Технологическая платформа
БИОЭНЕРГЕТИКА

СОЗДАНИЕ РОССИЙСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

Органические фотосенсоры;
Осветительные органические светодиоды OLED;
Органические высокочастотные идентификаторы ORFID;
Органические солнечные батареи OPV

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПОДГОТОВЛЕНО ДЛЯ ПРОГРАММ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГОСКОМПАНИЙ В 2016 ГОДУ

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

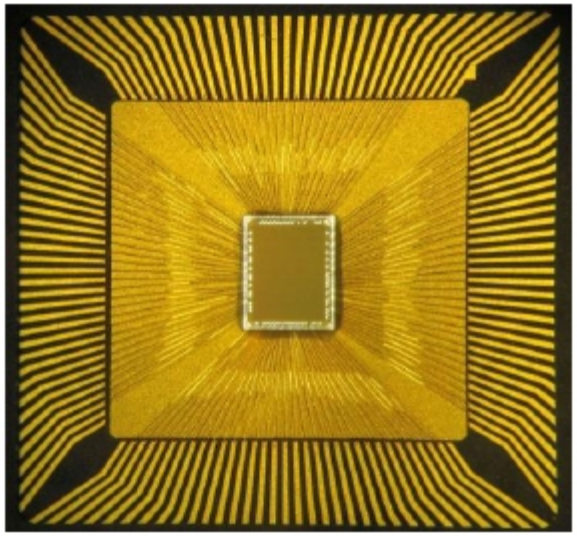
Конвергентные (нано-, био-, инфо-, когно-, социогуманитарные) технологии (НИЦ «Курчатовский институт»)

- ➔ России необходим новый глобальный проект, который «потащит» за собой уже существующие направления и даст старт принципиально новой науке.
- ➔ Таким новым «атомным проектом» или «космическим проектом» могут стать **конвергентные технологии** в виде глобального проекта «Новые производственные технологии на основе киберфизических систем», включая гибкую печатную электронику и фотонику

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

ПРОЕКТ «КОНВЕРГЕНТНЫЕ ПРИРОДОПОДОБНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ, НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ»

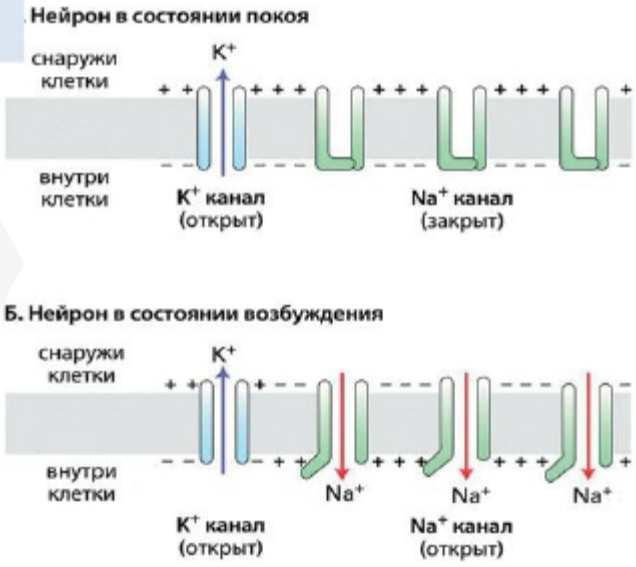
- Когнитивные вычисления на основе нанофотоники
- Европейский центр IMEC создал процессор на органических электронных компонентах



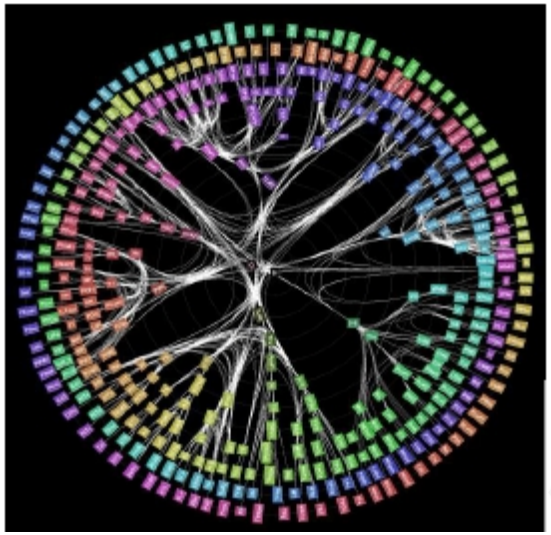
Когнитивный компьютерный чип компании IBM

(Источник: IBM Research)

Когнитивные вычисления как конвергенция нейро-наук, суперкомпьютеров и нанотехнологий



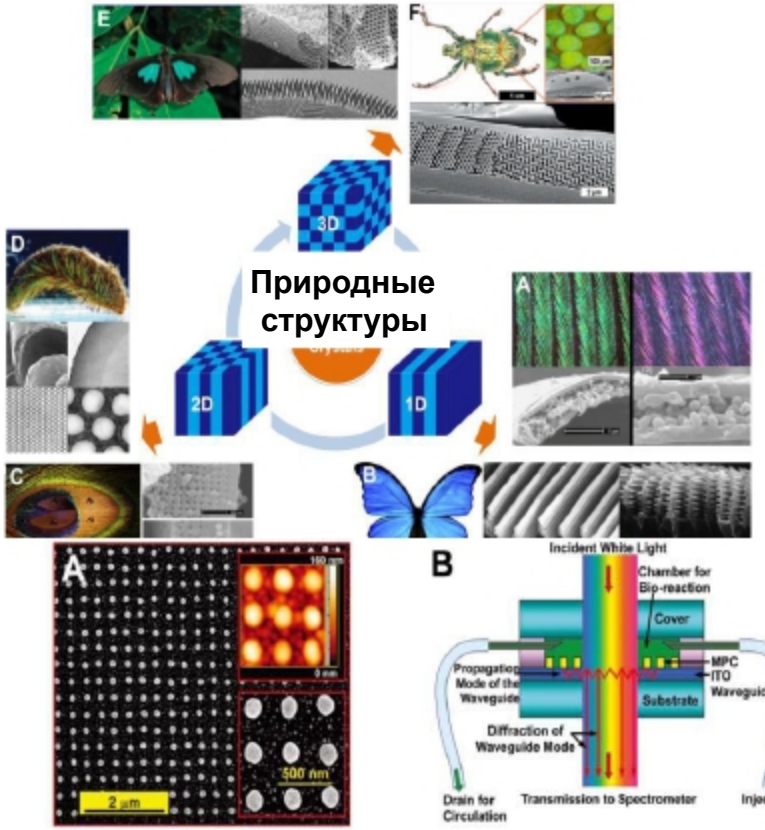
Состояния возбуждения нейрона определяются разницей в концентрации положительных ионов K+ и Na+ внутри клетки и за её пределами.

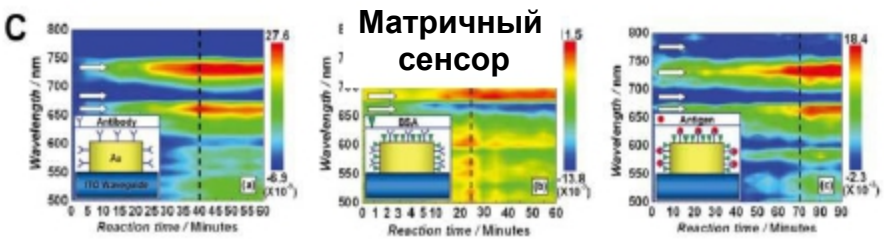


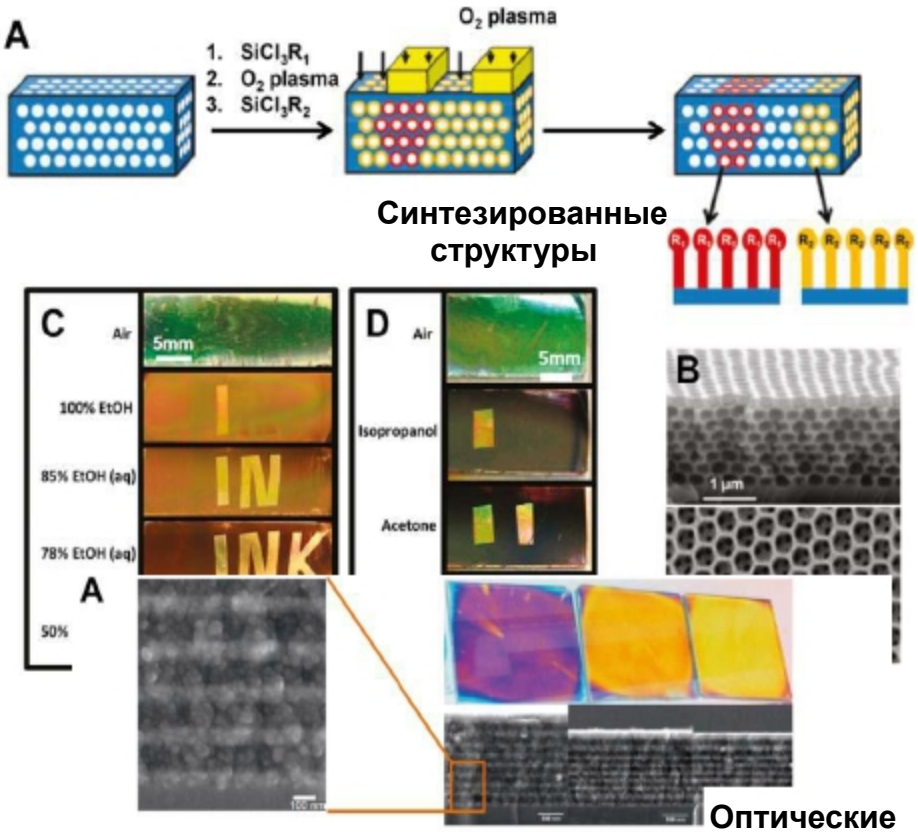
Визуализация межнейронных связей и сети мозга обезьяны

(Источник: IBM Research)

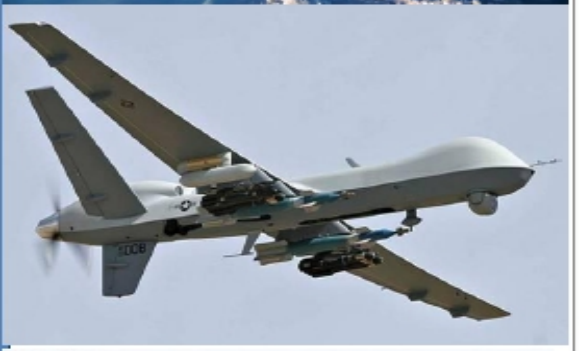
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДОПОДОБНЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ







ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБКОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ



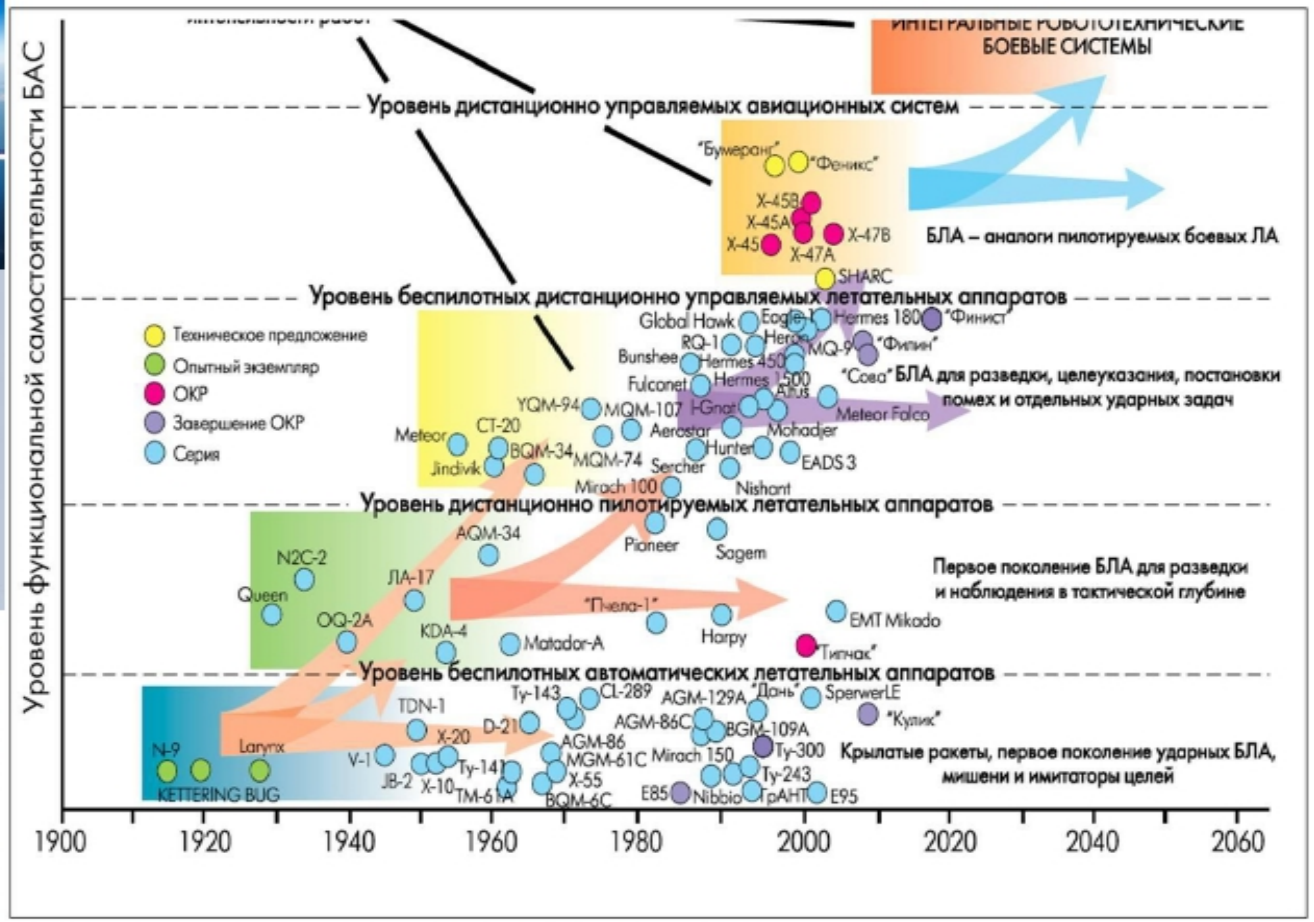
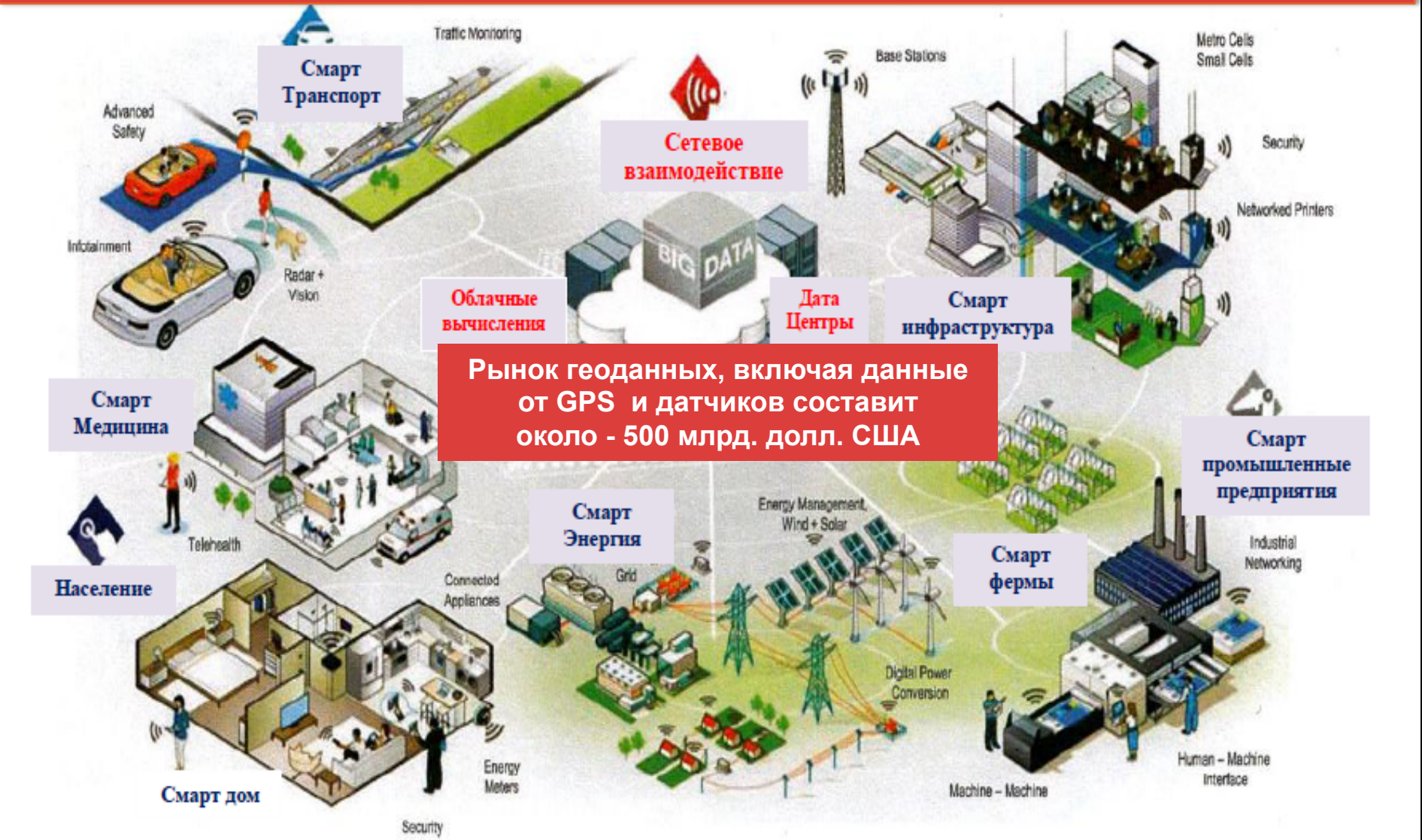


Рис.3. Тенденции развития мирового парка БАС по уровню функциональной самостоятельности

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ГЛОБАЛЬНЫЕ РЫНКИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ ДЛЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ К 2020 Г.

(ПО ДАННЫМ КОМПАНИИ «ДЕЛОЙТ»)

Более 300 млрд. датчиков в мире будут обеспечивать улучшение жизнеобеспечения населения к 2020 г.



Рынок геоданных, включая данные от GPS и датчиков составит около - 500 млрд. долл. США

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАРТНЕРЫ РОССИЙСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ

Взаимодействие с международными партнерами

MEMORANDUM OF UNDERSTANDING
BETWEEN
DIRECTORATE OF FEDERAL TARGET AND REGIONAL PROGRAMS
RUSSIAN FEDERATION
AND
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY AND MATERIALS

Directorate of Federal Target and Regional Programs, Russian Federation, represented by Director General Dr. Boris P. Pavlov (hereinafter referre
at 1 Kremlevskaya Street, Kazan, 420014, Republic of T

and

Korea Institute of Machinery and Materials, represente (hereinafter referred to as KIMM) with registered addre Daejeon 305-343, Republic of Korea.

Purpose of the Memorandum

DFTRP and KIMM declare their sincere willingness to c R&D and business creation.

This Memorandum of Understanding is designed to fa between both parties. Activities would include but would

- joint commercialization of research outcomes
- joint research activities and publications
- the exchange of information and materials in fields of

Amendments

This Memorandum may be amended or modified by mut between the two parties. Such amendments, once app part of this Memorandum.

Duration and Termination

This Agreement shall be effective upon the dat general/president of both parties and shall be in force fo This Agreement may only be renewed if the parties ag

This MOU has been duly signed by/on:

Date: 17 декабря 2014г.

Date: 2014. 12. 17

Directorate of Federal Target and Regional Programs

Korea Institute of Machinery and Materials

Dr. Boris P. Pavlov
Director General

Prof. Dr. Yong Taek Im
President

KIMM (Корейский институт оборудования и материалов)

Ен Тэк Im

Президент/ Ph.D, профессор KIMM, Корейский институт науки и технологий (KAIST)

17 декабря 2014 года

Заключение Соглашения о научно-техническом сотрудничестве по разработке и реализации совместных проектов и программ

ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ УЧАСТНИКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

РЕФЕРАТ ОТЧЁТА НИР

Информационно-аналитическая работа: Подготовка научно-технологического, финансово-экономического и организационно-правового обоснования создания опытно-промышленного производства по органической фотонике.

Отчет 1032 стр., 316 рис., 54 табл., 906 источников, 90 патентов.

УТВЕРЖДАЮ
Заказчик
Директор ООО «НПП «Тасма»

_____Е.Л.Самков

«___» _____ 2015 г.

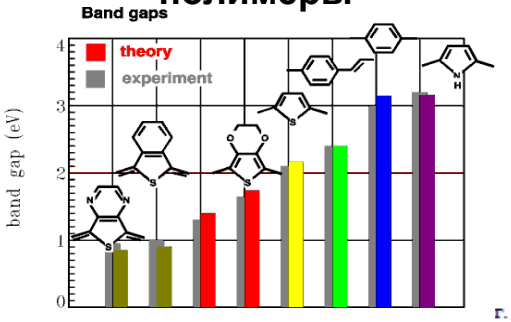
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Подготовка научно-технологического, финансово-экономического и организационно-правового обоснования создания опытно-промышленного производства по органической фотонике

по Договору № 31-14ОУ между ООО «НПП «Тасма» и Учреждением «Дирекция федеральных целевых и региональных программ» от 01 июля 2014 г.

Функциональные полимеры

итоговый



Исполнитель
Государственное учреждение «Дирекция федеральных целевых И региональных программ»

Генеральный директор

_____Б.П.Павлов

«___» _____ 2015 г.

г.

В главе 1 приведен анализ материалов для создания элементов и устройств органической электроники и фотоники, включая: электропроводящие органические полимеры, элементы устройств органической электроники и фотоники на основе натуральных материалов, органических молекул и полимерных материалов, нанокристаллов и биоматериалов.

В главе 2 рассмотрены основные характеристики элементов и устройств органической электроники и фотоники, включая: органические светоизлучающие диоды, органическую фотовольтаику, отражающие дисплеи, полевые транзисторы, конвергентные технологии, информационные технологии, когнитивные вычисления и оптогенетика на основе нанофотоники.

В главе 3 анализируются производственные системы для органической электроники и фотоники, включая: производственные и научно-исследовательские платформы, пилотные производства, линии для массового производства

В глава 4 дан анализ международных кластеров по органической электронике и фотонике, национальных и региональных проектов, научно-образовательных и производственных центров, научно-исследовательских парков и университетов, развитие органической электроники и фотоники в Российской Федерации.

В главе 5 анализируются области применения элементов устройств органической электроники и фотоники, включая: использование в ОПК, транспортных средствах, аэрокосмических систем, военно-морских судах, системах вооружения, космических системах, логистике, системах безопасности, сухопутной обороне.

Показана потребность в датчиках / сенсорах боевых беспилотных систем, военизированных роботов, электрических транспортных средств, вертолетов, самолетов на солнечных батареях.

В главе 6 рассмотрены научно-технологические и опытно-производственные обоснования развития органической электроники и фотоники в мире, включая возможности для модернизации индустриальных отраслей промышленности и конкуренцию между странами и регионами в данной области.

В главе 7 приведены финансово-экономические обоснования создания региональных кластеров и Консорциумов по органической электроники и фотоники в Великобритании, Нидерландах и Бельгии, Германии, Финляндии, Китае, Южной Корее, Тайване, Японии и США. Государственная поддержка развития органической электроники и фотоники в мире, сравнительный уровень финансирования крупных государственных проектов совместными научно-исследовательскими центрами и консорциумами.

■ Участники промышленного кластера: НОР, ДФЦРП, ООО «НПП «Тасма»; Научно-исследовательские и технологические организации: АН РТ, КНИТУ, МГУП им. И.Федорова, МИТХТ им.М.В. Ломоносова , ЗАО «НТ-НТД, НИИФП им. А.В.Ржанова СО РАН, ООО «Центр трансфератехнологий», ЗАО «МНИТИ» и другие.

■ Международные партнеры: KIMM (Южная Корея), «Polymate» (Израиль).

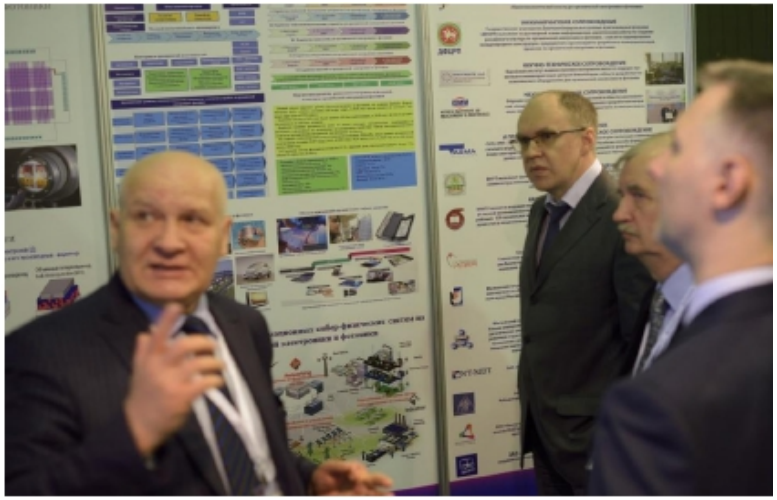
■Участники кластера имеют научно-технический задел в области:

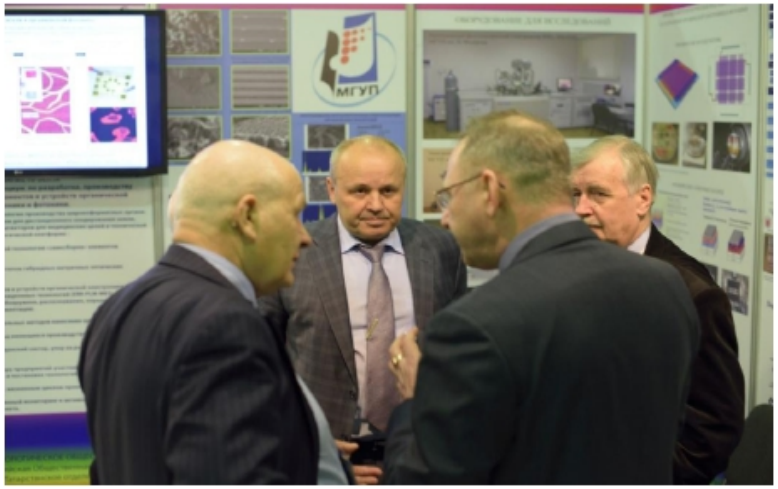
- проведения научных исследований в области создания новых материалов для органической электроники и фотоники;
- разработки технологий для создания элементов устройств органической электроники и фотоники;
- проведения комплексного анализа существующих в мире научно-технологических и опытно-промышленных производств элементов устройств органической электроники и фотоники, национальных и региональных кластеров, проектных Консорциумов.

■ Основные концептуальные подходы к созданию Международного нанотехнологического кластера по органической электронике и фотонике включают интеграцию отечественного и международного опыта по организации производств на основе прорывных промышленных технологий в гражданских секторах экономики, которые должны соответствовать новому шестому технологическому укладу, включая создание кибер-физических систем.

СТЕНД ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ

Встречи с Заместителем Председателя ВПК, академиком РАН Ю.М. Михайловым; Директором Департамента Минпромторга России К.А.Тарабриным, его заместителем Д.В. Капрановым, а также представителями других организаций и предприятий





НИОКР И ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЫТНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА (ОПП) ЭЛЕМЕНТОВ И УСТРОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ

РАЗДЕЛ 1. Описание технологического цикла НИОКР и ОПП

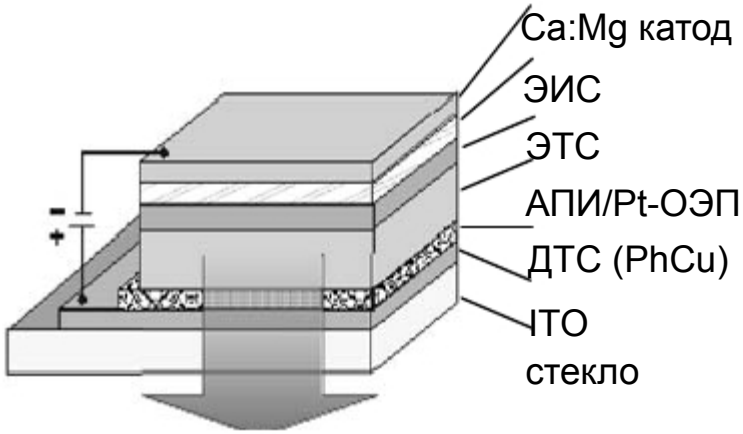
Стадии работ	НИР	ОКР	ОПП
Перечень необходимых технологий	Синтезирование материалов, перовскита	Технология изготовления элементов и устройств	Технологии опытного производства
Перечень необходимого оборудования	Для НИРовских работ	Технологическое оборудование	Производственное оборудование
Особенности технологического оборудования для OPV, OLED, OEF, RFID			
1. Фотосенсоры	Микропечать RGC-150	Струйный принтер	Струйный принтер
2. Осветительные светодиоды (OLED)	Микропечать RGC-150	Рулонная система RIP-300	Рулонная линия ISSL
3. Высокочастотные Идентификаторы (ORFID)	Струйный принтер, модель DimatixDMP	Рулонная система RIP-300	Рулонная линия ISSL
4. Органические солнечные батареи OPV	Микропечать RGC-150	Рулонная система RIP-300	Рулонная линия ISSL

РАЗДЕЛ 2. Основные этапы и сроки создания элементов и устройств органической электроники и фотоники

Стадии работ	НИР	ОКР	ОПП
Сроки выполнения	месяц, год	месяц, год	месяц, год
1. Фотосенсоры	6 месяцев	2 года	1 год
2. Осветительные светодиоды (OLED)	6 месяцев	2 года	1 год
3. Органические идентификаторы (ORFID)	6 месяце	2 года	1 год
4. Органические солнечные батареи (OPV)	6 месяцев	2 года	1 год

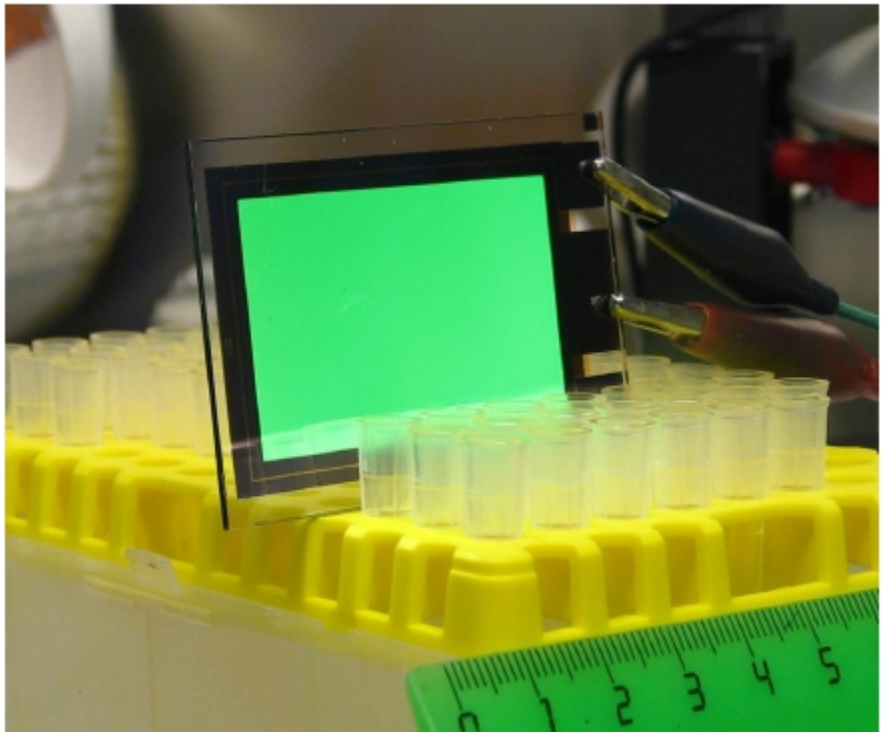
КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА РАЗРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ОСВЕТИТЕЛЬНОГО СВЕТОДИОДА OLED

СТРУКТУРА ОРГАНИЧЕСКОГО СВЕТОИСЛУЧАЮЩЕГО ДИОДА

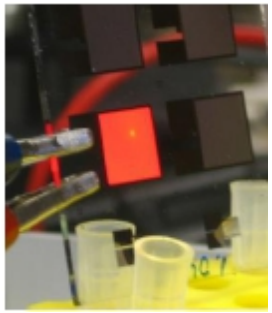


электролюминесценция

OLED-структура с диагональю 5 см
Координаты: X = 0.302, Y = 0.605



ЭИС – электронный инжекционный слой
ЭТС – электронный транспортный слой
АПИ/PtОЭП – ароматический полиимид/октаэтилпорфирин Pt
ДТС – дырочный транспортный слой
ITO – SnO2In2O3

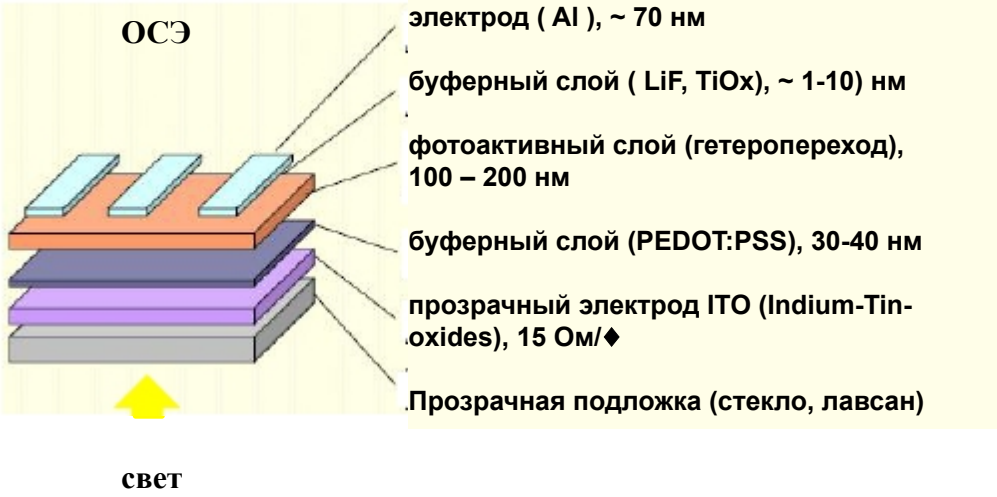


ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТЬЮ

- Использование чернил (жидких растворов) полимерных нанокомпозитов для приготовления фотоактивного и электропроводящего слоев фотоэлектрического преобразователя;
- Применение технологии цифровой струйной печати для нанесения указанных слоев из соответствующих наночернил;
- Разработка новых полимерные композитов, дающих повышение КПД ОСЭ за счет новых физических эффектов, связанных с введением наночастиц металлов в полимерный композит;
- Применение передовых фотоактивных материалов – узкозонных полимеров, перовскитов.

Передовое оборудование для струйной печати

Схема типичного расположения рабочих слоев



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ, ПЕРОВСКИТА И ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Гибридные солнечные элементы на основе полимерных наночернил

ПРОДУКТ

• Тонкопленочные гибридные солнечные элементы (ГСЭ) –легкие по массе пленки, встраиваемые в строительные и отделочные материалы, на поверхности конструкций, ткани и т.п., обеспечивают потребителя автономной электроэнергией.

• ГСЭ осуществляют прямое преобразование падающего солнечного света в электричество. Полимерные и другие материалы, используемые в ГСЭ, химически безвредны. Эксплуатация ГСЭ безопасна.

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

• Основные преимущества — (1) недорогие в производстве, доступные, нетоксичные наночернила, (2) легкость нанесения слоев методом струйной печати с низкой себестоимостью, (3) независимость кпд от угла падения солнечного излучения, (4) простота эксплуатации и утилизации , (5) низкая себестоимость ГСЭ (около 0,1 долл./Вт) по сравнению с традиционными СЭ из других материалов (0,6-0,7 долл./Вт), (6) кпд в пределах 12-17%.

ПОДХОДЫ «НОУ-ХАУ»

• Новые электропроводящих полимерных композитов, включающих наночастицы металла, и новые фотоактивные полупроводники.

• Применение метода цифровой струйной печати для нанесения слоев СЭ

ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ

• Отработаны методы приготовление лабораторных образцов органических СЭ на твердых и гибких основах.

• Отработаны методы синтеза наночастиц различных металлов

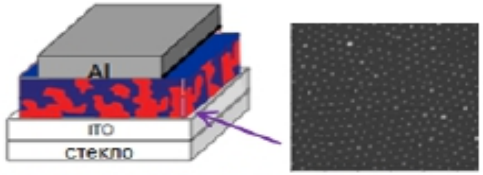
• Образцы ГСЭ с кпд 8-12% в условии АМ1.5.

КОМАНДА

• Тамеев Алексей Раисович, доктор физико-математических наук, многолетний опыт исследования физических процессов в полимерах и нанокомпозитах.

• Ванников Анатолий Вениаминович, доктор химических наук, профессор, многолетний опыт исследования электронных и фотонных процессов в фотоактивных материалах и применения методов полиграфии в электронике.

•



Наночастицы Ag (Au) (на рисунке справа, сканирующая электронная микроскопия) и в слое полимера ПЭДОТ:ПСК (слева)

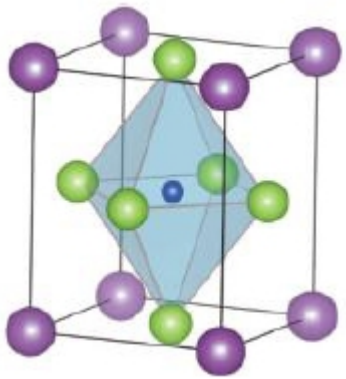
Экспериментальное оборудование для изготовления и исследования

ПРИМЕРЫ СОЗДАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ, ПЕРОВСКИТА И ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

ДВУХСЛОЙНАЯ СТРУКТУРА

- 1-й слой - слой перовскита;
- 2-й слой - слой органического полупроводника с дырочной проводимостью.

Электронный полупроводник (структура перовскита)

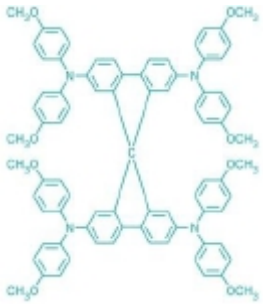


метиламмоний

Pb

I, Cl, Br

Дырочный органический/ полимерный полупроводник



■ (1) Гибридный СЭ с планарным гетеропереходом (Ю.Корея): кпд=19.3% (сертифицирован в NREL, опубликовано в Science 345 (2014) 542)

■ (2) Гибридный полимерный СЭ с планарным гетеропереходом (Ю.Корея): кпд=20.1% (сертифицирован в Newport Corp., опубликовано в Science 348 (2015) 1234)