

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **23234**

(13) **С1**

(46) **2020.12.30**

(51) МПК

**С 09К 19/30** (2006.01)

**С 09К 19/42** (2006.01)

(54) **ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ  
СОЕДИНЕНИЯ И КОМПОЗИЦИЯ НА ИХ ОСНОВЕ**

(21) Номер заявки: а 20150213

(22) 2015.04.16

(43) 2016.12.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

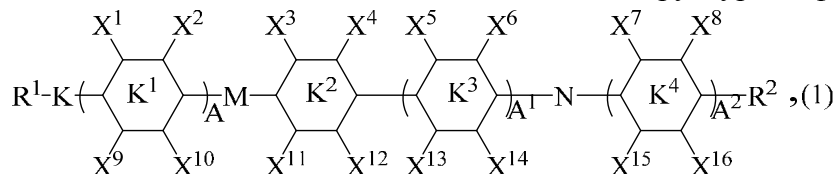
(72) Авторы: Безбородов Владимир Степанович; Михалёнок Сергей Георгиевич; Кузьменок Нина Михайловна; Жарский Иван Михайлович; Дормешкин Олег Борисович; Орёл Александр Станиславович; Лапаник Валерий Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(56) US 2011/0233463 A1.  
SU 1302684 A1, 1988.  
WO 00/60027 A2.  
SU 513969, 1976.  
ВУ 8980 С1, 2007.

(57)

1. Жидкокристаллическое оптически активное соединение структурной формулы 1:



где  $R^1$  означает  $Y-(CH_2)_n-(O)_m-(CH_2)_k-(O)_l-(CH_2)_p-Y^1$ ,

$Y-(CH_2)_n-CH=CH-(CH_2)_p-(O)_m-Y^1$  или

$Y-(CH_2)_n-CHY^2-(O)_m-(CH_2)_k-(O)_l-CHY^3-(CH_2)_p-Y^1$ ;

$R^2$  означает  $Y^1-(CH_2)_n-CHY^4-(CH=CH)_m-(CH_2)_k-(O)_l-(CH_2)_p-Y$ ,

$Y^1-(CH_2)_n-(CH=CH)_m-(CH_2)_k-(O)_l-CHY^5-(CH_2)_p-Y$ ,

$Y^1-(CH_2)_n-CHY^4-(CH=CH)_m-(CH_2)_k-(O)_l-CHY^5-(CH_2)_p-Y$ ,

$Y^1-(CH_2)_n-CHY^4-(C\equiv C)_m-(CH_2)_k-(O)_l-(CH_2)_p-Y$ ,

$Y^1-(CH_2)_n-(C\equiv C)_m-(CH_2)_k-(O)_l-CHY^5-(CH_2)_p-Y$  или

$Y^1-(CH_2)_n-CHY^4-(C\equiv C)_m-(CH_2)_k-(O)_l-CHY^5-(CH_2)_p-Y$ ;

$Y$  означает  $H$ ,  $C_iH_{2i+1}$  или  $CO-O-C_iH_{2i+1}$ ;

$Y^1$  означает одинарную связь,  $O-$ ,  $CO-O-$  или  $-O-CO$ ;

$Y^2$ ,  $Y^3$  означают  $H$ ,  $F$ ,  $Cl$ ,  $CF_3$  или  $C_jH_{2j+1}$ ;

$Y^4$ ,  $Y^5$  означают  $H$ ,  $F$ ,  $Cl$ ,  $CF_3$  или  $C_hH_{2h+1}$ ;

$n$ ,  $p$ ,  $k$ ,  $j$ ,  $i$ ,  $h$  равны  $0-7$ ;

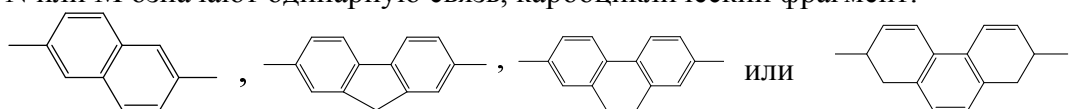
$m$ ,  $l$  равны  $0$  или  $1$ ;

$K$  означает одинарную связь, циклогексановое, бензольное, пиридиновое или пиримидиновое кольцо;

$A$ ,  $A^1$ ,  $A^2$  равны  $0$  или  $1$ ;

# ВУ 23234 С1 2020.12.30

$K^1, K^2, K^3, K^4$  означают одинарную связь, циклогексановое или бензольное кольцо;  
 $N$  или  $M$  означают одинарную связь, карбоциклический фрагмент:



$X^1-X^{16}$  означают  $H, F, Cl$  или  $CF_3$ .

2. Жидкокристаллическая композиция для создания электрооптических устройств отображения информации, содержащая как минимум два соединения, образующих смектическую  $S^*$  фазу, одним из которых является соединение формулы 1 по п. 1.

Изобретение относится к области органической химии и представляет собой новые жидкокристаллические (ЖК) оптически активные поликарбо- и гетероциклические соединения, образующие смектическую  $S^*$  (ферроэлектрическую или сегнетоэлектрическую) фазу в широком температурном интервале, а также композицию на их основе, которые могут быть использованы при создании электрооптических устройств отображения информации: ЖК-индикаторов, экранов, панелей и т.д.

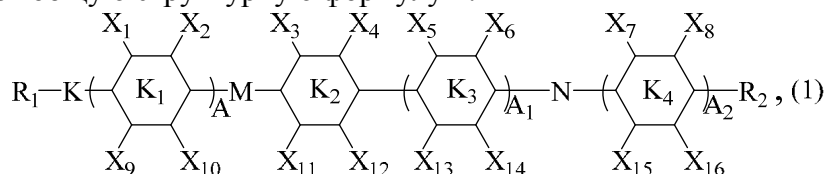
Недостатками большинства подобных жидкокристаллических соединений являются высокая температура образования смектической  $S^*$  фазы и узкий температурный интервал ее существования, высокие значения рабочего напряжения электрического поля, прикладываемого к ЖК-ячейке с целью переориентации молекул ЖК [1-4].

Улучшение данных параметров наблюдается у некоторых ферроэлектрических ЖК-соединений [5]. Однако, к сожалению, эти соединения не позволяют получать ферроэлектрические композиции с широким температурным интервалом существования смектической  $S^*$  фазы ( $-30 \sim 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ), с временем переориентации молекул менее 150 мкс под действием прикладываемого электрического поля, а также характеризуются недостаточно хорошей смешиваемостью с другими классами жидкокристаллических соединений.

Жидкокристаллические электрооптические устройства отображения информации (индикаторы, дисплеи, экраны телевизоров и т.д.) широко известны. Такое устройство включает в себя две параллельные плоские пластины с активными и пассивными электрическими элементами, изолирующими и ориентирующими слоями на их поверхностях, обращенные друг к другу. Хотя бы одна из пластин выполнена из прозрачного материала (стекла или полимера). Пространство между пластинами заполнено жидкокристаллическим материалом. Описанные выше недостатки ограничивают применение указанного жидкокристаллического материала для создания электрооптического устройства отображения информации с широкой рабочей температурной областью ( $-30 \sim 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ), быстродействием смены изображения (время переориентации молекул 1 ~ 50 мкс).

Задачей данного изобретения является разработка жидкокристаллических оптически активных соединений и композиции на их основе, обладающих широкой рабочей температурной областью смектической  $S^*$  фазы, стабильностью ориентации молекул ЖК-материала в рабочем устройстве, позволяющих использовать данные материалы для создания ЖК-панелей и телевизионных экранов, характеризующихся быстрой сменой кадров и высоким качеством изображения.

Поставленная задача решается тем, что жидкокристаллические оптически активные соединения имеют общую структурную формулу 1:



# BY 23234 C1 2020.12.30

где  $R_1 = Y - (CH_2)_n - (O)_m - (CH_2)_k - (O)_l - (CH_2)_p - Y_1$ ,

$Y - (CH_2)_n - CH = CH - (CH_2)_p - (O)_m - Y_1$ ,

$Y - (CH_2)_n - CHY^2 - (O)_m - (CH_2)_k - (O)_l - CHY^3 - (CH_2)_p - Y_1$ ;

$R_2 = Y_1 - (CH_2)_n - CHY^4 - (CH = CH)_m - (CH_2)_k - (O)_l - (CH_2)_p - Y$ ,

$Y_1 - (CH_2)_n - (CH = CH)_m - (CH_2)_k - (O)_l - CHY^5 - (CH_2)_p - Y$ ,

$Y_1 - (CH_2)_n - CHY^4 - (CH = CH)_m - (CH_2)_k - (O)_l - CHY^5 - (CH_2)_p - Y$ ,

$Y_1 - (CH_2)_n - CHY^4 - (C \equiv C)_m - (CH_2)_k - (O)_l - (CH_2)_p - Y$ ,

$Y_1 - (CH_2)_n - (C \equiv C)_m - (CH_2)_k - (O)_l - CHY^5 - (CH_2)_p - Y$ ,

$Y_1 - (CH_2)_n - CHY^4 - (C \equiv C)_m - (CH_2)_k - (O)_l - CHY^5 - (CH_2)_p - Y$ ;

где Y означает H,  $C_iH_{2i+1}$  или  $CO-O-C_iH_{2i+1}$ ;

$Y_1$  означает одинарную связь, O-, CO-O- или -O-CO;

$Y_2, Y_3$  означают H, F, Cl,  $CF_3$  или  $C_jH_{2j+1}$ ;

$Y_4, Y_5$  означают H, F, Cl,  $CF_3$  или  $C_hH_{2h+1}$ ;

n, p, k, j, i, h равны 0-7;

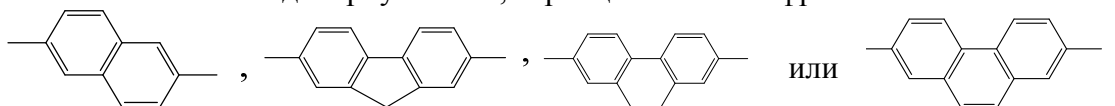
m, l равны 0 или 1;

K означает одинарную связь, циклогексановое, бензольное, пиридиновое или пиримидиновое кольцо;

A,  $A_1, A_2$  равны 0 или 1;

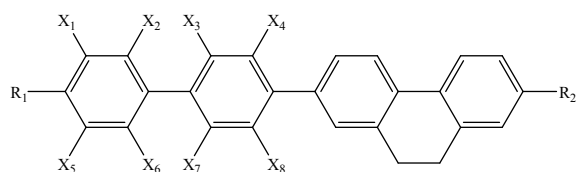
$K_1, K_2, K_3, K_4$  означают одинарную связь, циклогексановое или бензольное кольцо;

N или M означают одинарную связь, карбоциклический фрагмент:

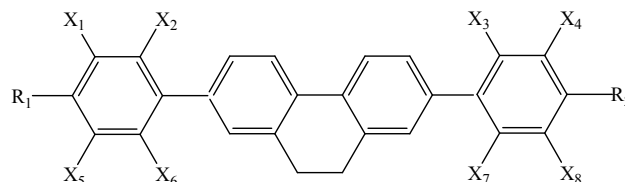


$X_{1-16} = H, F, Cl$  или  $CF_3$ .

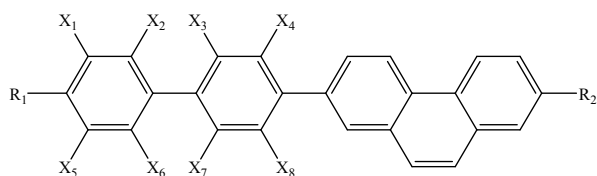
Из множества оптически активных поликарбо- и гетероциклических соединений, представленных общей структурной формулой 1, наиболее перспективны для практического применения соединения, изображенные формулами (1.1 - 1.19):



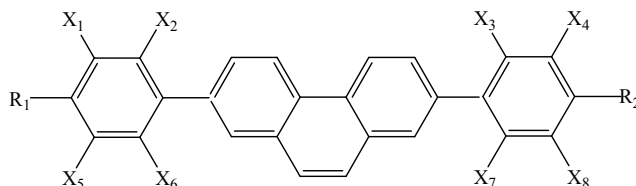
Формула 1.1



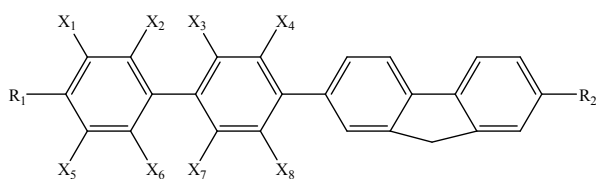
Формула 1.2



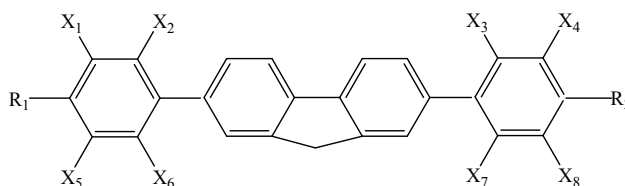
Формула 1.3



Формула 1.4

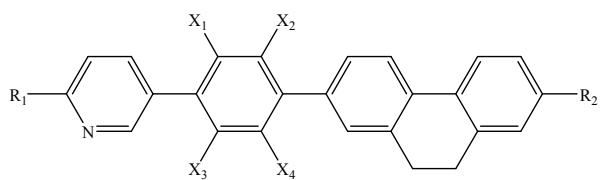


Формула 1.5

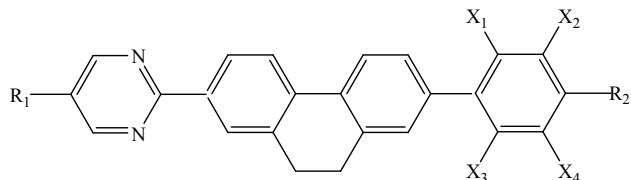


Формула 1.6

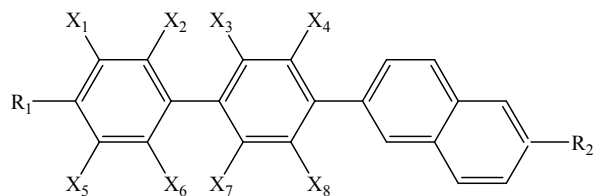
# BY 23234 C1 2020.12.30



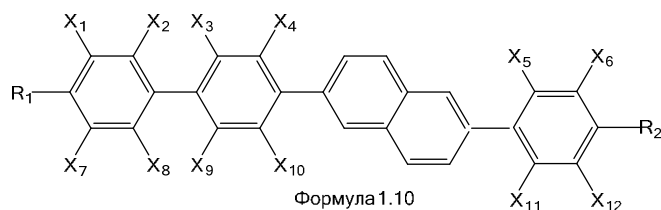
Формула 1.7



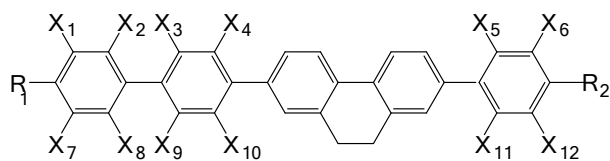
Формула 1.8



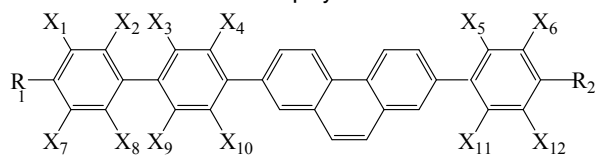
Формула 1.9



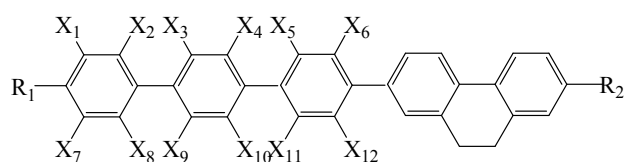
Формула 1.10



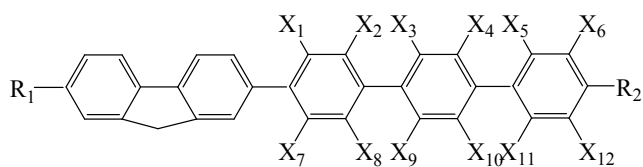
Формула 1.11



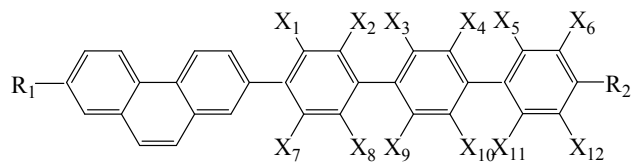
Формула 1.12



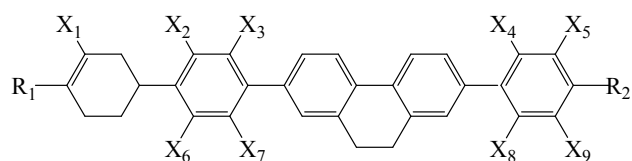
Формула 1.13



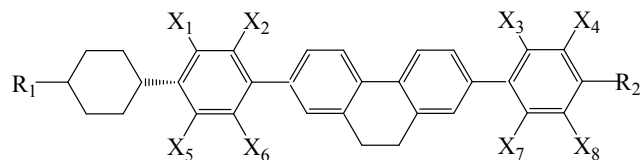
Формула 1.14



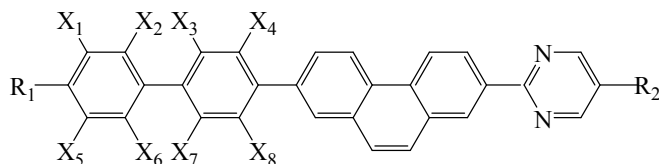
Формула 1.15



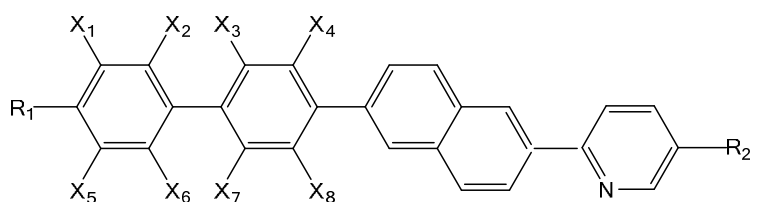
Формула 1.16



Формула 1.17



Формула 1.18



Формула 1.19

Указанные жидкокристаллические соединения были получены взаимодействием соответствующих замещенных фенолов или карбоновых кислот с оптически активными гидроксипроизводными в присутствии диэтилазодикарбоксилата и трифенилфосфина или дициклогексилкарбодиимида и каталитических количеств 4-диметиламинопиридина.

Поставленная задача решена путем применения оптически активных поликарбо- и гетероциклических соединений, представленных общей структурной формулой 1, в качестве жидкокристаллического материала при изготовлении электрооптических устройств отображения информации.

Данные соединения являются эффективными компонентами жидкокристаллических композиций, предназначенных для электрооптических устройств отображения информации. Они позволяют получать сегнетоэлектрические ЖК-композиции, обладающие широкой рабочей температурной областью смектической С\* фазы, низким рабочим напряжением (5-10 В), стабильностью ориентации молекул ЖК-материала в рабочем устройстве, позволяющей использовать данные материалы для создания ЖК-панелей и телевизионных экранов, характеризующихся быстрой сменой кадров и высоким качеством изображения.

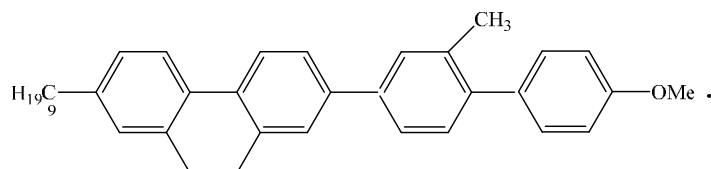
Недостатками большинства жидкокристаллических композиций являются узкий температурный интервал существования смектической С\*, высокие значения рабочего напряжения электрического поля, прикладываемого к ЖК-ячейке с целью переориентации молекул ЖК [3, 4].

Улучшение данных параметров наблюдается у некоторых ферроэлектрических композиций [5]. Однако, к сожалению, эти композиции не обладают широким температурным интервалом существования смектической С\* фазы (-30 ~ 100 °С), временем переориентации молекул менее 150 мкс под действием прикладываемого электрического поля.

Поставленная задача решается тем, что жидкокристаллическая композиция согласно данному изобретению содержит как минимум два соединения, образующих смектическую С\* фазу, одним из которых является соединение формулы 1.

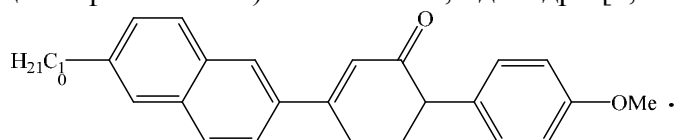
Данное изобретение иллюстрируется следующими примерами.

**Пример 1.** 2-(2-Метил-4'-метокси-[1,1'-бифенил]-4-ил)-7-нонил-9,10-дигидрофенантрен:



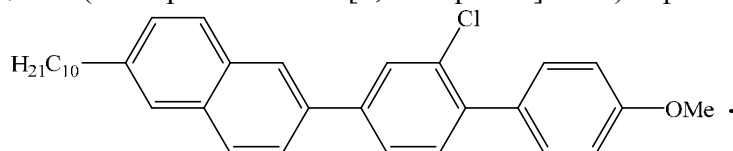
Смесь 2-нонил-9,10-дигидрофенантренил-7-борной кислоты (6,3 ммоль), 4-бром-3-метил-4'-метокси-1,1'-бифенила 4 (7 ммоль), тетраakis(трифенилфосфин)палладия(0) (0.2 ммоль), карбоната натрия (7 g) в диметоксиэтаноле (50 мл) и воде (50 мл) перемешивали 10 мин при комнатной температуре в атмосфере азота и затем 5 ч при кипячении. К охлажденной реакционной смеси добавляли 150 мл воды. Органический слой экстрагировали эфиром, эфирный экстракт промывали водой, сушили безводным сульфатом магния. Продукт, полученный после отгонки растворителя, очищали с помощью колоночной хроматографии на силикагеле [элюент: гексан-этилацетат (5 : 1)], кристаллизовали из изопропилового спирта и без дополнительной очистки использовали в последующих превращениях. Выход 77 %.

**Пример 2.** 4-(6-Децилнафталин-2-ил)-4'-метокси-5,6-дигидро-[1,1'-бифенил]-2(1H)-он:



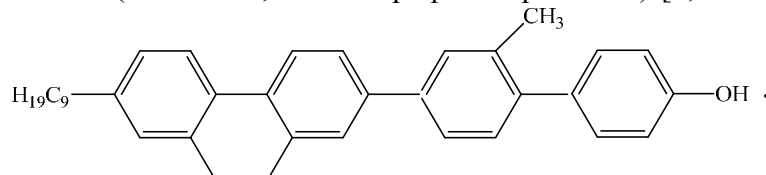
Смесь гидрохлорида 2-децил-6-(3-диметиламинопропаноил)нафталина (0,051 моль), 4-метоксифенилацетона (0,057 моль), гидроокиси калия (0,15 моль) в 150 мл диоксана кипятили при перемешивании 5 ч, охлаждали и обрабатывали 10 % водным раствором серной кислоты. Органический слой экстрагировали этилацетатом, экстракт промывали водой, сушили безводным сульфатом магния. Продукт, полученный после отгонки растворителя, кристаллизовали из изопропилового спирта и без дополнительной очистки использовали в последующих превращениях. Выход 81 %.

**Пример 3.** 2-Децил-6-(3-хлор-4'-метокси-[1,1'-бифенил]-4-ил)нафталин:



К перемешиваемому раствору 4-(6-децилнафталин-2-ил)-4'-метокси-5,6-дигидро-[1,1'-бифенил]-2(1H)-на (0,041 моль) в 100 мл толуола добавляли 0,047 моль пятихлористого фосфора. Реакционную смесь кипятили при перемешивании 5 ч, охлаждали, обрабатывали водным раствором гидроокиси натрия, разбавляли водой (100 мл). Органический слой экстрагировали хлористым метиленом, экстракт промывали водой, сушили безводным сульфатом магния, фильтровали через слой силикагеля. Продукт, полученный после отгонки растворителя, кристаллизовали из этилацетата и без дополнительной очистки использовали в последующих превращениях. Выход 67 %.

**Пример 4.** 2'-Метил-4'-(7-нонил-9,10-дигидрофенантренил)-[1,1'-бифенил]-4-ол:

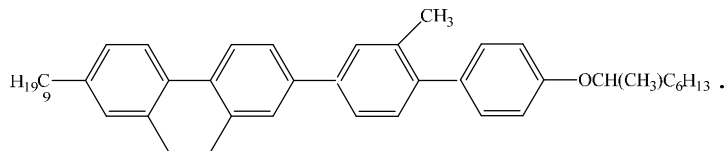


2-(2-Метил-4'-метокси-[1,1'-бифенил]-4-ил)-7-нонил-9,10-дигидрофенантренил (4,7 ммоль) кипятили при перемешивании 12 ч в растворе 50 мл уксусной кислоты и 5 мл 59 % водного раствора йодистоводородной кислоты. Реакционную смесь охлаждали, разбавляли водой (150 мл). Органический слой экстрагировали хлористым метиленом, экстракт промывали водным раствором метабисульфита (пиросульфита) натрия, водой, сушили

безводным сульфатом магния. Продукт, полученный после отгонки растворителя, кристаллизовали из толуола. Выход 73 %.

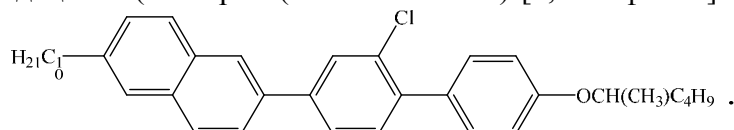
Другие гидроксипроизводные синтезировали, используя аналогичные условия деалкилирования.

**Пример 5.** (S)-2-(2-Метил-4'-(октан-2-илокси)-[1,1'-бифенил]-4-ил)-7-нонил-9,10-дигидро-фенантрен:



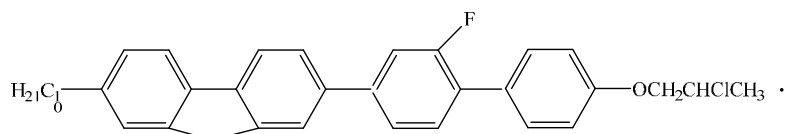
Диизопропилазодикарбоксилат (4,3 ммоль) добавляли в течение 15 мин к перемешиваемой смеси 2-(2-метил-4'-метокси-[1,1'-бифенил]-4-ил)-7-нонил-9,10-дигидро-фенантрена (3,3 ммоль), (R)-2-октанола (4,1 ммоль), трифенилфосфина (4,1 ммоль) в 20 мл безводного тетрагидрофурана при температуре 5 °С. Реакционную смесь оставляли на ночь. Остаток, полученный после отгонки тетрагидрофурана, растворяли в диэтиловом эфире, фильтровали через слой силикагеля. Эфир удаляли, продукт очищали, используя колоночную хроматографию на силикагеле [элюент: гексан-этилацетат (40:1)], кристаллизовали из изопропилового спирта. Выход 63 %.

**Пример 6.** (R)-6-децил-2-(2-хлор-4'-(октан-2-илокси)-[1,1'-бифенил]-4-ил)нафталин:



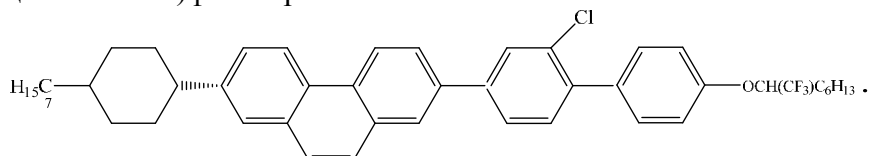
Диизопропилазодикарбоксилат (5,1 ммоль) добавляли в течение 15 мин к перемешиваемой смеси 4'-(6-децилнафталин-2-ил)-2'-хлор-[1,1'-бифенил]-4-ола (4,3 ммоль), (S)-2-гексанола (5,3 ммоль), трифенилфосфина (5,5 ммоль) в 25 мл безводного тетрагидрофурана при температуре 5 °С. Реакционную смесь оставляли на ночь. Остаток, полученный после отгонки тетрагидрофурана, растворяли в диэтиловом эфире, фильтровали через слой силикагеля. Эфир удаляли, продукт очищали, используя колоночную хроматографию на силикагеле [элюент: гексан-этилацетат (40:1)], кристаллизовали из изопропилового спирта. Выход 69 %.

**Пример 7.** (S)-7-Децил-2-(2-фтор-4'-(2-хлорпропокси)-[1,1'-бифенил]-4-ил)-9Н-флуорен:

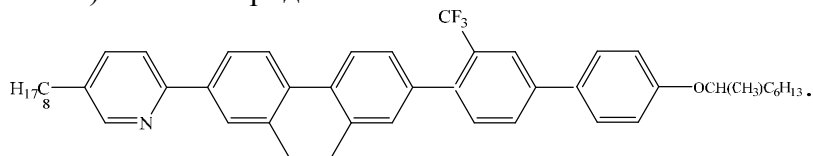


Это и представленные ниже соединения получали аналогично взаимодействием соответствующих ароматических гидроксипроизводных и оптически активных спиртов

**Пример 8.** (S)-2-(4'-((1,1,1-Трифтороктан-2-ил)окси)-2-хлор-[1,1'-бифенил]-4-ил)-7-(транс-4-гептилциклогексил)фенантрен:

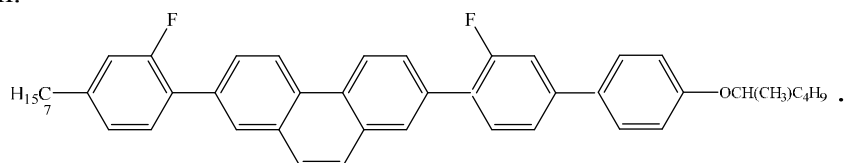


**Пример 9.** (S)-2-(7-(4'-(октан-2-илокси)-3-(трифторметил)-[1,1'-бифенил]-4-ил)-9,10-дигидрофенантрен-2-ил)-5-октилпиридин:

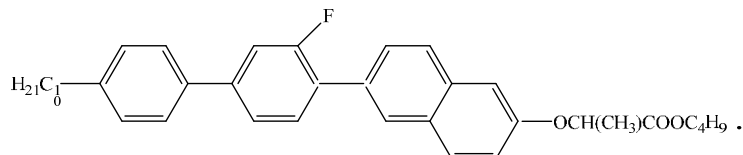


# ВУ 23234 С1 2020.12.30

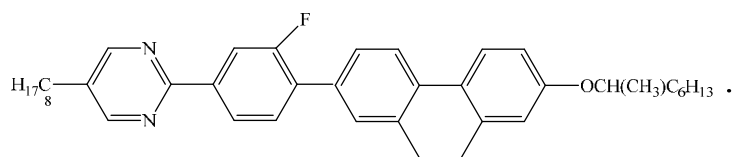
**Пример 10.** (R)-2-(4'-(гексан-2-илокси)-3-фтор-[1,1'-бифенил]-4-ил)-7-(2-фтор-4-гептил-фенил)фенантрэн:



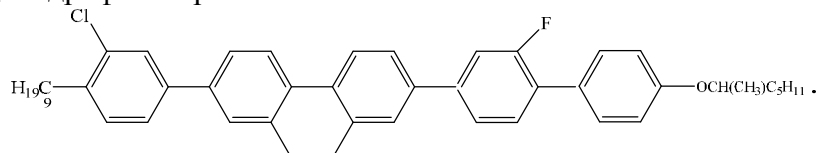
**Пример 11.** (S)-Бутил-2-((6-(4'-децил-3-фтор-[1,1'-бифенил]-4-ил)нафталин-2-ил)окси)-пропаноат:



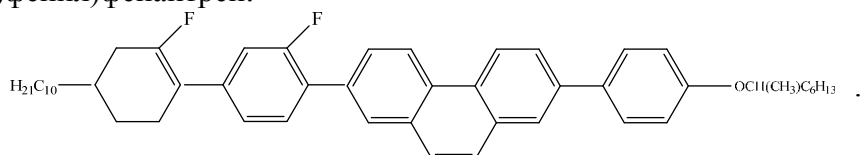
**Пример 12.** (S)-2-(4-(7-(Октан-2-илокси)-9,10-дигидрофенантрэн-2-ил)-3-фторфенил)-5-октилпиримидин:



**Пример 13.** (S)-2-(4-Нонил-3-хлорфенил)-7-(2-фтор-4'-(гептан-2-илокси)-[1,1'-бифенил]-4-ил)-9,10-дигидрофенантрэн:



**Пример 14.** (S)-2-(4'-Децил-3,6'-дифтор-2',3',4',5'-тетрагидро-[1,1'-бифенил]-4-ил)-7-(4-(октан-2-илокси)фенил)фенантрэн:



Соединения 1.1 - 1.21 синтезировали, используя аналогичные превращения.

**Пример 15** (сравнительный).

Готовили ферроэлектрическую ЖК-смесь А-1 следующего состава:

	20,0 %
	31,6 %
	21,7 %
	26,7 %.

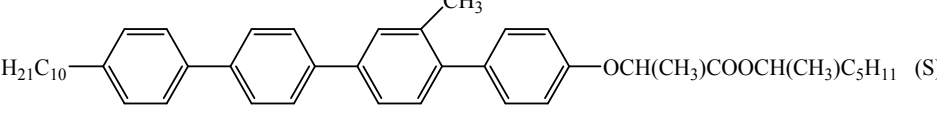
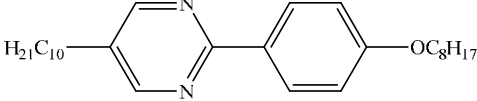
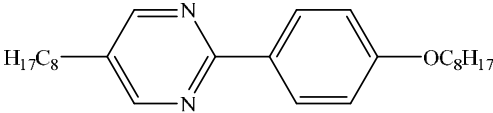
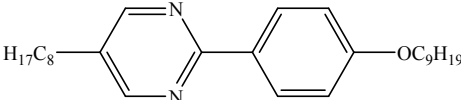
Температуры фазовых переходов: Кр -13,4 °С, SmC\* 65,7 °С, SmA 81,2 °С.



# ВУ 23234 С1 2020.12.30

## Пример 16 (сравнительный).

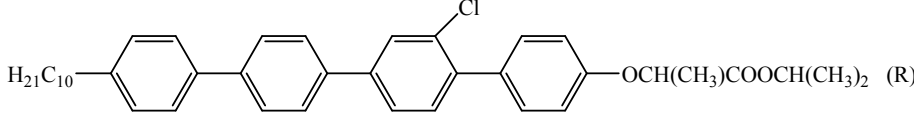
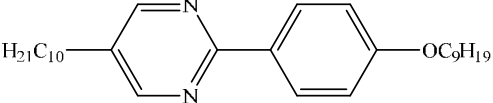
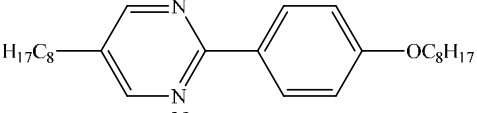
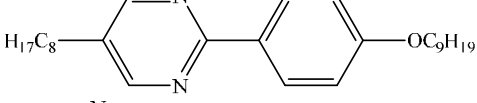
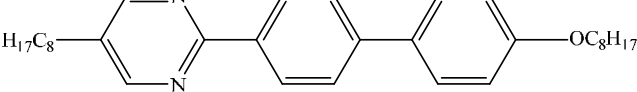
Готовили ферроэлектрическую ЖК-смесь А-2 следующего состава:

	20,0 %
	31,6 %
	21,7 %
	26,7 %.

Температуры фазовых переходов: Кр -17,1 °С, SmC\* 59,3 °С, SmA 71,5 °С.

## Пример 17 (сравнительный).

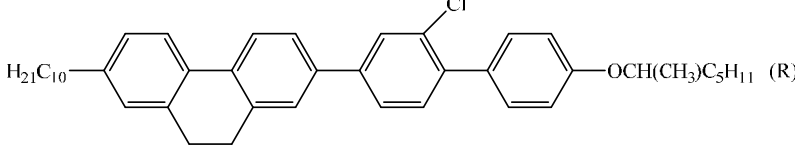
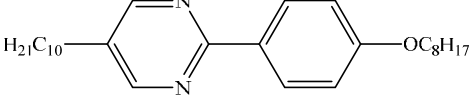
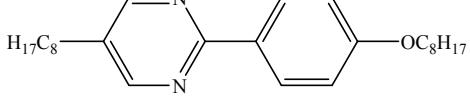
Готовили ферроэлектрическую ЖК-смесь А-3 следующего состава:

	20,0 %
	18,4 %
	12,7 %
	21,3 %
	27,6 %.

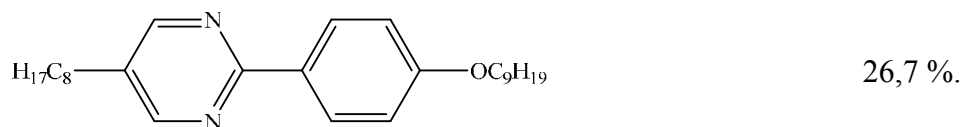
Температуры фазовых переходов: Cr -15,3 °С, SmC\* 69,2 °С, SmA 90,1 °С I.

## Пример 18.

Готовили ферроэлектрическую ЖК-смесь В-1 следующего состава:

	20,0 %
	31,6 %
	21,7 %

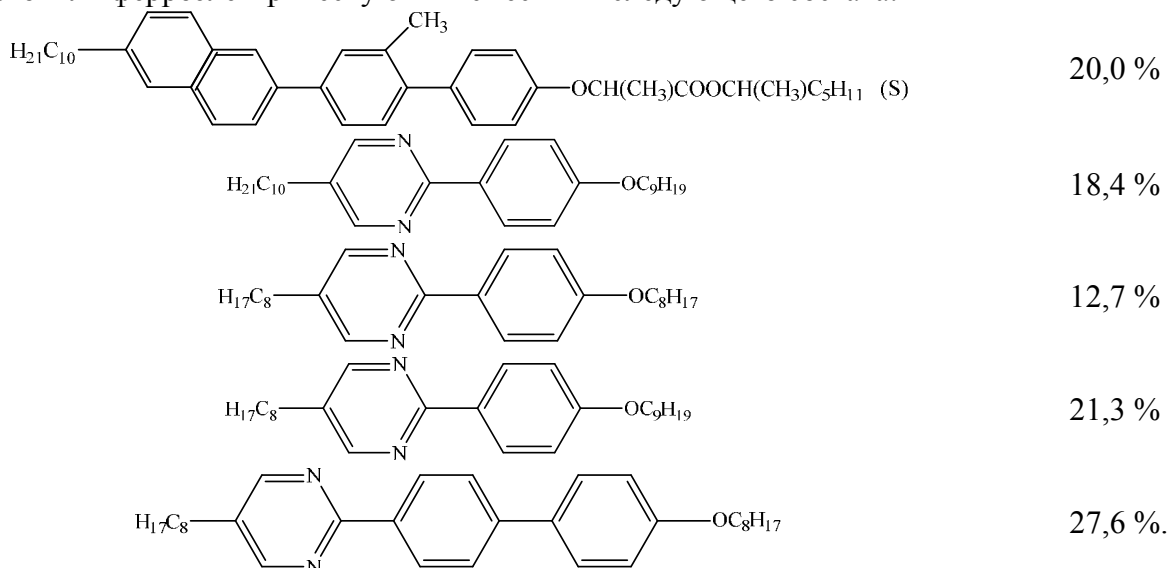
## BY 23234 C1 2020.12.30



Температуры фазовых переходов: Cr -23,3 °C, SmC\* 71,1 °C, SmA 79,3 °C I.

### Пример 19.

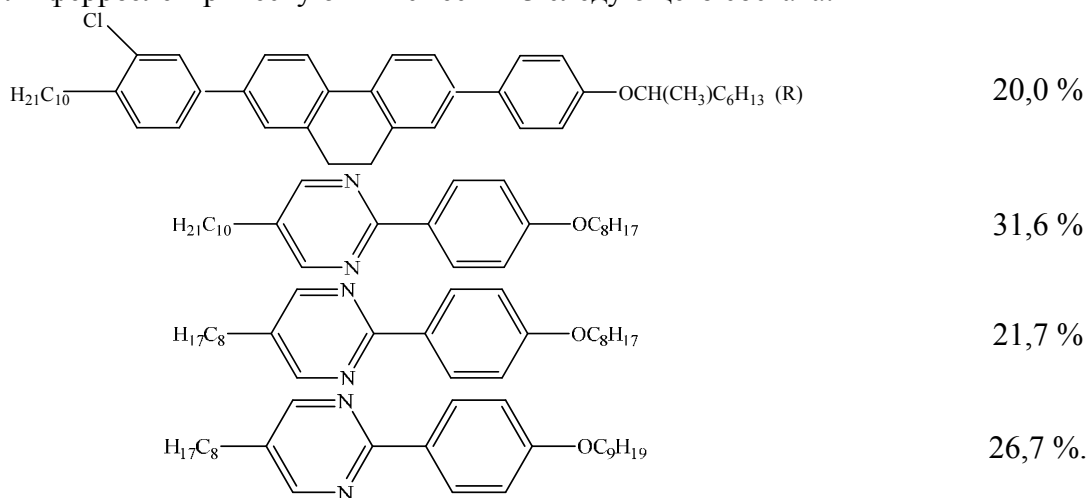
Готовили ферроэлектрическую ЖК-смесь В-2 следующего состава:



Температуры фазовых переходов: Cr -24,1 °C, SmC\* 69,5 °C, SmA 81,1 °C I

### Пример 20.

Готовили ферроэлектрическую ЖК-смесь В-3 следующего состава:



Температуры фазовых переходов: Cr -27,3 °C, SmC\* 76,7 °C, SmA 93,3 °C I.

Исследования электрооптических и динамических параметров ферроэлектрических ЖК-смесей, полученных на основе предлагаемых (В 1-3) и известных (А-1-3) соединений показали, что композиция (В 1-3) характеризуется более низким рабочим напряжением, меньшими временами переориентации молекул (быстродействием) под действием прикладываемого электрического поля, высоким контрастом изображения (350:1), более широкой температурной областью существования ферроэлектрической фазы С (таблица).

# BY 23234 C1 2020.12.30

## Физические параметры ферроэлектрических ЖК-смесей<sup>a</sup>

Смесь	Темп. область SmC* (°C)	Спонт. поляриз. $P_s$ (нК/см <sup>2</sup> )	Угол накл.	Раб. напр. (В/мк)	Зазор (мк)	Время вкл. (мс)	Время выкл. (мс)	Contrast ratio
A-1	-13,4 ~ +65,7	12,3	21,5	2	2,8	210	390	1:170
				6		72	145	
				10		43	61	
A-2	-17,1 ~ +59,3	17,5	23,5	2	2,8	250	420	1:140
				6		77	167	
				10		51	73	
A-3	-15,3 ~ +69,2	24,5	28,3	2	2,8	180	320	1:150
				6		53	102	
				10		22	48	
B-1	-23,3 ~ +71,1	18,1	29,3	2	2,8	150	290	1:270
				6		41	91	
				10		15	35	
B-2	-24,1 ~ +69,5	26,1	23,3	2	2,8	165	300	1:210
				6		45	80	
				10		21	45	
B-3	-27,3 ~ +76,7	25,5	30,1	2	2,8	125	230	1:350
				6		35	75	
				10		10	20	

<sup>a</sup> Измерения проводили при комнатной температуре (22,5 °C)

Электрооптические исследования полученных соединений и композиций проводили в стеклянных ячейках с нанесенными электродами, удельное сопротивление которых составляло 20 Ом/см<sup>2</sup>. В качестве изолирующих слоев использовали двуокись кремния (толщина 100-170 нм), а в качестве ориентирующего покрытия - нейлон-6 (толщина слоя 80-100 нм). Ячейки являются достоверной моделью электрооптического устройства отображения информации. При проведении исследований были отмечены широкий угол наблюдения (до 170°), малое время включения и выключения заявляемых смесей, позволяющие использовать их для создания устройств с быстрой сменой кадров.

Таким образом, предлагаемые жидкокристаллические соединения и композиции на их основе по сравнению с известными характеризуются низкой температурой образования смектической С\* фазы, широким температурным интервалом ее существования, низким значением рабочего напряжения (5-10 В), стабильностью ориентации молекул ЖК-материала в рабочем устройстве и могут с успехом использоваться для создания ЖК-панелей и телевизионных экранов, отличающихся быстрой сменой кадров и высоким качеством изображения.

Предлагаемые жидкокристаллические оптически активные соединения могут быть использованы и внедрены на предприятиях электронной промышленности, в частности на ПО "Интеграл".

Источники информации:

1. Lagerwall S.T. Ferroelectric and Antiferroelectric Liquid Crystals. Wiley-VCH, Weinheim and New York, 1999.
2. Европейский патент EP 402 233, 1990.
3. J.Mater. Chem. - V. 9. - P.1257, 1999.
4. Международная заявка WO 00/08521, 2000.
5. Патент США 2011/0233463 A1, 2011.