Jovin, M. Irie, T. A. Jares-Erijman, *J. Am. Chem. Soc.*, **124**, 7481 (2002).
4. M. Shigeiwa, H. Maeda, H. Gorochmaru, S. Imamura, M. Irie, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 430 (2005).
5. A. J. Myles, N. R. Branda, *Adv. Funct. Mater.*, **12**, 167 (2002).
6. Z. Hu, Q. Zhang, M. Xue, Q. Sheng, Y.-g. Liu, *J. Phys. Chem. Solids*, **69**, 206 (2008).
7. Y. Liang, A. S. Dvornikov, P. M. Rentzepis, *Opt. Commun.*, **223**, 61, (2003).
8. Y. Liang, A. S. Dvornikov, P. M. Rentzepis, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **100**, 8109 (2003).
9. A. S. Dvornikov, Y. Liang, C. S. Cruse, P. M. Rentzepis, *J. Phys. Chem., B*, **108**, 8652 (2004).
10. Я. Л. Гольдфарб, В. П. Литвинов, С. А. Озолинь, *Изв. АН СССР. Сер. хим.*, 510 (1965).
11. Я. Л. Гольдфарб, В. П. Литвинов, *Изв. АН СССР. Сер. хим.*, 352 (1963).
12. S. O. Lawesson, *Arkiv Kemi*, **11**, 373 (1957).
13. S. Gronowitz, *Acta Chem. Scand.*, **13**, 1045 (1959).
14. F. Challenger, S. A. Miller, G. M. Gibson, *J. Chem. Soc.*, 769 (1948).

*Институт органической химии  
им. Н. Д. Зелинского РАН,  
Ленинский проспект, 47, Москва 119991, Россия  
e-mail: mkray@mail.ioc.ac.ru*

*Поступило 19.01.2011*

<sup>a</sup>*Центр фотохимии РАН,  
ул. Новаторов, 7а, корпус 1, Москва 119421, Россия  
e-mail: barva@photonics.ru*