

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАТЕНТНО-ЛИЦЕНЗИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В СФЕРЕ
МЕДИЦИНСКИХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ.**

**CURRENT STATE OF PATENT LICENSED ACTIVITY OF THE
ORGANIZATIONS OF THE MOSCOW REGION IN THE SPHERE OF MEDICAL
NANOTECHNOLOGIES.**

Мохначева Ю. В., Митрошин И.А., Бескаравайная Е.В.

Центральная Библиотека Пушкино (БЕН РАН)

elenabesk@gmail.com

Изложены результаты анализа патентов по медицине, как части комплексного исследования состояния патентно-лицензионной деятельности организаций Московской области в сфере нанотехнологий.

Ключевые слова: патенты, нанотехнология, патентно - лицензионная деятельность

The results of the analysis of patents on medicine, as a part of complex exploration of a state of patent licensing activity in the organizations of Moscow region in a sphere of nanotechnologies are reported.

Key words: *patents, nanotechnology, patent-licensing activity*

Нанотехнология и наноинженерия являются многообещающими направлениями в развитии российской и зарубежной науки, ориентированными на практические результаты. Перспективы применения наноматериалов ведет к настоящему прорыву во многих сферах нашей жизни: электротехника, авиация, космос, атомная промышленность, приборостроение, станкостроение, связь. Уже сегодня вышли за стены лабораторий и КБ: высокопрочная сталь (URL: <http://auto.vesti.ru/doc.html?id=358032&cid=22>), превосходящая современные аналоги по прочности и вязкости; фасадные водонепроницаемые краски (URL: http://ligamasterov.com/note/40/Nano_kraski_%96_novye_rezultaty_raboty_s_privychnymi_materialami/); самоочищающиеся стекла (URL: <http://www.ofdom.ru/articles.php?id=33>); дорожные покрытия (URL: <http://www.rusnano.com/projects/portfolio/unikom>); антибактериальные маски (URL: <http://rustm.net/catalog/article/2137.html>); а по мере развития спинтроники, появились полупроводники, которые одновременно могут быть магнитами, полупроводниками и оптическими средами (URL:

magnonika-v-odnom-flakonike). С развитием клеточных технологий и методов диагностики болезней нанореволюция входит в сферу медицины. Пусть нанороботы пока проживают лишь в мире фантазии, однако уже сегодня существует ряд технологий для медицинской отрасли, в которой приставка «нано-» заняла своё место: адресная доставка лекарств к больным клеткам, диагностика заболеваний с помощью квантовых точек, создание наноразмерных лекарственных веществ; разработка систем для диагностики *in vivo* или *in vitro*; новые методы терапии; новые биоматериалы (в том числе для имплантатов), лаборатории на чипе, бактерицидные средства и многое другое.

Еще в 2005 году исследовательской группы из Японии была представлена разработка методов хирургии на живых клетках с использованием атомной микроскопии. Для исследования клеток использовались наноиглы длиной 6–8 мкм и диаметром 200–300 нм. **Такие нано иглы**, проникая через клеточную или ядерную мембрану, могут быть введены непосредственно в ядро клетки. [Obataya I. et al. Mechanical sensing of the penetration of various nanoneedles into a living cell using atomic force microscopy.// Biosens. Bioelectron. 2005. V. 20. P. 1652., X.Chen et al. A cell nanoinjector based on carbon nanotubes.// Proc. Natl. Acad. Sci. USA 104, 8218 (2007).].

Загруженный противораковым препаратом модуль адресной доставки, названный наногубкой, по результатам работы ученых из Университета Вандербильта, задерживает рост раковой опухоли в 3-5 раз эффективнее, чем обычные инъекции [Passarella RJ, Spratt DE, van der Ende AE, Phillips JG, Wu H, Sathiyakumar V, Zhou L, Hallahan DE, Harth E, Diaz R. Targeted nanoparticles that deliver a sustained, specific release of Paclitaxel to irradiated tumors.].

Значительный интерес для будущего медицины представляет диагностика заболеваний на молекулярном уровне с помощью конструкций, способных самостоятельно работать в биосистеме. Одним из направлений развития этой области стали работы, описывающие поведение **магнитных наночастиц**: при введении в организм такой суспензии, частицы захватываются макрофагами и направляются в места протекания воспалительного процесса, где могут быть обнаружены с помощью магнитного томографа. В настоящее время применение в биомедицине получили частицы наноразмерного оксида железа, что обусловлено их низкой токсичностью и стабильностью магнитных характеристик [Catherine C Berry Progress in functionalization of magnetic nanoparticles for applications in biomedicine// J. Phys. D: Appl. Phys. 2009. 42 224003. doi:10.1088/0022-3727/42/22/224003].

Доцент Университета Брауна Эрик Тейлор создал наночастицу, которая проникает через защитную пленку колонии и уничтожает бактерии эпидермального стафилококка. Результаты лабораторных тестов показали, что в течение 48 часов после введения в тело

большого 10 микрограммов наноагента погибает до 28% бактерий. Повторение этой операции трижды в течение шести дней привело к полной гибели болезнетворной колонии [Kummer, KM; Taylor, EN; Durmas, NG; Tarquinio, KM; Ercan, B; Webster, TJ. Effects of different sterilization techniques and varying anodized TiO₂ nanotube dimensions on bacteria growth// Journal of biomedical materials research part b-applied biomaterials. 2013. 101B. 5. P. 677-688. DOI: 10.1002/jbm.b.32870].

Разработанный учеными из американской Национальной лаборатории Сандия (научная группа Пола Гурли) метод использования нанолазера для диагностики рака на самых ранних стадиях заболевания, за счет различия оптических характеристик злокачественных и нормальных клеток [Gourley, PL; Hendricks, JK; McDonald, AE; et al. Ultrafast nanolaser flow device for detecting cancer in single cells .//Biomedical Microdevices . 2005. 7 (4) Pages: 331-339 doi:10.1007/s10544-005-6075-x] .

В настоящее время сотрудниками Центральной библиотеки (отдел БЕН РАН) при поддержке гранта **РГНФ № 12-03-00025а** ведется большая работа по изучению современного состояния научной [Мохначева Ю. В., Митрошин И.А. Нанонаука и нанотехнологии в московской области: библиометрический анализ документально-информационного потока по базе данных «Web of Science» (Thomson Reuters) // Информационные ресурсы России. - 2014. - № 12.- в печати] и патентно-лицензионной деятельности организаций Московской области в сфере нанотехнологий. Работа проводится с использованием российских и зарубежных патентных баз данных (ФИПС, ESP@conet, USPTO, WIPO JPO), а так же библиометрических баз данных - Web of Science, Scopus и др. В данной статье нами представлен анализ патентов организаций Московской области за период 2004-2013 в сфере медицины, попавших в категорию «нанопатенты».

С 2004 года на территории Московской области (не включая Москву) было зарегистрировано 397 изобретения в сфере нанотехнологий, из которых 28 патентов и 5 заявок попадают, согласно Международной классификации, в раздел А61 – «Медицина и ветеринария; гигиена». Весь массив патентов по медицине делится на три категории: патент на медицинскую **процедуру**, патент на лекарства или **устройства** медицинского назначения, патент на **технологию**. Этот третий тип патентов, защищающий *способ* выделения компонентов или создания устройств имеет инновационное значение, так как именно он изучает новые биологически активные молекулы и лечебные технологии, в противовес другим, использующим уже готовые методики. В нашем анализе 41% всех патентов защищают именно технологию изготовления какого-либо нанопродукта. В целом, с учетом нескольких вариантов авторской тематической классификации для

каждого патента, все изобретения Московской области распределились следующим образом:

тематическая область патентов по медицине	патенты
Лекарственные препараты, содержащие органические активные ингредиенты	11
Химические аспекты или использование материалов для повязок, биндажей, перевязочных средств или впитывающих прокладок	6
Лекарственные препараты, отличающиеся используемыми неактивными ингредиентами, например носителями, инертными добавками	6
Медицинские препараты, характеризуемые специальными физическими формами	6
Приборы и инструменты для медицинского обследования внутренних полостей или трубчатых органов тела путем визуального осмотра или осмотра с применением фотографических средств, например эндоскопы	5
Противоопухолевые средства	4
Дезинфекция, стерилизация или дезодорация воздуха	3
Материалы для протезов или для покрытий протезов	3
Лучевая терапия	3
Лекарственные препараты, содержащие неорганические активные ингредиенты	3
Фильтры, имплантируемые в кровеносные сосуды; протезы, т.е. искусственные части тела; приспособления для прикрепления их к телу; устройства, обеспечивающие доступ или предотвращающие сжатие трубчатых структур тела	3
Ультразвуковая терапия	2
Магнитотерапия	2
Способы и устройства для стерилизации материалов и предметов вообще; дезинфекция, стерилизация или дезодорация воздуха;	2
Косметические или подобные туалетные средства (емкости или приспособления для хранения или подачи твердых или пастообразных туалетных или косметических веществ	2
Устройства для введения или удержания различных питательных сред, например лекарств, в полостях тела	2
Лекарственные препараты, содержащие энзимы; проэнзимы; их производные	1
Диагностика; хирургия; опознание личности	1
Средства для ухода за зубами, полостью рта или зубными протезами, например зубные порошки или зубные пасты; средства для полоскания рта	1
Зубоврачебные вспомогательные приборы и приспособления	1
Противоинфекционные средства, т.е. антибиотики, антисептики, химиотерапевтические средства	1
Лекарственные средства для специфических целей	1
Лекарства и медикаменты для терапевтических, стоматологических или гигиенических целей	1
устройства для измерения или испытания при работе с ферментами или микроорганизмами	1
Устройства для массажа полостей тела	1
Приборы и инструменты для медицинского обследования внутренних полостей или трубчатых органов тела путем визуального осмотра или осмотра с применением фотографических средств	1
Хирургические инструменты, устройства или способы, например турникеты	1
Лекарственные средства для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата, костных тканей	1
Измерение для диагностических целей (радиодиагностика б/00; диагностика с помощью ультразвуковых, инфразвуковых и звуковых волн	1
Материалы для прочих хирургических изделий	1
Хирургические инструменты, устройства или способы для переноса немеханических форм энергии на или из тела человека	1
Лекарственные средства для лечения нарушений состояния крови или внеклеточной жидкости	1
Электропроводящие препараты для использования в терапии или для исследования на живом организме	1
Перевозка, индивидуальные средства передвижения или приспособления для ухода	1
Пневматический или гидравлический массаж	1

Остановимся более подробно на некоторых из них. Изобретатель из г. Юбилейный представил сразу несколько вариантов устройств, относящихся к классу люминесцентных

эндоскопов и дающих возможность диагностировать онкопатологии мочеполовой системы, пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки, визуально контролировать исследования труднодоступных мест в гинекологии и стоматологии (RU 87337, RU 115634, RU 2365327, RU 2370202). Устройство содержит эзофагогастроуденоскоп, оптические волокна с нанопокрывтием, источники излучения, спектрометр, персональную ЭВМ, сопряженную с ней цветную видеокамеру, а также имитатор патологии и имитатор нормы. Такая конструкция позволяет расширить функциональные возможности проникновения и фиксации цветных видеоизображений.

Известно, что циркулирующие в атмосфере УМЧ (ультра мелкие частицы) играют немаловажную роль в провокации воспалительного процесса у пациентов, страдающих бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью легких. Было показано, что обострение хронических воспалительных заболеваний коррелирует с уровнем загрязнения УМЧ окружающей среды [1]. Наибольшее беспокойство вызывают ультра мелкие частицы размером менее 0,1 микрона, которые могут адсорбировать опасные вещества за счет большого числа свободных атомов на поверхности [Incineration and human health. State of Knowledge of the Impacts of Waste Incinerators on Human Health.", Michelle Allsopp, Pat Costner and Paul Johnston, Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, UK, 2000. <http://www.greenpeace.org/norway/Global/norway/p2/other/report/2001/incineration-and-human-health.pdf>]. В связи с этим особое внимание уделяется разработке технологии по борьбе с загрязнением воздуха посредством улучшения санитарно-гигиенических условий помещений. Авторский коллектив НЦ Черноголовки РАН, ИПХФ РАН и ООО «ТИОКРАФТ» предложили несколько конструкций устройства (RU 98134, RU104460, RU 2499610) с фотокаталитическим фильтром, предназначенным для высокоэффективной очистки воздуха помещений от пыли, всех видов аэрозолей, токсичных молекулярных органических соединений, бактерий, вирусов, спор, аллергенов и других подобных агентов. Конструкция фотокаталитического элемента в виде спеченных стеклянных шариков диаметром 0,8-1,5 мм, и покрытых диоксидом титана с наноразмерными частицами не только эффективно очищают от загрязнителей, но и повышает ресурс непрерывной работы фильтра в несколько раз.

Одним из направлений изобретательской деятельности в сфере медицины является поиск наилучших материалов для сенсоров и оптимизация конструкций рабочего электрода с точки зрения размеров, селективности, чувствительность и периода работы при имплантации. Микросенсор для определения концентрации дофамина при долговременных имплантациях в головной мозг млекопитающих разработали сотрудники ООО "Центр перспективных технологий" из города Королев (RU132982). С помощью

методики *in vivo* вольтамперометрии, где, в качестве чувствительного элемента применяются углеродные нанотрубки, ученые предлагают исследовать нейрохимические процессы в мозге млекопитающих. Предполагается, что полезная модель, основанная на измерении динамики высвобождения внеклеточного дофамина в режиме реального времени станет незаменимым инструментом для доклинического испытания новых фармакологических средств.

Применение биочипов сегодня осуществляется в различных областях диагностики, включая медицину, пищевую промышленность, контроль состояния окружающей среды. Самую маленькую, на сегодняшний день, систему ядерной магнитно-резонансной спектроскопии (*nuclear magnetic resonance spectroscopy*) разработали инженеры из Гарвардского университета, изготовив чипы размером 2 на 2 миллиметра. Изобретение может стать основой сверхкомпактного устройства, способного определить наличие бактерий определенного типа или клеток раковой опухоли в испытуемых образцах, послужить средством контроля качества на химических и фармацевтических производственных линиях [Environ Health Perspect. Apr 2005; 113(4): 499–503. doi: 10.1289/ehp.7511]. Свое изобретение в области биочипов для медицинской, ветеринарной, пищевой диагностики, криминалистики и контроля окружающей среды представили авторы ЗАО "Молекулярно-медицинские технологии" (Пушино). За счет разработки многослойной конструкции, метод позволяет параллельно обрабатывать множество биочипов, одновременно повышая качество анализа, снижая сроки и трудоемкость выполнения операций, защищая рабочую поверхность при транспортировке и хранении (RU 2424322).

В целом, патенты в категории «наномедицина» по Московской области распределились следующим образом (рис. 1): с большим опережением в ней лидируют города Юбилейный, Черноголовка и Пушино. Интересно, что именно в этих городах патенты, как правило, принадлежат институтам РАН и производствам на их научной базе, в отличие от других населенных пунктов с преобладанием патентов от частных лиц.

Рис. 1. Распределение патентов в категории «наномедицина» по городам Московской области

В последнее время в медицине широкое применение получают композиционные материалы, которые сочетают в себе свойства металлов, полимеров и керамики. Расширяется с каждым днем область применения углеродных наноматериалов, например, - использование углеродных нанотрубок для устранения различных дефектов костей, в том числе связанных с удалением опухолей, травмами, патологией развития. Шаг вперед в

этой отрасли сделали томские ученые из лаборатории физики керамических наноструктурных материалов. Полученные ими кости из керамики ([URL: http://newsland.com/news/detail/id/1224614/](http://newsland.com/news/detail/id/1224614/)), является таким же оксидным соединением, как и настоящая кость; они легче приживаются, меньше весят и не окисляются, как металлические протезы. Результаты исследований на животных доказали преимущества нового материала: протез полностью приживается, за месяц обрастает костной тканью, полностью идентичны снаружи. Дальнейший прогресс в этой области связан с развитием технологий получения новых материалов для имплантатов и стоматологии. Коллектив изобретателей из г. Москвы, а также из городов Черноголовки и Пущино (Московская область) представили способ получения новых пористых биомедицинских материалов на основе сплава титан-кобальт, которые могут быть использованы для изготовления костных имплантатов, позволяющих адгезию и миграцию мезенхимальных стволовых клеток. Техническим результатом данного изобретения является упрощение способа получения материала, повышение биологической совместимости с живыми тканями, стойкости при высоких механических нагрузках (RU2341293).

На наш взгляд уместно упомянуть, что авторы и патентообладатели трети всех патентов (13) - частные лица, за ними по количеству изобретений идут институты РАН - 11 патентов, затем ООО – 5 патентов; заводы и производственные комплексы – 4 патента; ЗАО - 2 патента.

Заслуживает внимания технология лечения остеохондроза позвоночника с помощью пункционного доступа в межпозвонковый диск, ученых из Института проблем лазерных и информационных технологий РАН (Троицк). При введении геля с порошком полимеров и наночастицами углерода, в межпозвонковых дисках под воздействием электромагнитного излучения происходит формирование твердой трехмерной структуры (RU 2438623). Подобное вмешательство является малоинвазивным, повышает эффективность восстановления диска, уменьшает время достижения механической прочности.

Немаловажное место в развитии модификации традиционных лекарственных форм занимает разработка модулей для адресной доставки лекарственных и биологически активных веществ. На начальном этапе для целевого транспорта использовались микрокапсулы и микросферы. Современные технологии позволяют продвинуться чуть дальше и включить в работу пассивные коллоидные носители: липосомы, нанокапсулы, а в дальнейшем, - векторы с моноклональными антителами. Сотрудники ОАО "АКРИХИН" (Старая Купавна) для липосомального введения в организм человека биологически активных или лекарственных веществ предложили использовать композицию,

позволяющую регулировать скорость проникновения активного вещества через кожу посредством влияния на гибкость мембраны наносомы, дозируя, таким образом, активные компоненты и ограничивая их верхний предел (RU 2469706). Структура предложенных наносом допускает инкапсулировать вещества с различной химической структурой и физическими свойствами, - липофильных и гидрофильных одновременно, а также учитывать их фармацевтическую совместимость.

Адресная доставка лекарств к больным клеткам намного повышает возможности лечения заболеваний с использованием сильнодействующих препаратов, имеющих побочные действия. Особенно важен такой контакт при лучевой терапии и химиотерапии, когда лечение, уничтожая больные клетки, оказывает губительное воздействие на здоровые. Решение этой проблемы подразумевает создание некоторого "транспорта" для лекарств, варианты которого уже предложены целым рядом институтов и научных организаций. Ученые медицинской школы Гарварда и Массачусетского технологического института, занимающиеся изучением адресной доставки лекарств, создали комбинированный препарат, ограничивающий рост опухолей. Наночастицы, закрепляясь на стенках артерий, и, блокируя ангиогенез в опухолевых тканях, препятствуют росту солидных опухолей. Несмотря на то, что исследование было сосредоточено исключительно на онкологических заболеваниях, по мнению авторов, двойное действующее вещество может оказаться полезным и при других патологиях [Guodong Zhang, Dipak Panigrahy, Sung Hee Hwang, Jun Yang, Lisa M. Mahakian, Hiromi I. Wettersten, Jun-Yan Liu, Yanru Wang, Elizabeth S. Ingham, Sarah Tam, Mark W. Kieran, Robert H. Weiss, Katherine W. Ferrara, and Bruce D. Hammock. Dual inhibition of cyclooxygenase-2 and soluble epoxide hydrolase synergistically suppresses primary tumor growth and metastasis. PNAS, 2014 DOI: 10.1073/pnas.1410432111]. В качестве примеров российских патентов по адресной доставке лекарств, следует привести два изобретения из г. Пущино. Первое из них относится к созданию модуля из малых частиц, содержащих смесь кофеина, гетероциклического антибиотика, олигонуклеотида и пурина в соотношениях, близких к эквимолярным с образованием одиночных наноконплексов – фармакосом (RU2372073). Фармакосомные наночастицы состоят из природных веществ, - не чуждых организму человека, - они не слипаются друг с другом и не налипают на стенки кровеносных сосудов и капилляров, что позволяет повысить эффективность действия, а также избежать риска закупорки капилляров. Другое изобретение относится к области биохимии и представляет собой способ создания медицинских препаратов, характеризуемых специальными физическими формами. Ученые Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН изобрели нанокапсулы, обеспечивающие сохранение функциональных свойств белка в процессе его

инкапсулирования, путем контроля адсорбции желаемого количества слоев полиэлектролитов с поверхности капсулы (RU 2369386). В эту же категорию входит разработка авторами из подмосковной деревни Федюково устройства для лечения предстательной железы, которое способно как доставлять лекарства непосредственно в зону предстательной железы, так и регламентировать поступление лекарства по времени (RU 2385705).

Патенты на лекарства и медикаменты для терапевтических, стоматологических или гигиенических целей занимают около трети всех изобретений Московской области в сфере медицинских нанотехнологий (8 патентов и 1 заявка на изобретение). В их число входят: ортопедическая подушка (RU 134790) от ФГУП "Реутовский экспериментальный завод средств протезирования"; спасательное покрывало (RU 53906) от ОАО "ЭТАЛОН" – город Ногинск. Конструкторами из г. Зеленограда предложен наноконтейнер для хранения микроскопических доз различных веществ с последующим их пролонгированным освобождением в окружающую устройство текучую среду (RU 71543). Технологию получения неорганических материалов, используемых в качестве составляющей зубных паст и порошков на основе водной суспензии наноразмерного материала, по химическому составу близкому к составу зубной эмали и полностью биосовместим с тканями человеческого организма, запатентовали изобретатели из пос. Видное (RU 2465886). Авторы из г. Юбилейный предложили способ стимуляции и регенерации нервных тканей на основе использования биосовместимых нанокластеров, наносимых на травмированные участки. Метод заключается в передаче возбуждающих сигналов от ЦНС и в ЦНС посредством искусственно создаваемых цепей кремниевых нанокластеров и осуществляется по принципу волны деполяризации, то есть по тому же принципу, который заложен природой для естественной передачи электрического возбуждения по нервным волокнам (RU 2375080).

Еще одна область медицины, крайне нуждающаяся в новых технологиях – это хирургия, в частности, - создание нового перевязочного и шовного материалов. Проведя поиск по патентной базе ФИПС, мы установили, что по запросу «перевязочный материал или средство» из 71 российского патента к области медицинских нанотехнологий относятся лишь 6. Очень интересна разработка специалистов Института физики прочности и материаловедения СО РАН, создавших новый перевязочный материал для заживления ран [Нетканый материал медицинского назначения, обладающий ранозаживляющей, антибактериальной и противовирусной активностью, и перевязочное средство на его основе Дыгай А.М., Лернер М.И., Новицкий В.В., Огородова Л.М., Псахье С.Г., Чурин А.А. патент на изобретение RUS 2397781 06.04.2009.], имеющий на

поверхности отрицательный заряд и разрушающий положительно заряженные клетки микробов. Что касается патентов Московской области, то стоит отметить два изобретения в этой сфере: первое - повязка из углеродной ткани (RU 2494763) авторов из г. Химки, с таким оптимальным размером и формой микропор, при котором происходит «прокачивание» жидкости, выделяемой из раны и очистка ее поверхности. Второй патент выдан изобретателям из г. Лобня за хирургический шовный материал (RU 2497461), имеющий противомикробные свойства за счет напыления слоя серебра.

Очень часто авторами патентов по медицине становятся изобретатели, врачи, ученые - люди, как правило, далекие от бизнеса. Кроме того, от получения патента до внедрения может пройти довольно много времени, особенно если изобретение связано с медицинской практикой, включающей множество тестов и клинических испытаний и требующих финансирования на каждом этапе. Вот и с патентами Московской области происходит та же ситуация: из 28 патентов, зарегистрированных за последние 10 лет в сфере медицинских нанотехнологий, за неуплату пошлины прекратили действие 4 патента, еще 4 могут прекратить действие в ближайшее время. На сегодняшний день нам известно лишь 3 из всех рассмотренных патентов, у которых закончился срок действия, но они были продлены заново.

Нельзя обойти вниманием применение в медицинской практике производных фуллеренов. Еще в 1993 г. сотрудники департамента фармакологической химии из Сан-Франциско синтезировали растворимое в воде производное фуллерена, блокирующее активный центр ВИЧ-протеазы, без которого невозможно образование новой вирусной частицы [Simon H. Friedman et al. Inhibition of the HIV-1 protease by fullerene derivatives: model building studies and experimental verification // J. Am. Chem. Soc.. — 1993. — Т. 115. — № 15. — С. 6506–6509. — DOI:10.1021/ja00068a005]. Адам Дикер из американского университета Томаса Джеферсона полагает, что фуллерены снижают негативное действие на организм и защищают ткани от побочных эффектов воздействия радиации и химиотерапии []. Свою лепту в развитие идеи применения фуллеренов внесли изобретатели Московской области: с одной стороны, представлен метод синтеза растворимых в воде органических производных фуллерена для медицинских целей (RU 2477267), с другой – применение в качестве противомикробных препаратов (RU 2011135929).

Оставшиеся патенты скорее подпадают под категорию «биотехнология» и включают: способы обработки клеток, позволяющих эффективно увеличивать проницаемость мембран первичных гепатоцитов для низкомолекулярных соединений (RU 2504389 – Пушкино, ИБФМ РАН); методы получения химических веществ с возможностью применения их в медицине и фармакологии (RU 2365587 – Троицк, ЗАО

"Фарм-Синтез"; RU 2428981- Королев, частное лицо); культивирование клеток на подложках-носителях различного происхождения (RU 2011126800 – Шатура, ИПЛИТ РАН).

В действительности, мы все понимаем, что наномедицины, как отрасли, пока еще не существует, а существует медицина, применяющая приборы и технологии в наноразмерных масштабах. Так, например, израильская компания Beta-O2 представила биоискусственную поджелудочную железу βAir, которая дошла до стадии клинических испытаний благодаря полученному гранту от Ювенального фонда исследования диабета JDRF (URL: <http://www.gizmonews.ru/2014/09/12/bioiskusstvennaya-podzheludochnaya-zheleza-mozhet-pomoch-vylechit-diabet-1-go-tipa/>). Первые клинические результаты регрессии опухолей рака простаты представили сотрудники лаборатории химической инженерии Массачусетского технологического института [J. Hrkach, D. Von Hoff, M. M. Ali, E. Andrianova, J. Auer, T. Campbell, D. De Witt, M. Figa, M. Figueiredo, A. Horhota, S. Low, K. McDonnell, E. Peeke, B. Retnarajan, A. Sabnis, E. Schnipper, J. J. Song, Y. H. Song, J. Summa, D. Tompsett, G. Troiano, T. Van Geen Hoven, J. Wright, P. LoRusso, P. W. Kantoff, N. H. Bander, C. Sweeney, O. C. Farokhzad, R. Langer, S. Zale, Preclinical Development and Clinical Translation of a PSMA-Targeted Docetaxel Nanoparticle with a Differentiated Pharmacological Profile. *Sci. Transl. Med.* 4, 128ra39 (2012).]. Медики из Peking University Third Hospital провели клинические испытания напечатанных на 3D-принтере и имплантированных в человеческое тело ортопедических протезов – искусственных позвонков (URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2014/kitaiskim-patsientam-implantirovali-pervye-v-mire-3d-pechatnye-pozvonki>).

Причин тому, что бóльшая часть отечественных идей и технологий так и остается на бумаге - множество. Наиболее часто встречающийся фактор, из-за которого интересные разработки остаются пылиться на полках - отсутствие взаимодействия между изобретателями и инвесторами. С одной стороны, гораздо легче купить иностранные технологии и производственные линии, чем довести до внедрения отечественные разработки, пройдя все циклы тестирования совместимости и безопасности медицинских устройств. Не будем забывать, что речь идет о взаимодействии человеческого организма с наночастицами, которые могут быть токсичными и свободно проходить через различные барьеры организма [Nanotechnologies and Ethics: Policy and Directions of Activity / JuNESKO. Parizh, 2008. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001521/152146r.pdf>]. С другой стороны, отсутствие «деловой грамотности» наших изобретателей приводит к тому, что авторы патентов даже не пытаются заинтересовать инвесторов в своих разработках. Кроме того, нельзя не учитывать тот факт, что инновации в наносфере, а тем более в наномедицине, подразумевает спрос со стороны высокотехнологичного производства, которое в России

находится пока ещё на низком уровне. В заключение хочется представить несколько российских разработок в области медицинских нанотехнологий, находящихся в процессе, или уже закончивших клинические испытания. Так, например, научный руководитель кафедры внутренних болезней и НИЦ регенеративной медицины Уральской государственной медицинской академии Александр Харламов представил итог испытания метода уничтожения атеросклеротических бляшек, сочетающего нанотехнологии и стволовые клетки, в результате чего наблюдалось сокращение объема бляшек, признаки роста новых кровеносных сосудов и восстановления функций артерий. Исследование финансируется частными инвесторами и Научно-исследовательским центром регенеративной медицины и, на сегодняшний день, закончено испытание на животных [URL: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-07/aha-npa071210.php].

Академик Шляхто Е.В. на II Международном Интернет Конгрессе специалистов по внутренним болезням (Трансляционная медицина: от науки к практике. Стенограмма II Международного Интернет Конгресса специалистов по внутренним болезням, часть 2, URL: http://www.internist.ru/articles/cardiology/cardiology_799.html) рассказал о наблюдении больных с сердечной недостаточностью, которым с помощью системы NOGA были введены в периферическую зону костномозговые клетки.

Технологию, основанную на анализе молекулы ДНК, для диагностики рака на сверхранней стадии представила компания «ЭпиДжин» (наноцентр «СИГМА.Новосибирск»). В 2013–2014 годах ГНЦ ВБ «Вектор» успешно опробовал метод на образцах крови больных и доноров. Для окончательной отработки технологии и регистрации диагностического набора требуется ещё 3 года [URL: http://strf.ru/material.aspx?CatalogId=222&d_no=85676#.VGSMx8mnc88].

На Международном форуме "Открытые инновации", прошедшем с 16 по 18 октября 2014 г. в г. Москве, был представлен первый отечественный 3D-биопринтер под названием FABION (URL: http://www.nanometer.ru/2014/10/27/3d_bioprinting_solutions_416081.html), создатели, которого заявили, что напечатают первую щитовидную железу, пригодную для трансплантации, в 2015 году...

Литература:

1. Obataya I. et al. Mechanical sensing of the penetration of various nanoneedles into a living cell using atomic force microscopy. // Biosens. Bioelectron. 2005. V. 20. P. 1652.
2. X.Chen et al. A cell nanoinjector based on carbon nanotubes. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA **104**, 8218 (2007).

3. Passarella RJ, Spratt DE, van der Ende AE, Phillips JG, Wu H, Sathiyakumar V, Zhou L, Hallahan DE, Harth E, Diaz R. Targeted nanoparticles that deliver a sustained, specific release of Paclitaxel to irradiated tumors. //Cancer Res. 2010 Jun 1;70(11):4550-9. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-10-0339. Epub 2010 May 18.
4. Catherine C Berry Progress in functionalization of magnetic nanoparticles for applications in biomedicine// *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2009. **42** 224003. doi:10.1088/0022-3727/42/22/224003
5. Kummer, KM; Taylor, EN; Durmas, NG; Tarquinio, KM; Ercan, B; Webster, TJ. Effects of different sterilization techniques and varying anodized TiO₂ nanotube dimensions on bacteria growth// *Journal of biomedical materials research part b-applied biomaterials*. 2013. 101B. 5. P. 677-688. DOI: 10.1002/jbm.b.32870
6. Gourley, PL; Hendricks, JK; McDonald, AE; et al. Ultrafast nanolaser flow device for detecting cancer in single cells. //Biomedical Microdevices . 2005. 7 (4) Pages: 331-339 doi:10.1007/s10544-005-6075-x).
7. Henry Jr. Gong, William S. Linn, Kenneth W. Clark, Karen R. Anderson, Michael D. Geller. Respiratory Responses to Exposures With Fine Particulates and Nitrogen Dioxide in the Elderly With and Without COPD// *Inhalation Toxicology*, 2005, Vol. 17, No. 3 : Pages 123-132/ doi: 10.1080/08958370590904481
8. Jane Q. Koenig, Therese F. Mar, L.-Jane S. Liu. Pulmonary Effects of Indoor- and Outdoor-Generated Particles in Children with Asthma // *Environ Health Perspect*. Apr 2005; 113(4): 499–503. doi: 10.1289/ehp.7511
9. Dongwan Haa, Jeffrey Paulsenb, Nan Sunc, Yi-Qiao Songb, and Donhee Ham Scalable NMR spectroscopy with semiconductor chips//*PNAS*. 2014. 111(33): 11955–11960, doi: 10.1073/pnas.1402015111.
10. Guodong Zhang, Dipak Panigrahy, Sung Hee Hwang, Jun Yang, Lisa M. Mahakian, Hiromi I. Wettersten, Jun-Yan Liu, Yanru Wang, Elizabeth S. Ingham, Sarah Tam, Mark W. Kieran, Robert H. Weiss, Katherine W. Ferrara, and Bruce D. Hammock. Dual inhibition of cyclooxygenase-2 and soluble epoxide hydrolase synergistically suppresses primary tumor growth and metastasis. *PNAS*, 2014 DOI: 10.1073/pnas.1410432111
11. Нетканый материал медицинского назначения, обладающий ранозаживляющей, антибактериальной и противовирусной активностью, и перевязочное средство на его основе Дыгай А.М., Лернер М.И., Новицкий В.В., Огородова Л.М., Псахье С.Г., Чурин А.А. патент на изобретение RUS 2397781 06.04.2009.

12. Daroczi, B; Kari, G; Mcaleer, Mf; Wolf, Jc; Rodeck, U; Dicker, Ap In vivo radioprotection by the fullerene nanoparticle DF-1 as assessed in a zebrafish model. *Clin Cancer Res* 2006;12:7086-7091.
13. Incineration and human health. State of Knowledge of the Impacts of Waste Incinerators on Human Health.”, Michelle Allsopp, Pat Costner and Paul Johnston, Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter, UK, 2000.
<http://www.greenpeace.org/norway/Global/norway/p2/other/report/2001/incineration-and-human-health.pdf>
14. *Simon H. Friedman et al.* Inhibition of the HIV-1 protease by fullerene derivatives: model building studies and experimental verification // *J. Am. Chem. Soc.* — 1993. — Т. 115. — № 15. — С. 6506–6509. — DOI:[10.1021/ja00068a005](https://doi.org/10.1021/ja00068a005)
15. J. Hrkach, D. Von Hoff, M. M. Ali, E. Andrianova, J. Auer, T. Campbell, D. De Witt, M. Figa, M. Figueiredo, A. Horhota, S. Low, K. McDonnell, E. Peeke, B. Retnarajan, A. Sabnis, E. Schnipper, J. J. Song, Y. H. Song, J. Summa, D. Tompsett, G. Troiano, T. Van Geen Hoven, J. Wright, P. LoRusso, P. W. Kantoff, N. H. Bander, C. Sweeney, O. C. Farokhzad, R. Langer, S. Zale, Preclinical Development and Clinical Translation of a PSMA-Targeted Docetaxel Nanoparticle with a Differentiated Pharmacological Profile. *Sci. Transl. Med.* 4, 128ra39 (2012).
16. Nanotechnologies and Ethics: Policy and Directions of Activity / JuNESKO. Parizh, 2008. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001521/152146r.pdf>.
17. Мохначева Ю. В., Митрошин И.А. Нанонаука и нанотехнологии в московской области: библиометрический анализ документально-информационного потока по базе данных «Web of Science» (Thomson Reuters) // Информационные ресурсы России. - 2014. - № 12.- в печати