

приуроченной к форуму. Были выработаны возможные меры поддержки, выявлены запросы отрасли. Общая резолюция по острым вопросам будет ценным документом, ключевым образом поддерживающим вопросы биотехнологической отрасли не только Сибири, но и всей России. Выявленные проблемы следует превратить в возможность развития. Необходима модернизация собственного приборостроения с выходом на серийные производства, обеспечение сервисной поддержки. Особое внимание следует обратить на ещё не выявленные возможности российских разработчиков. Необходимы постоянно действующие информационные площадки между университетами, профильными научными институтами, фармацевтическими и технологическими компаниями. Переориентация направлений научных организаций как на инновационные направления, так и на текущие рутинные вызовы по импортозамещению.

*«Любой вызов, связанный с такими проблемами, как санкции и другие ограничения, – это вызов только для одних участников, а для других это шанс. Сегодня мы увидели, что он есть у целого ряда производителей. Все*

*проблемы можно разрешить разными путями: это и параллельный импорт западной продукции, и более ускоренная разработка, и введение в производство необходимых реагентов. Наиболее актуально сейчас широкое использование личных и специальных связей, которые все мы накопили за время общей дружбы, жизни до всех этих событий»,* – прокомментировал ситуацию участник круглого стола Владимир Рихтер, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биотехнологии ИХБФМ СО РАН.

Также большое значение было придано вопросам патентов. *«Бурное развитие биотехнологий привело к появлению новых биологических объектов, которые сложно вписать в существующую систему патентования. Они очень важны и ценны для бизнеса, коммерческого использования. Важно объяснять людям, занимающимся научными разработками, исследованиями, как работает патентование и на какие объекты им необходимо регистрировать права»,* – отметила Мария Урусова, специалист по интеллектуальной собственности АНО ВО «Университет «Сириус»».

Дмитрий СОКОЛОВ

## Тенденции XXI века: как биотехнологии изменяют мир

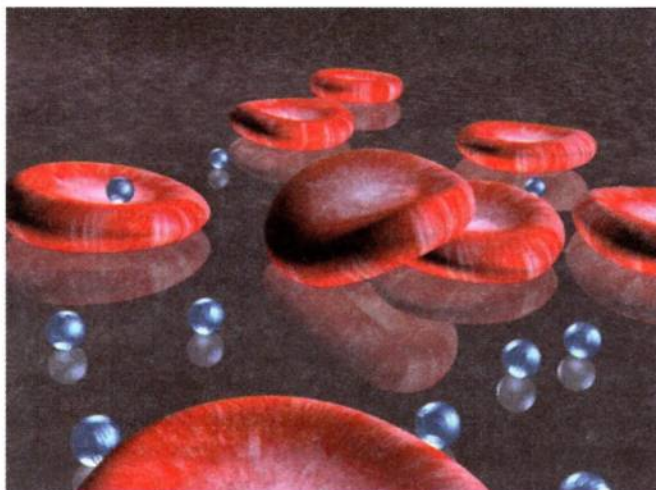
Исследования в сфере нанотехнологий сегодня идут полным ходом, ведь если они увенчаются успехом, миниатюрные биороботы произведут настоящую революцию в медицине. Уже практически не осталось областей, в которых они не нашли бы применение. В теории! Осталось реализовать амбициозные замыслы на практике. Приоткроем же завесу будущего...

### Механическая кровь – предвестник вечной жизни

Одна из главных проблем современного человечества – многочисленные вирусы, в том числе распространяющиеся по кровеносной системе. Часть из них поддается лечению, но лекарства от других ещё только разрабатываются. В то же время известно, что кислород и углекислота поступают к клеткам и тканям организма

из лёгких с помощью биологических «транспортёров» – красных кровяных клеток, эритроцитов. Именно их уровень большинство из нас регулярно проверяет при сдаче крови в поликлинике во время болезни или на диспансеризации. Нарушение в работе эритроцитов ведёт к кислородному голоданию клеток и как следствие – к серьёзным проблемам со здоровьем.

Специалисты по нанотехнологиям, возможно, скоро смогут предложить нам искусственные заменители



Респироциты рядом с эритроцитами. Компьютерная модель

эритроцитов – респироциты. Это самые настоящие нанороботы размером менее 100 микрометров. Они смогут переносить кислород по телу человека значительно лучше, быстрее и в большем объёме, чем их природные «родственники». Как утверждают учёные, всего один респироцит сможет транспортировать в 256 раз больше кислорода, чем обычный эритроцит. Но на этом преимущества уникальных нанороботов не заканчиваются. Дело в том, что, выполненные из сверхпрочных материалов, они не подвержены инфекционным заболеваниям и старению и будут практически мгновенно наполнять кислородом клетки проблемного участка в организме человека. Всего одна инъекция – и в теле больного окажется до нескольких триллионов респироцитов. Применение их сможет серьёзно облегчить жизнь астматикам, людям, страдающим сердечной недостаточностью, а также наполнить кислородом организм новорождённого младенца.

Исследователи прогнозируют применение респироцитов не только в медицине, но и в других областях жизнедеятельности человека. В первую очередь это коснётся водолазов и космонавтов, которые смогут обходиться без кислорода до четырёх часов. Сделал инъекцию респироцитов – и можешь работать без скафандра хоть в открытом космосе, хоть под водой в океане. Это обстоятельство открывает перед человечеством просто фантастические перспективы по освоению морских глубин и просторов ближнего и дальнего космоса. Определённые предпочтения получают и спортсмены, использующие респироциты, – конечно, в том случае, если они не будут признаны допингом. Но самое главное, что использование нанороботов

в медицине и системе восстановления человека после травм приблизит нас к обретению физического бессмертия, ну или по крайней мере – предельно долгой жизни.

## Робот-транспортёр: ДНК под контролем

Современные биологи утверждают, что в одной живой клетке человека бесперебойно работает до четырёх десятков различных молекулярных машин одновременно. Это именно они днём и ночью перемещают по молекулярным рельсам человеческого организма многочисленные необходимые для его функционирования «грузы», а также включают и выключают жизненно важные химические процессы в автоматическом режиме. Естественно, со временем они изнашиваются и ломаются, что вызывает сбой в работе всего организма человека. Обновление клеток человеческого тела происходит с ошибками и погрешностями. К сожалению, это неизбежно и становится причиной болезней и старения людей. Но подобных неприятностей, с учётом возможностей современной медицины и биологических нанотехнологий, можно будет избежать уже в ближайшем будущем.

Учёные давно работают над созданием искусственных миниатюрных биороботов – нанозаменителей естественных молекулярных машин. Фактически эти механизмы, оказавшись внутри человека, будут выполнять важную и ответственную работу по оперативному выявлению и уничтожению патогенных микроорганизмов, бороться с вредоносными бактериями, болезнетворными вирусами и грибами. Сложно себе даже представить, от скольких бед и болезней, считающихся трудноизлечимыми или вовсе непобедимыми, смогут избавить нас нанороботы.

В 2010 году биоинженер Милан Стоянович вместе со своими коллегами создал самого настоящего молекулярного наноробота, способного перемещаться по ДНК человека. Во время эксперимента механизм сделал целых 50 шагов, выполняя команды «идти», «повернуть» и «остановиться». Авторы изобретения утверждают, что их робот-паук может доставлять лекарства в любую повреждённую клетку, возвращая её к полноценной жизни.

Развивая это направление исследований, по сообщению популярного западного издания *Nature Communications*, в этом году учёные Стэнфордского университета создали миниатюрного робота, который способен адресно доставлять лекарства в поражённый орган человеческого тела. Этот метод позволяет существенно сократить вредное влияние лечебных препаратов



на организм больного, а также добиться максимально эффективного лечения. Управление роботом, чей размер не превышает горошину, осуществляется при помощи направленных магнитных полей. Сам робот универсален. Он может перемещаться как по поверхности внутренних органов человека, так и внутри жидкостей.

Российские специалисты не отстают от своих западных коллег. По словам отечественных учёных, адресная доставка лекарств «умными» наночастицами уже сегодня активно применяется в фармакологической практике. Кроме того, эти миниатюрные помощники врачей в ряде случаев способны самостоятельно проводить поиск, распознавание и лечение очага заболевания.

## Утилизация по мере необходимости

Несмотря на очевидные плюсы использования нанороботов, при обсуждении возможности их массового использования большинство обывателей волнует вопрос, что будет происходить дальше с этими крошечными устройствами. Будут ли они растворяться в теле человека, каким-то образом выводиться из него или останутся навсегда его частью? Эта проблема волнует и учёных.

Серьёзные исследования в этом направлении провели российские биохимики. Для этого был разработан специальный спектральный магнитный метод детекции материалов. С его помощью учёные смогли отделить сигнал магнитных нанороботов от сигналов естественного железа, содержащегося в организме. Наночастицы вводили в организм лабораторной мыши, а затем к её печени и селезёнке подводили магнитную катушку. По отклику приборов было установлено, какой объём привнесённого извне железа усваивался организмом животного, входя в состав белков, а какой оставался в организме мыши. Проведённые исследования позволили установить скорость растворения – деградации наночастиц в организме, уменьшив этот срок от нескольких лет до одного месяца. Кроме того, был отмечен повышенный уровень железа в организме при растворении наночастиц. Но, как показали опыты на животных, это не так страшно, как могло бы показаться. Выяснилось, что, получая железо от разложившихся наночастиц, организм подопытного млекопитающего начинал брать меньше железа из продуктов питания. Предполагается, что постепенно всё избыточное железо будет переработано организмом, и потому использование нанороботов для адресной доставки лекарств совершенно безопасно и не будет иметь негативных последствий.

## Робот-хирург: скальпель больше не нужен?

Большинство обывателей, никогда ранее не попадавших на стол хирурга, перед предстоящей операцией с ужасом представляют, как их тело будет разрезано скальпелем для внешнего вмешательства. Да и послеоперационные швы на теле выглядят крайне неприглядно. Однако есть вероятность, что в будущем операции начнут проводить уже не люди-врачи, а нанороботы-хирурги. Звучит как сюжет для научно-фантастического фильма. Однако практические эксперименты в этой области уже идут. Ещё в 2016 году группа учёных из США провела несколько успешных экспериментальных операций на свиньях. Робот-хирург, внедрённый в тела хрюшек через рот, благополучно проникал внутрь организма и сшивал участки тонкого кишечника. Можно прогнозировать, что в достаточно скором времени от операций на животных учёные перейдут к экспериментам на людях.

Впрочем, одними только операциями вмешательство нанороботов в организм человека вряд ли ограничится. Уже идут серьёзные исследования возможностей человека регенерировать клетки и ткани собственного организма с помощью нанотехнологий. В случае успеха в этой области научных изысканий человеческое тело, израсходовав жизненный ресурс того или иного органа, будет иметь возможность вырастить новый. Человек при этом в какой-то степени превратится в киборга, но способного жить вечно. Неизменными останутся лишь сознание и душа, в которых, по мнению богословов и учёных, и заключена личность человека. Подобная эволюция медицинских технологий приведёт к созданию нового человечества, не знающего, что такое болезни, старость и смерть. В качестве первого успешного шага в этом направлении можно привести разработку учёных из Огайо. Исследователи создали наноробота, способного доставлять в клетки набор белков и генов, которые после перепрограммирования превращаются в стволовые клетки, способные делиться, лечить раны и восстанавливать повреждённые ткани и органы.

## Голливудская улыбка: быстро и без проблем

В мире нет человека, который не боялся бы визита к дантисту. Но рано или поздно в его кресле оказывался каждый из нас. Причин множество: установить пломбу, снять зубной камень, вырвать зуб или вставить зубной протез. Все

эти виды лечения достаточно болезненны. Есть надежда, что развитие биотехнологий в будущем избавит население планеты от многих проблем, связанных с посещением зубного врача. Специалисты в нанотехнологиях и биоинженерии утверждают, что скоро мы сможем выращивать себе новые полноценные и абсолютно здоровые коренные зубы. В этом случае болезненное зубопротезирование и установка имплантов уйдут в прошлое.

Учёные уже выявили ген, ответственный за рост зубов и формирование эмали. Опыты на мышах и крысах по выращиванию для них в лабораторных условиях новых зубов дали положительные результаты. Японские учёные на страницах научных изданий официально отчитались, что смогли из мезенхимальных и эпителиальных клеток мыши вырастить новый зуб. Затем зубной зачаток размером 1,3 миллиметра подсадили восьминедельной мыши в лунку вместо удалённого резца. Уже через две недели новый зуб прекрасно прижился, обладая дентином, пульпой, эмалью и периодонтальными тканями. Учёные отметили его уверенный рост. Выращенный зуб ничем не отличался от остальных природных зубов мыши, включая прочность, строение и внешний вид. Празднуя серьёзный успех в этом направлении нанотехнологий и биоинженерии, учёные уже предрекают массовое создание «зубных фабрик», на которых будут выращиваться зубные зачатки для пересадки их людям, по тем или иным причинам лишившимся собственных коренных зубов.

## Сам себе доктор

Ещё несколько десятилетий назад покупки необходимо было оплачивать в кассе магазина, зарплату получать лишь в офисе банка, а фотоаппарат, кинокамера, магнитофон и записная книжка были исключительно самостоятельными физическими предметами. Сегодня, в век массового развития цифровизации, управлять собственными финансами, снимать кино или слушать музыку можно при помощи одного-единственного предмета – смартфона, помещающегося на ладони руки. Скоро к широкому перечню возможностей данных устройств добавится ещё одна. Введя в свой организм специальные наночипы, владелец смартфона сможет в режиме реального времени контролировать его функциональное состояние. На экране телефона будут отображаться все основные характеристики организма, данные о работе органов, а также сбоях в их работе и начинающихся заболеваниях. Каждый житель планеты с помощью личного гаджета сможет контролировать своё физиологическое состояние, а при

необходимости давать указание нанороботам, внедрённым в организм, исправить проблему. При малейшем отклонении от нормы того или иного органа маленькие «доктора» тут же ринутся его «чинить».

Однако, несмотря на столь радужные перспективы, некоторые высказывают опасения, что может произойти «бунт машин», многократно описанный в ряде фантастических произведений. Если это случится, человеческие тела станут управляться извне, превратившись в носителей цивилизации разумных нанороботов. Однако в обозримой перспективе опасаться этого не стоит, поскольку современные медицинские нанороботы управляются тоже человеком и пока не обладают собственным интеллектом. Следовательно, их «восстание» людям не грозит. Зато есть надежда, что в ближайшее время развитие биотехнологий если и не позволит достичь бессмертия, то по крайней мере максимально приблизит нас к этому состоянию.

Но технический прогресс не остановить. Не исключено, что следующее поколение нанороботов действительно будет обладать собственным (искусственным, конечно же) интеллектом. И чего тогда от него можно будет ожидать?.. Не исключена возможности реализации сценария знаменитого фантастического блокбастера «Матрица».

## Супермозг: благо или вред?

Дело в том, что учёные активно работают над созданием нанороботов, которые при внедрении в мозг человека будут значительно усиливать его работоспособность и скорость обработки информации. Определённые успехи в этом направлении уже есть. В качестве примера можно привести историю английского художника Нила Харбиссона, который из-за врождённой болезни не мог различать цвета. Весь мир предстал перед его глазами в чёрно-белом виде. Не беда! Живописец внедрил себе в голову специальный чип, а также стал носить на голове соединённую с ним антенну с камерой. Изображение от камеры передаётся по антенне в чип, который издаёт вибрацию различных диапазонов, в зависимости от цвета наблюдаемого объекта. Таким образом Нил Харбиссон стал слышать цвета. Мало того, с помощью необычного устройства художник способен различать цвета даже в ультрафиолетовом и инфракрасном спектрах и очень этим доволен.

Необходимо отметить, что наиболее активно на возможность соединения человека и электронных устройств отреагировали именно деятели искусств. Один из профессоров и по совместительству популярный художник из университета Нью-Йорка Вафаа Билал имплантировал



себе в затылок фотокамеру. Своеобразный «третий глаз» на затылке художника сделал множество фотоснимков, которые сам же в режиме реального времени отсылал в социальные сети. Подключился к популярной теме и знаменитый американский инженер Илон Маск, пообещав создать в своей компании чип, имплантируемый в мозг человека с возможностью передачи информации с нейронов мозга в компьютер.

В то же время подразделение министерства обороны США *DARPA* разрабатывает чипы, которые при внедрении в мозг будут стирать память об ужасах войны у солдат, побывавших в горячих точках. В качестве следующего логичного шага произойдёт подключение мозга человека к сети Интернет или иной глобальной информационной площадке, которая будет существовать на тот момент времени. На первом этапе человек сможет мгновенно получать практически любую информацию, а также мысленно управлять гаджетами, автомобилем, бытовой техникой или банковскими счетами. С одной стороны, это большое благо. Но с другой – подобное положение дел приведёт к тотальному контролю извне не только над жизнями людей, но также над всеми их мыслями. Причём неважно, будет это группа людей в правительстве или искусственный саморазвивающийся интеллект. Жить при подобном цифровом контроле совсем не комфортно. В этом случае полностью исчезнет преступность, но и свободы человека будут сведены к минимуму. Существовать вне данной системы станет физически невозможно: такой индивидуум будет отключён от наномедицины, возможности производить финансовые расчёты, а также совершать множество иных необходимых социальных действий. Но даже сама мысль избавления от подобного контроля просто не возникнет в сознании человека, поскольку будет моментально заблокирована. Работать в мире будущего человеку будет уже не нужно. Уже сегодня на планете активно внедряются человекоподобные роботы – водители такси и общественного транспорта, официанты, рабочие, служащие и даже директора компаний. Создаются первые образцы искусственного самообучающегося интеллекта. Если подобная тенденция к роботизации и цифровизации сохранится, не пройдёт и несколько десятилетий, как человечество перейдёт на новый уровень эволюции. С помощью нейрочипов люди смогут моделировать в своём мозгу искусственную реальность, пребывая в вечных грёзах и вымышленных мирах. Конечно, если им это позволит искусственный интеллект, который к тому моменту станет управлять миром.

## Вас судит искусственный интеллект

Опасный прецедент создали власти Китая. Несколько лет назад в стране получило зелёный свет устройство с использованием искусственного интеллекта, выполняющее функции прокурора. Фактически робот формирует и выдвигает обвинения живым людям. Робот-прокурор, как утверждают китайские СМИ, благополучно трудится в Шанхайской народной прокуратуре Пудун начиная с 2016 года. На этот участок искусственный интеллект был направлен из-за наибольшей загруженности – прокуроры-люди уже не справляются с валом уголовных и административных дел. В компьютер вводятся обстоятельства дела, затем машина отбрасывает всё несущественное, оставляя лишь наиболее важные детали. Затем на основе алгоритма по 1000 «признаков» выносится обвинение. С 2016 года прошло уже шесть лет, и вот уже сегодня в Китае все судьи обязаны выносить ими вердикты согласовывать с... искусственным интеллектом. Это не шутка! В этом году в Пекине вышла статья, в которой Сюй Цзяньфэн, директор информационного центра Верховного суда, на страницах официального журнала Китайской инженерной академии утверждал, что к рабочему компьютеру каждого судьи страны подключена специальная программа. В неё вводятся данные рассматриваемого уголовного или гражданского дела. Далее искусственный интеллект проводит тщательный анализ информации и выдаёт ссылки на нормативные акты и законы, а также исправляет ошибки, которые, по мнению компьютера, присутствуют в вердикте судьи. Затем искусственный интеллект соглашается с приговором судьи или выдвигает свой. Судья-человек, конечно, вправе сам решать, какой вариант приговора выбрать. Но если он не соглашается с вариантом, предложенным искусственным интеллектом, то обязан написать и отправить письменную мотивацию своего решения в Верховный суд Китая. Не вызывает сомнений, что в самом ближайшем будущем китайцев начнёт судить компьютер уже вообще без участия человека, а там и до власти машин над людьми недалеко. Прогноз апокалиптический, но такова оборотная сторона технического прогресса.

После революции в медицине нанотехнологии решат проблему старения человеческого тела, превратив его фактически в бессмертное существо. А вот что произойдёт дальше – решать уже человечеству, пойти по пути слияния с искусственным интеллектом или сохранить независимость. До развилки осталось совсем недалеко...