



ИННОВАТИКА-2023



**XIX Международная школа-конференция студентов,
аспирантов и молодых ученых**

*21–22 апреля 2023 г.
г. Томск, Россия*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Болгарская Академия наук

Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова

Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов

ГК «Геоскан»

ИННОВАТИКА-2023

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**XIX Международной школы-конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых**

21–22 апреля 2023 г.

г. Томск, Россия

Scientific & Technical Translations



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
Томск – 2023**

УДК 332.1:025.4
ББК 32.9+65.2
И66

И66 **Иноватика-2023:** сб. материалов XIX Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (21–22 апреля 2023 г.) / под ред. С.Л. Минькова. – Томск : СТТ, 2023. – 510 с.

ISBN 978-5-93629-695-6

Представлены материалы XIX Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Иноватика-2023», на которой были рассмотрены актуальные проблемы в области инноватики. В издание включены материалы докладов секций «Инновационные технологии и проекты», «Информационные технологии цифрового общества», «Управление качеством», «Инновационная деятельность: единство образования, науки и практики».

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Иноватика», «Управление качеством», «Прикладная информатика», а также аспирантов, научных работников, преподавателей и всех, кто интересуется современными проблемами инновационного развития России и за рубежом.

УДК 332.1:025.4
ББК 32.9+65.2

Программный комитет

д.т.н., Шидловский С.В.; д.ф.н., акад. Саботинов Н.В.; д.псх.н., проф. Галажинский Э.В.; д.ф.-м.н., проф. Соснин Э.А.; д.т.н., проф. Шелупанов А.А.; д.ф.-м.н., к.т.н. Казьмин Г.П.; д.т.н., проф. Сыряжкин В.И.; к.ф.-м.н., ст.н.с. Миньков С.Л.; к.т.н., доц. Костина М.А.; к.ф.-м.н., доц. Нариманова Г.Н.

Материалы публикуются в авторской редакции.
Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного Оргкомитетом,
с минимальным издательским редактированием

ISBN 978-5-93629-695-6

© Авторы, 2023

**MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**National Research Tomsk State University
Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
Bulgarian Academy of Sciences
Academy of Engineering Sciences named after A.M. Prokhorov
All-Russian Society of Inventors and Rationalizers
Geoscan Group**

INNOVATION-2023

PROCEEDINGS

**The XIX International School-Conference of Students,
Graduate Students and Young Scientists
April 21-22, 2023
Tomsk, Russia**

Scientific & Technical Translations



**PUBLISHING
Tomsk – 2023**

UDC 332.1:025.4
LBC 32.9+65.2
I66

Innovation-2023: Proc. of XIX International school-conference of students, graduate students and young scientists (April 21-22, 2023) / edited by S.L. Minkov. – Tomsk : STT, 2023. – 510 pp.

I66

ISBN 978-5-93629-695-6

Proceedings of the XIX International School-Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Innovatika-2023" are presented, at which topical problems in the field of innovation were considered. The publication includes materials from the reports of the sections "Innovative Technologies and Projects", "Information Technologies of Digital Society", "Quality Management", "Innovation Activity: The Unity of Education, Science and Practice".

For students studying in the areas of training "Innovation", "Quality Management", "Applied Computer Science", as well as graduate students, researchers, teachers and anyone interested in contemporary problems of innovative development in Russia and abroad.

UDC 332.1:025.4
LBC 32.9+65.2

Program committee

prof. Shidlovsky S.V., acad. Sabotinov N.V.; prof. Galazhinsky E.V.; prof. Sosnin E.A.; prof. Shelupanov A.A.; assoc.prof. Kazmin G.P.; prof. Syryamkin V.I.; assoc.prof. Minkov S.L.; assoc.prof. Kostina M.A.; assoc.prof. Narimanova G.N.

Materials are published in the author's edition.
Printed from the ready-made file provided by the Program Committee.

ISBN 978-5-93629-695-6

Copyright © Authors, 2023

ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СФЕР И ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЮЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЛЮМИНОФОРЫ КЛАССА ВODIPY

К.В. Андреева, О.Н. Чайковская, Ю.В. Аксенова

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет
ka1314049@gmail.com

PATENT INFORMATION STUDY OF SPHERES AND TECHNOLOGIES USING DIPYRRROMETHENE COMPOUNDS

K.V. Andreyeva, O.N. Tchaikovskaya, Yu.V. Aksenova

¹National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Patent information study of various technological solutions, methods, tools and devices based on technologies using boron dipyrromethenes (BODIPY) has been carried out. A comparative analysis of the number of patents by years and patent holders was carried out. An analysis of the scope of application of currently available patents has been carried out.

Keywords: dipyrromethene compounds; cryogenic temperature sensors based on complex organic molecules; temperature sensors based on complex organic molecules; BODIPY.

Флуоресцентная спектроскопия – метод исследования структуры и динамики, как живых, так и неживых систем. Своим успехом она обязана большой чувствительностью излучения флуорофоров к их ближайшему окружению [1]. Флуоресценцию можно использовать для высокоточных исследований физико-химических и биохимических процессов.

Одним из современных и успешно развивающихся классов люминофоров является дипиррометеновый класс/дипиррометеновые соединения. Наиболее значимым представителем является BODIPY (рис. 1).

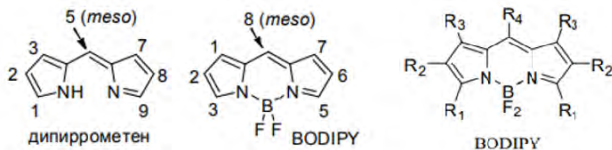


Рис. 1. Структуры дипиррометена и BODIPY с общепринятой нумерацией атомов.

BODIPY, сокращение от бор-дипиррометена, представляет собой семейство олигопиррольных красителей. Комплексы BODIPY обладают

уникальным набором спектральных характеристик, включая высокие значения коэффициентов поглощения и излучения в широком спектральном диапазоне.

Незамещенный BODIPY был синтезирован в 2009 г., но многие производные, формально полученные путем замены одного или нескольких атомов водорода другими функциональными группами, известны с 1968 г., благодаря Трейбсу и Кройцеру [1–2].

В биомедицине дипиррометеновые люминофоры используются как флуоресцентные сенсоры, которые с высокой чувствительностью сигнализируют о протекании различных процессов и заболеваний, а также о присутствии токсичных соединений в организме человека. Кроме того, люминофоры на основе BODIPY могут под действием света определенной длины волны разрушать злокачественные новообразования или патогенные микроорганизмы. Некоторые производные борфторидных дипиррометенов способны генерировать синглетный (активный) кислород, используемый в фотодинамической терапии онкозаболеваний [6]. BODIPY применяются для визуализации различных органов и тканей при изучении их метаболизма и транспорта в организме.

Важным фактором, определяющим перспективность использования BODIPY в качестве основы для разработки двумодальных сенсоров, является возможность контроля над флуоресцентными свойствами красителя за счет введения рецепторных групп в структурно значимые третьи и восьмое положения флуоресцентного каркаса [4–7].

С момента синтеза по сегодняшний день было найдено множество областей применения описанного соединения таких как: сенсорика, лазерная техника, биохимия и медицина, но так или иначе это соединение все еще имеем широкий круг перспективных направлений.

Цель работы: изучение сфер применения дипиррометенов и возможности их реализации в температурной сенсорике, т.е. возможности и перспективности создания температурных датчиков на основе BODIPY. Поиск осуществлялся в открытых патентных базах данных России, Европы и США.

При глубине поиска 31 год (с 1991 по 2022 гг.) отобрано общее количество охранных документов 83, из них 19 заявок и 64 патента. Российских охранных документов всего 26, зарубежных – 57. Анализ динамики патентования показал, что на период с 2017 по 2022 гг. приходится наиболее интенсивная исследовательская и изобретательская деятельность по теме BODIPY (рис. 2).

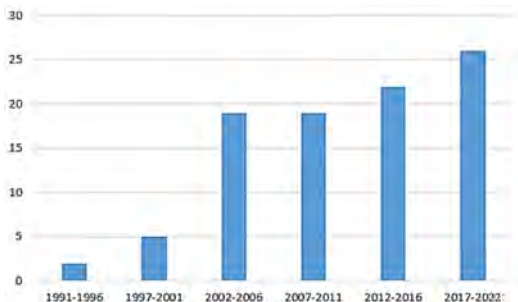


Рис. 2. Изобретательская активность в РФ и зарубежных странах

Анализ патентования по странам в зависимости от временных интервалов представлен в таблице 2. Если подробнее, то охранные документы по странам патентования распределяются следующим образом: RU – 26, JP – 9, CN – 16, WO – 5, MX – 1, US – 11, CA – 1, ES – 1, EP – 3 патента.

Таблица 1

Страна патентования	Количество опубликованных патентов					
	Количество патентов, опубликованных заявок по годам подачи заявки					
	1991-1996	1997-2001	2002-2006	2007-2011	2012-2016	2017-2021
RU	1	3	5	10	13	4
CN				1	5	10
JP	1	2	1	2	2	1
WO					1	4
MX				1		
US			2	3		6
CA			1			
ES				1		
EP				1	1	1
Всего	2	5	19	19	22	26

Анализ, проведенный по патентообладателям, показывает, что данное направление представляет наибольший интерес для научного сообщества в лице компаний и научных учреждений, особенно в России (табл. 1). Среди патентообладателей в России наибольшее число представляют университеты и научные центры. Из таблицы 2 видно, что большую часть патентовладельцев составляют юридические лица, а именно коммерческие компании (ЗАО, ОАО и малые предприятия) и учреждения высшего образования.

Т а б л и ц а 2

Анализ по патентовладельцам в России и зарубежных странах

Юридические лица		Физические лица
Институты (научные центры)	Компании (ЗАО, ОАО, малые предприятия)	
37	32	5

Анализ направлений использования отобранных патентов определяет наиболее перспективные сферы реализации изобретений с использованием органических веществ дипиррометенового класса. Данные приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Распределение патентов по области применения

Кол-во охранных документов	Мед. тех	OLED	Лазерные	Темпер. датчики	Зонды, метки	Биохим.тех
	20	19	18	2	21	3

В ходе исследования было отобрано 83 охранных документа. Также был проведен сопоставительный анализ по количеству получаемых патентов в различные годы путем разделения на 6 временных интервалов. Из представленных данных видно что в период с 2017 по 2022 гг. интерес к исследованиям в данной области значительно возрос в сравнении с предыдущим. Количественные данные показали, что существует множество устройств и методов основанных на применении соединения BODIPY. Интересующую нас сферу криогенных температурных датчиков можно считать малоизученной, так как из всех отобранных документов только два подходят под эту категорию. Выводом данной работы является рекомендация о проведении дополнительных фундаментальных и экспериментальных исследований в данной области.

Литература

1. Valeur B. Molecular fluorescence: principles and applications. – Wiley-VCH Verlag, 2001.
2. BODIPY [Электронный ресурс] // QWiki. – URL: <https://ru.frwiki.wiki/wiki/BODIPY> (дата обращения: 10.03.2023).
3. Дудко А.Р., Хорецкий М.С. BODIPY-меченая флуоресцентная N,N'-дициклогексилмочевина как потенциальный молекулярный инструмент для изучения

- механизмов действия цитоплазматических эпексидгидролаз // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2020», 10-27 ноября 2020 г. : Т.1. Биоинженерия и биформатика. Биоинформатика. – М., 2020.
4. Горбатов С.А. Дизайн и синтез новых двумодальных флуоресцентных хемосенсоров на основе борфторидных комплексов дипирролилметенов для детектирования катионов тяжелых металлов и (био)аналитов : дис. ... канд. хим. наук.
 5. Clark R.G., Hall M.J, Recent developments in the synthesis of the BODIPY dyes // *Advances in Heterocyclic Chemistry*. – 2019. – Vol. 128. – P. 181–261.
 6. Aggregation behavior and spectroscopic properties of red-emitting distyryl-BODIPY in aqueous solution, Langmuir-Schaefer films and Pluoronic® F127 micelles [Electronic resource]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1386142522005157?via%3Dihub>.
 7. Антина Е.В., Березин М.Б., Вьюгин А.И. и др. Химия и направления практического применения дипиррометеновых лигандов, солей и координационных соединений как оптических сенсоров аналитов различной природы (обзор) // *Журнал неорганической химии*. – 2022. – Т. 67, № 3. – С. 342–359.