

# Первые электромобили отечественного производства

Галина Морозоватая

Сегодня много говорят о перспективах развития электротранспорта. 8 февраля в Санкт-Петербурге торжественно открыли 224-ю автоматическую электрическую зарядную станцию (АЭЗС) для одновременной «заправки» 10 электромобилей [1]. Интересно вспомнить, как 125 лет назад Гатчина стала объектом мирового внимания. Изобретатели, разработчики и другие энтузиасты в области электротехники следили за проходящими в нынешней столице Ленинградской области испытаниями электрического кэба, монорельсовой электрической железной дороги и омнибуса на электротяге. Эти крупницы истории начала XX века напоминают о важной вехе электрификации отечественного транспорта. И началом её послужила деятельность русского изобретателя Ипполита Владимировича Романова (1864–1944).

## Гатчина и электротранспорт

За 125 лет расстояние, разделявшее Гатчину и Санкт-Петербург, ненамного сократилось из-за расширения административных границ и комплексной застройки территории мегаполиса и города-спутника, несколько лет назад официально признанного столицей Ленинградской области. На протяжении веков Гатчина была многим связана с жизнью царских особ, поэтому вопросы транспортного сообщения между этим городком и столицей были весьма актуальны. Именно с Гатчины изобретатель Романов планировал электрификацию индивидуального и общественного, как называли бы его

теперь, транспорта. Гатчина (в то время Гатчино) – самый удобный полигон испытаний для электрифицированных автомобильных перевозок в Петербург и обратно.

## Биография Ипполита Романова

Ипполит Владимирович Романов родился 25 февраля 1864 года в Тбилиси, после 1884 года поступил на службу в Министерство путей сообщения Российской Империи (МПС РИ), канцелярия которого располагалась с момента преобразования в 1865 году из Главного управления путей сообщения и публичных зданий в Санкт-Петербурге на набережной реки Фонтанки в доме 117. Идеи проектирования электрического экипажа занимали конструктора с 1881 года. На рис. 1 представлен портрет изобретателя.

В те годы в МПС РИ инженеры делились на «штатных» и тех, кто состоял «по министерству» сверх штата, «а равно находившихся в частных обществах и в земствах». Обеим категориям были присвоены погоны, но разные. Судить о том, в каком статусе служил И.В. Романов, мы не можем, однако на фото (рис. 2) изобретатель предстаёт в форме инженера путей сообщения.

Зимой 1900 года И.В. Романов подал прошение на имя Августейшей хозяйки Гатчины императрицы Марии Федоровны прошение о дозволении построить в Гатчине на Дворцовой площади (рядом с источником электроэнергии – дворцовой электростанцией) опытный образец

подвесной электрической дороги, о чём есть подтверждение из архива Гатчинского Дворцового управления в донесении Министру Двора от 9 мая 1900 года [4]. Возможно, что в Электротехнической части Хозяйственного управления Министерства Императорского Двора (МИДв) у него были единомышленники, а также вероятно, что Романов имел личное знакомство с братом царя, тогда наследником, человеком разносторонних интересов, Великим Князем Михаилом Александровичем.

В точности подтвердить или опровергнуть версии не представляется возможным, однако можно сделать три промежуточных вывода. Во-первых, одна гипотеза не исключает другую. Во-вторых, «просто инженер в 36 лет» вряд ли мог иметь влияние настолько существенное, чтобы работать над проектом и подавать обоснованные прошения высочайшим особам; для этого так или иначе надо быть хотя бы представленным. В-третьих, таково будущее поле исследований для тех, кому интересна тема и биография изобретателя И.В. Романова. Романов не был первым, кто предложил подобные технические решения. Известны более ранние разработки американских и французских инженеров. Вклад российского изобретателя состоит в том, что в 1897 году он закончил и презентовал модель подвесной электрической дороги, высоко оценённой специалистами Императорского Русского Технического общества. Это и побудило конструктора заняться разработкой настоящей дороги, которую в 1900-м соорудили в Гатчине.

После Октябрьской революции инженер эмигрировал в США, где и прожил до своей кончины.

## Изобретение родом из Гатчины

В возрасте 35 лет Ипполит Владимирович Романов впервые в России продемонстрировал действующий образец двухместного четырехколёсного экипажа. По внешним данным, или фактору, как сказали бы сегодня, само движущийся экипаж напоминал кэб из викторианской Англии (рис. 2, рис. 3).



Рис. 1. Романов Ипполит Владимирович



Рис. 2. Инженер Ипполит Романов демонстрирует электрическую карету собственного изобретения возле Гатчинского дворца под Санкт-Петербургом



Рис. 3. «Кэб» на электротяге – изобретение Романова

## Управление без руля и «ветрил»

Электрокэб без пассажиров имел относительно небольшую весовую массу: всего 750 кг (а по некоторым источникам – 720). Техническая часть изобретения сохранилась до наших дней. Управление осуществлялось с помощью электротяги переднего привода: ведущими были колёса большего диаметра, а водитель располагался сзади пассажирского салона, восседая выше ящика с электрическими аккумуляторами. К каждому ведущему колесу с помощью несложной механической трансмиссии с цепью был подключён отдельный электродвигатель. За такое расположение водителя относительно пассажиров изобретение Романова позиционировали кэбом. Но люди, не бывавшие в Великобритании, предпочитали русское название «кукушка». Изобретение отличало то, что конструкция не нуждалась в руле, привычном жителям XXI века. Водитель-кэбмен управлял самодвижущимся экипажем с помощью электрических выключателей-кнопок. Кнопки управления назывались тогда «пускателями». Посредством манипуляции руками водителя «пускатель» контактной группой замыкал электрическую цепь питания электродвигателя, обеспечивая вращение соответствующего колеса. Каждое (из двух ведущих) колесо приводилось в движение отдельным двигателем, что позволяло отказаться от использования дифференциала. При прямолинейном движении электропитание подавалось на оба мотора-электродвигателя, и ведущие колёса вращались одновременно. Скорость регулировалась с помощью блока сопротивлений-резисторов,

включённых как ограничители тока в электрической цепи – от аккумулятора к электродвигателю. Для управления было доступно девять скоростей. Снижение скорости обеспечивалось механическим тормозом рекуперативной системы, которая направляла энергию, образуемую в результате торможения, обратно в батареи, в результате чего у «кукушки» Романова увеличивался ресурс (пробег). Без эксплуатации АКБ могли держать заряд на протяжении почти 100 часов.

При необходимости поворота задействовалось одно из колёс, как в современных устройствах для лиц с ограниченными возможностями здоровья. К слову, такой же принцип раздельного управления траками и по сей день применяется в гусеничной специальной технике: тракторах и военных машинах – прообразах танков. Хотя танк по определению вполне может быть и на колёсном ходу – без гусениц-траков. Тем не менее этот же принцип заложен в действующую ёмкую уставную армейскую команду «правое плечо – вперед», подаваемую колонне в движении, то есть для обеспечения поворота влево.

## Технические особенности

В качестве перезаряжаемого источника энергии была задействована аккумуляторная батарея (АКБ), состоявшая из отдельных «банок» со свинцовыми пластинами, залитых токопроводящим электролитом (кислотный состав), подключённых в электрическую цепь последовательно для увеличения напряжения и мощности, и имевшая номинальное напряжение 36 В. Энергоёмкость АКБ обеспечивала движение электрокэба без перезарядки

на расстоянии до 64 километров, разумеется, в условиях идеальной дороги и равномерного движения. Это примерно расстояние между центром Гатчины с ее Коннетаблем до станции метро «Московская» в Северной столице. На практике максимальная дистанция экипажа Романова была значительно меньше, тем не менее несколько десятков километров новое электрическое транспортное средство преодолевало уверенно и без остановок.

## Лошадь как незыблемый стандарт

Тяговая мощность электродвигателя составляла всего 4 л. с., или 2,94 кВт. Причём оба параметра до сего дня используют в обозначении и описании мощностных характеристик транспортных средств. В том числе вы встретите такие обозначения в документах на право собственности автомобиля или электромобиля. Сложилось это многовековые традиции ещё в конце XIX века, когда вокруг Санкт-Петербурга было несколько ипподромов и более 40 частных хозяйств с содержанием лошадей. Одна из сильнейших конноспортивных школ – родом из Гатчины. Как раньше, так и сейчас, лошади – не только элемент гужевого транспорта, конный спорт, но и иппотерапия с психологической разгрузкой для людей. Многие находили в лошадях удовольствие: ухаживали за лошадьми на волонтерских началах, становились берейторами, сдавали нормы мастера спорта, получали спортивные награды (рис. 4).

Традиции КСК развиваются и теперь. Однако напомним, что обозначение «лошадиная сила» весьма далеко по смыслу от заблуждения, будто это эквивалент запряжённой в



Рис. 4. Достижения Н. Белой, судьи спортивных соревнований

повозку лошади. Технически «лошадиная сила» рассчитывается как груз весом 75 кг (вес среднего по комплекции и возрасту человека), поднятый за 1 секунду на высоту 1 метр (рис. 5).

Соответственно мощность первого экипажа Романова – «кукушки» – составляла 4 л. с. Это обеспечивало скорость транспортного средства от 1,6 до 37,4 километров в час. По тем временам очень большая скорость. В начале XX века ещё не было силовых установок и систем управления асинхронными электродвигателями, как в современных электропоездах типа 2СГ «Ласточка» с помощью мощных полупроводниковых элементов – установок, дающих плавный ход, мягкий старт и разгон транспортного средства. Поэтому считающаяся среди наших современников анахронизмом эпохи конструкция И.В. Романова двигалась «рывками» и не была технически совершенной. О механической части амортизации электрокэба на простейших каретных рессорах и с колесами без пневматических шин говорить не приходится. С аэродинамикой «как у товарного вагона» нужно иметь огромное терпение, чтобы проехать в такой повозке даже один час. Однако успехи и достижения принято сравнивать не оторванными от ситуации, а оценивать относительно своего времени. Поэтому изобретение Романова, хоть и имело следы уже известных к тому времени европейских разработок, тем не менее для середины XIX века было «прорывным» и весьма перспективным. В том



Рис. 5. Иллюстрация определения «лошадиной силы»

числе потому, что изобретатель задействовал управление не с помощью двигателя внутреннего сгорания, который, кстати, появился в России примерно в те же годы, а с помощью электричества.

### Конкуренция электродвигателя и ДВС

ДВС в Европе произвели раньше. Этьен Ленуар отличился опытными разработками прототипа в начале 60-х годов, а усовершенствованный и практически действующий двигатель внутреннего сгорания создан в 1876 году Николаем Отто. Когда Генри Форд выбрал именно бензиновый двигатель для своей революционной модели, электрические и паровые автомобили остались в прошлом. Вот почему в течение следующих 50 лет электрокар оставался в значительной степени устаревшей технологией. Поэтому достаточно много технических сведений о том, что в те годы европейские инженеры опережали отечественных. Но важно то, что свои изобретатели в России были, хотя, к сожалению, их достижениям не всегда уделяют достаточно внимания.

В Российской империи первый русский автомобиль с бензиновым двигателем построен в начале 1896 года на заводе керосиновых и газовых двигателей Е.А. Яковлева в Санкт-Петербурге и продемонстрирован летом того же года императору Николаю II на Всероссийской промышленной и художественной выставке в Нижнем Новгороде. Через три года инженеры Ипполит Романов и Петр Фрезе (один из конструкторов первого в России автомобиля) собрали несколько электрокэбов.

Мануфактура Фрезе делала для электрокар Романова кузов и ходовую часть с подвеской. Подвеска имела оригинальную конструкцию, передние колеса на пружинах, задние амортизировались с помощью рессор каретного типа.

Двухместный электрокар Романова был испытан в двух вариантах: с козырьком над пассажирами и с закрытым отопляемым салоном. Для безопасности передвижения в сумерки и ночное время на транспортном средстве установили фары. Первый прототип имел колёсную базу 1170 мм, длину кузова 2120 мм, а ширину и высоту 1360 мм и 2200 мм. Второй прототип был крупнее, но и ниже на 40 см.

Применение лёгкого листового материала для панелей и профилей кузова давало относительно невысокую массу. Кузов изготавливался методом прессовки древесины и холста, затем заготовка пропитывалась органическим клеем. Получался своеобразный деревопластик, лёгкий и надёжный. Из такого же материала во времена Организации Варшавского договора делали панели и элементы кузова автомобилей модельного ряда «Трабант» производства ГДР и польскую «Нису» с мотоциклетным двигателем. Из общего веса электрокар Романова половина – 327 кг – приходилась на аккумуляторы. В то же время французский аналог-конкурент с открытым кузовом на электротяге конструктора Жанто весил почти в два раза больше.

Так они продемонстрировали «альтернативное» – на электрической тяге – изобретение. В 1899 году в том же сотрудничестве создан первый самодвижущийся электроомнибус вмести-



Рис. 6. Омнибус конструктора Романова

мостью 17 человек. Первый прототип автобуса – омнибус – перевозил пассажиров на расстояние в 60 км с максимальной скоростью 20 км в час – как у цирковой лошади.

Под патронажем И.В. Романова на московской фабрике «Дукс» в 1902 году построен 20-местный омнибус на электротяге, предназначенный для обслуживания гостиниц. Дополнительным элементом комфорта на этот раз всё-таки стали пневматические шины. На рис. 6 представлен вид омнибуса Романова.

Омнибус – многоместная повозка изначально на конной тяге, общественный транспорт второй половины XIX века. Из отличительных черт омнибуса Романова – остеклённый кузов с двумя площадками. Внутри салона вдоль стен были расположены скамейки для пассажиров. В передней части кузова располагались приборы управления и водитель, вторая часть предназначалась для кондуктора. Посадка пассажиров выполнялась через задние двери. В движение машину приводили 44 батареи, размещённые в 8 ящиках в задней половине кузова. Автономный ресурс хода составлял 64 версты (около 68 км), что было очень неплохо для своего времени [2]. Омнибус снаряжённой массой 1,6 тонны комплектовался двумя двигателями совокупной мощностью 12 л. с. Они позволяли разогнаться до 11 км/ч и двигаться задним ходом. Мягкая подвеска с эллиптическими рессорами и дополнительными винтовыми пружинами обеспечивала плавный ход. Колёса с резиновыми покрышками вращались на шарикоподшипниках. Транспорт также оснащался электропрожектором, сигнальными фонарями, а также звонковым устройством для подачи сигнала. На рис. 7 представлен вид омнибуса на электротяге более поздней версии с органами управления, приближёнными

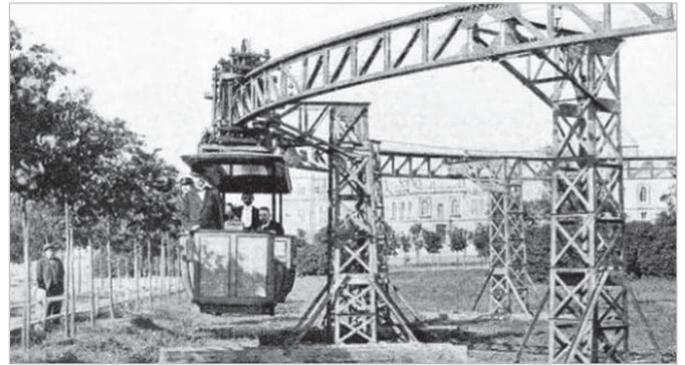


Рис. 7. Электрическая железная дорога на монорельсе конструкции Романова



Рис. 8. Иллюстрация электроомнибуса более поздней модели

ми к нашему традиционному восприятию.

А в 1900 году с участием И.В. Романова провели испытания монорельсовой дороги на электротяге в Гатчине (рис. 8).

### Подвесная монорельсовая электрифицированная дорога

Электрическая монорельсовая железная дорога Романова, разрабатывавшаяся с участием инженеров Кошкина, Фрезе и других, представляла собой следующую конструкцию. Решётчатая металлическая, проводящая электрический ток, путевая балка – главный опорный элемент дороги – была подвешена на Г-образных решётчатых опорах. На балку устанавливались две двухосные ходовые тележки, к которым на пружинных амортизаторах подвешивался типичный трамвайный вагон. Его тележка сконструирована так, что она охватывала балку с трёх сторон. На верхней площадке закреплялся электродвигатель постоянного тока с номинальным

напряжением 100 В и мощностью 6 кВт, а также ходовые и бегунковые колёсные пары. На боковых поверхностях тележки горизонтально одно над другим были установлены по два направляющих колеса. Благодаря такой конструкции тележка надёжно удерживалась на балке. За счёт выбора малого диаметра ходового колеса – 12 см – скорость тележки не превышала 15 км/ч, а вес вагона – 100 пудов (1638 кг), с грузом (балласт) – 200 пудов, высота от земли до днища вагона – 75 см. Питание электромоторов осуществлялось от контактного провода, уложенного на изоляторах вдоль путевой балки. Заземлением служила сама балка.

Линию монорельса длиной примерно 200 метров проложили на участке между Гатчинским дворцом и Балтийским вокзалом по прямой, но на концах оборудовали поворотными кольцами. Испытания начались 29 июня 1900 года и показали, что вагон двигался плавно, без рывков. Вдохновлённые успехом конструкторы в последующие два года разработали проекты моно-



Рис. 9. Скрин страницы журнала «Нива» с описанием монорельсовой электрической железной дороги Романова

рельсовой электрической дороги из столицы в Москву и далее из Москвы в Нижний Новгород. Ипполит Романов также предложил идею постройки кольцевой дороги вокруг столицы империи, однако не нашёл в инвесторах «сострадания». Через несколько лет конструкция Ипполита Владимировича была демонтирована.

Концепция разработчиков представлялась понятной: решить одну из двух вечных проблем, свойственных нашей стране, – проблему дорог, сделав городские и междугородние маршруты более доступными для преодоления. Идея при правильной её реализации и финансировании действительно могла бы привести к созданию сети скоростных дорог, что вывело бы Российскую империю вперёд в конкурентной борьбе. Многие из этого удалось реализовать только в конце XX века.

После Октябрьской революции концепция электрификации транспорта в стране относительно монорельса была ориентирована на зарубежный опыт – она реализована в трамвайном (а позже троллейбусном) движении и в электропоездах. Это разрешило задачу регулярного транспортного пассажирского сообщения между Гатчиной и Ленинградом (Санкт-Петербургом). Но это никоим образом не умаляет значения проектов ранних изобретателей.

Проект транспортной системы – подвесную дорогу на монорельсе – планировалось сделать от Петербур-

га до Москвы и – вариант – от Москвы до Нижнего Новгорода. С Гатчины должно было всё начаться. Но тут же и закончилось. Журнал «Циклист» сообщил в 1901 году: «И при такой-то плате, составляющей всего 0,4 настоящей тарифа на этой же дистанции, пассажиры будут перелетать все 609 верст в 5 часов 26 мин., из коих 1 час 40 минут пойдёт на остановки. Перспектива очень заманчивая. А при уменьшении числа остановок пробег может быть и 5, и 4 часа!» Таких скоростей перемещения наземным способом люди достигли только в конце XX века.

В заметке от 14 августа 1921 года из «Петроградской правды» под заголовком «Однорельсовая дорога» следует: «Закончены подготовительные работы по постройке однорельсовой дороги Петроград – Гатчина. Разработаны все необходимые проекты и схемы и имеются все необходимые материалы, продовольствие и рабочая сила. Постройка дороги начнётся в ближайшие дни. Дорога Петроград – Гатчина является самым крупным опытом подобного строительства». Затем в 1922 году финансирование было закрыто. Что касается проекта трамвайного движения в пригородах Гатчины от Ингербурга до Мариенбурга, то с развитием регулярного сообщения электропоездов и он был «похоронен». На рис. 9 представлен скрин газеты «Нива» за 1900 год со статьей о действующей подвесной электрической монорельсовой дороге Романова.

Как нередко случается и в наше турбулентное время, развитию электрифицированных монорельсов и электромобилей в стране помешали экономические причины и вездесущий человеческий фактор. По проекту Романова, поданному в Санкт-Петербургскую Городскую думу 19 января 1901 года, основано акционерное общество, быстро обанкротившееся из-за саботажа, организованного конкурентами, среди которых были заинтересованные общества, эксплуатировавшие «конки», и многочисленные извозпромышленники. Не получив своевременную поддержку перспективным идеям, Романов акцентировал внимание на разработках в области электротехники, а не электрообластроения. К недооценённому на родине таланту Романова с уважением относились его иностранные коллеги. В 1905 году представитель комитета Американско-Сибирской железной дороги де Лебель высказал предпочте-

ние технологии однорельсовой дороги Романова перед немецким аналогом Лангена и американским монорельсом Энуса, обосновав мнение просто: это экономично, практично и безопасно. Спустя несколько лет Романова ждала эмиграция. Инженер с царской фамилией умер в Нью-Йорке 1 января 1944 года. Ему было 79 лет.

Также есть мнение, что постройка электрифицированной монорельсовой дороги в Гатчине была начата по инициативе Петра Петровича Шиловского, изобретателя гироскопического монорельса. Система Шиловского представляла собой более удачный вариант монорельса Бреннана. Монорельсовый вагон, удерживаемый в равновесии гироскопом, движется по наземному пути, реализованному в виде одного рельса. Монорельс Бреннана не был совершенным, признан бесперспективным, а вот система стабилизации Шиловского оказалась эффективной, об этом свидетельствует постройка Шиловским в эмиграции в 1912 году в Англии двухколёсного автомобиля «Гирокар» с вполне устойчивым движением. Шиловский запатентовал в России ряд изобретений, имевших важное военное значение, в частности, гиросtabilизатор для морских орудий и авиационный гироскоп. В 1919 году ВСНХ придал «опытной дороге» общегосударственное значение. К разработке монорельса привлекались учёные-механики И.В. Мещерский, П.Ф. Папкович, Н.Е. Жуковский. Поезд должен был состоять из двух сочленённых вагонов, моторного и пассажирского, обтекаемой формы и вместимостью 50 человек, приводимые в действие двумя электродвигателями мощностью 240 л. с. Скорость движения предполагалась до 150 км/ч. Было построено 12 километров монорельсового пути (от Детского Села до Средней Рогатки), в Санкт-Петербурге заказан подвижной состав. В мае 1922 года финансирование проекта иссякло. Шиловский эмигрировал в Англию, где продолжил работу в Sperry Gyroscope Company [6].

### Перспективы

С тех пор электротранспорт в России развивался крайне медленно. По данным журнала «Автомобилист», к середине 1914 года в стране было уже восемь электрических экипажей: 4 грузовика, 1 трёхколёсный фургон и 3 легковых частных автомобиля [5]. А гужевой транспорт и вовсе пришёл в упадок:

вместо племенных заводов по «производству рысистых орловских скакунов», у которых, по мнению коллежского советника Павла Ивановича Чичикова (Н.В. Гоголь, «Мертвые души»), жеребцы в замахе должны были быть не менее 3 аршин, остались лишь немногие энтузиасты да конноспортивные клубы. При этом КСК – весьма дорогое удовольствие, лошади любят овёс, и не только. Электромобили первого поколения легко заводились, были чище, чем лошади, двигались тише в сравнении с аналогами, оснащавшимися паровыми и бензиновыми двигателями. Но первые электромобили оказались крайне дорогими в производстве и – что осо-

бенно важно – имели ограниченный запас хода. В наши дни эти проблемы решились, но возникли новые – экономические и геополитические. Лишь несколько лет назад открылась перспектива развития электротранспорта как на Северо-Западе России, так и по всей стране. Будут ли использованы эти возможности, покажет только время.

## Литература

1. В Петербурге открыта новая ЭЗС, а парк электромобилей превысил тысячу единиц // URL: <https://www.cta.ru/news/soel/2024/178287.html>.
2. Ипполит Романов – создатель первого российского электромобиля, монорель-

совой дороги, а также прототипов троллейбуса и трамвая // URL: [https://dzen.ru/a/XZWyreblmwCyWG\\_Z](https://dzen.ru/a/XZWyreblmwCyWG_Z).

3. Журнал «Нива» № 30, 1900 г.
4. Николаев В. Подвесная дорога Романова // URL: <http://www.history-gatchina.ru/article/electro.htm>.
5. Романов Ипполит Владимирович // URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2\\_%D0%98%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82\\_%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%98%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82_%D0%92%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87).
6. URL: <http://www.history-gatchina.ru/article/electro1.htm>.



## НОВОСТИ МИРА

### Новая нанокерамика поможет улучшить дисплеи смартфонов и телевизоров

Учёные УрФУ с коллегами из Индии и УрО РАН разработали нанокерамику, которая люминесцирует тремя основными цветами: красным, зелёным и синим. Новый материал крайне прочен, так как создан под высоким давлением. Как полагают учёные, характеристики новой нанокерамики – свечение, прочность и прозрачность – пригодятся для создания экранов с улучшенной яркостью и детализацией для смартфонов, телевизоров и других устройств. Подробную информацию о новой нанокерамике и её свойствах учёные опубликовали в журнале «Applied materials today». Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (№ 23-72-01024) и программы «Приоритет-2030». Экспериментальные работы проводились в рамках госзадания (ААА-А19-119031890025-9).

«Мы получили оптически прозрачную нанокерамику, которая способна люминесцировать красным, зелёным и синим цветами. Это стало возможным благодаря добавлению частиц углерода, которые выступили в качестве углеродных наноточек. В процессе синтеза углеродные компоненты становятся заключёнными между частицами керамики, что образует дефекты на их поверхности. Мы полагаем, что эти дефекты создают ряд энергетических уровней в углеродных наноточках, благодаря чему материал может светиться разными цветами в видимом спектре», – поясняет соавтор работы, доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества УрФУ Арсений Киряков.

Углеродные наноточки – это небольшие кластеры углеродных атомов, размер ко-

торых составляет несколько нанометров. Углеродные наноточки характеризуются особым типом ковалентной связи и активной поверхностью. Благодаря этому эффективность свечения углеродных наноточек может достигать 70%, что позволяет использовать их в качестве светоизлучающего вещества при создании дисплеев.

«Поскольку наша нанокерамика способна обеспечить все три базовых цвета спектра (красный, зелёный и синий), то нет необходимости использовать три светодиода по отдельности – достаточно будет разместить на светоизлучающем чипе один элемент для получения всех трёх цветов. Также благодаря тому, что синтез керамики осуществлён под высоким давлением, наночастицы расположены друг к другу очень плотно – это позволило избавиться от дефектов, добиться оптической прозрачности и повысить прочность. Такие характеристики будут полезны для производства дисплеев смартфонов и планшетов, поскольку повышенная концентрация углеродных наноточек позволит увеличить эффективность свечения, что может способствовать росту плотности пикселей в дисплее на единицу площади», – объясняет соавтор работы, доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества УрФУ Юлия Кузнецова.

«Для получения хорошего изображения особую важность имеет количество пикселей и эффективность их свечения. Дисплеи, на которых сосредоточено много пикселей, имеют более чёткую картинку, но при этом страдает яркость. Напротив, экраны с меньшим количеством пикселей имеют плохое качество картинки, но при этом хорошую яркость. Созданная нами керамика отличается от традиционных лю-

минофоров типом центров свечения. Это позволяет увеличить количество пикселей на экране, сохранив при этом уровень яркости», – объясняет Юлия Кузнецова.

В качестве материала для создания нанокерамики учёные использовали алюмомагниевою шпинель – материал, имеющий кубическую структуру кристаллической решётки. Благодаря этому свет, проходящий сквозь материал, не преломляется и не рассеивается. Синтез керамики был осуществлён методом термобарического сжатия – с помощью процесса, при котором материал подвергается колоссальному давлению при относительно низкой температуре.

«Термобарическое сжатие – это процесс подведения высокого давления, порядка нескольких гигапаскалей, – такое давление реализуется в земной коре на глубине 50–60 километров. Высокое давление позволяет нам снизить температуру синтеза до значений 500–600°C – это в два раза ниже, чем у аналогичных методов для синтеза нанокерамики, таких как одноосное горячее прессование либо искроплазменное спекание. Данное сочетание давления и температуры позволяет избавиться от различных макродефектов, таких как трещины, поры, крупные кристаллиты, поскольку наночастицы в процессе синтеза претерпевают своего рода пластическую деформацию за счёт того, что начинают смещаться относительно друг друга, проворачиваться и заполнять все возможные пустоты», – рассказывает Арсений Киряков.

Отметим, в исследовании принимали участие сотрудники Университета Савита (Индия), Факультета физики инженерного колледжа Тиаграджар (Индия) и Института химии твёрдого тела УрО РАН.

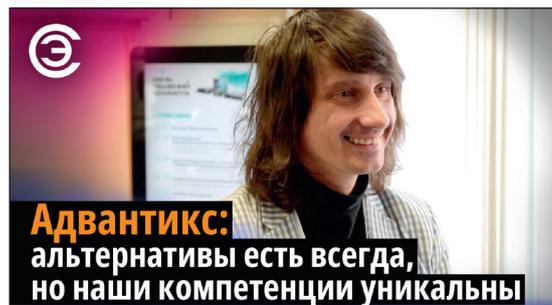
[urfu.ru](http://urfu.ru)



Смотрите на канале СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА



Интервью с Михаилом Шигориным,  
ведущим специалистом «Базальт СПО»



Интервью с Алексеем Аввакумовым,  
начальником отдела промышленных компьютеров ADVANTIX



Интервью с Владимиром Щербаковым,  
АО МНПК «Авионика»



Интервью с Иваном Покровским,  
исполнительным директором Ассоциации  
российских разработчиков и производителей  
электроники АРПЭ

