



СОЗДАЕМ РЕАЛЬНОСТЬ

CREATING REALITY

УДК 681.2.08

А.Ахметова*, Г.Мешков*, И.Яминский* / yaminsky@nanoscopy.ru
A.Ahmetova*, G.Meshkov*, I.Yaminsky*

Современные программные пакеты проектирования позволяют эффективно получать электронные виртуальные модели сложных приборов биомедицинского назначения. Многопараметрический и многосторонний анализ виртуальной модели дает возможность существенно сократить время на последующее создание прототипа и реального продукта. Весь цикл запуска производства продукции сокращается и удешевляется. При этом ключевым становится начальный этап электронного моделирования.

Modern design software packages allow to effectively create electronic virtual models of complex biomedical devices. The multiple-parameter and versatile analysis of the virtual model makes it possible to significantly reduce the time for the subsequent creation of the prototype and real product. The whole production start-up cycle is reduced and becomes cheaper. In this context, the initial stage of electronic simulation is the key.

Глава Минпромторга Денис Мантуров, отчитываясь в Госдуме на "Правительственном часе", рассказал что в 2015 году сырьевой экспорт уступил не сырьевому почти 3% в общем объеме. "Россия постепенно уходит от нефтяной иглы, - отметил Д.Мантуров. - Это прослеживается и в увеличении объемов внешних поставок российской высокотехнологичной продукции, которая выросла в объеме на 10,5%" (<http://rg.ru>).

Особенно важно, что даже в условиях кризиса и вынужденной экономии, меры поддержки не были урезаны, так как именно благодаря им возможно дальнейшее развитие инновационной промышленности. В рамках проекта "Сенсорные технологии молекулярной диагностики для персонализированной медицины" авторы создают при поддержке Министерства образования и науки производство биосенсора для персональной диагностики и усовершенствованного сканирующего зондового микроскопа "ФемтоСкан". Стратегической целью компании является организация полностью отечественного производства измерительного и аналитического оборудования для нанотехнологий.

Начиная от 3D-модели, разработанной в компьютерной программе, а затем прототипа изделия, мы планомерно движемся к запуску полноценного производства.

ОТ ЭЛЕКТРОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К РЕАЛЬНОМУ ПРОДУКТУ

Еще в начале 1990-х годов при разработке первых моделей микроскопов мы использовали программные пакеты для проектирования как механических, так и электронных узлов, то есть вначале всегда создавалась электронная модель изделия. За прошедшие 30 лет усложнились конструкции приборов и одновременно совершенствовались и усложнялись программные пакеты для моделирования и конструирования. Сейчас в проектировании механических узлов мы используем лицензионные пакеты SolidWorks как для обучения, так и для проектирования. Обучение студентов, аспирантов и молодых сотрудников новым методам проектирования активно ведется в ЦМИТ "Нанотехнологии" физического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова.

Важным этапом создания инновационного продукта является формализация всей созданной конструкторской и технологической документации. Правильно составленная документация сама собою уже представляет большую ценность и позволяет организовать высокотехнологичное производство без многочисленных уточнений и доработок. При наличии качественной документации становится возможным не только достижение высокой культуры производства, но и его

* МГУ им. М.В.Ломоносова, Центр перспективных технологий / Lomonosov Moscow State University, Advanced Technologies Center.



С 1987 года создано четыре базовых модели микроскопов
Since 1987, four basic models of microscopes are created

Head of the Ministry of Industry and Trade Denis Manturov, in reporting to the State Duma during the "Government Hour", said that in 2015 the raw-material commodity exports were nearly 3% less than non-raw-material commodity exports in the total. "Russia is gradually moving away from oil dependence, the Minister said. It can also be seen in the increase in the volume of foreign supplies of Russian high-tech products, which grew in volume by 10.5%".

It is particularly important that even in the times of crisis and forced savings, support measures have not been

cut, since it is thanks to them that innovative industries can continue to foster. Within the framework of the project "Molecular Imaging Sensing Technologies for the Personalised Medicine", with the support of the Ministry of Education and Science, we establish the biosensor production for personalised diagnosis and improved scanning probe microscope FemtoScan. The strategic goal of the Advanced Technologies Center is to set up fully domestic production of the measuring and analytical equipment for nanotechnology.

Starting from the 3D model developed in a computer

programme, and then a prototype product, we are gradually heading towards launching the full-fledged production.

FROM ELECTRONIC SIMULATION TO A REAL PRODUCT

Back in the early 1990s during the development of the first models of microscopes, we used software packages for the design of both mechanical and electronic components; in other words, the electronic product model was always created in the beginning. Over the past 30 years the design instruments became more sophisticated as well as modelling and designing software



тиражирование. На этом этапе возникают определенные сложности, с которыми мы столкнулись при создании новой модели микроскопа и биосенсора. Существенной проблемой стала формализация всех знаний и наработок в формате, соответствующем действующим регламентам и ГОСТам. Причем если одни ГОСТы (к примеру, регламентирующий поверку зондового микроскопа) были написаны не так давно, то весь комплекс государственных стандартов единой системы технологической документации (ЕСТД) был составлен преимущественно в 1980-е годы. Многие ГОСТы относятся к 1990-м годам прошлого столетия и содержат правила оформления документов без учета достижений современных компьютерных программ. По закону Мура основные характеристики компьютеров улучшались в два раза каждые два года, то есть с момента написания стандартов ЕСТД несколько поколений компьютеров успели морально устареть.

Мы определили себе срок в три года для создания современного высокотехнологичного производства. Проблемы импортозамещения и общемирового кризиса, устаревшие регламенты и ГОСТы – реалии, в которых надо работать, достигать поставленных целей и планомерно идти вперед.

Инновации нужно развивать не только в производстве, их нужно внедрять и в производственных стандартах. Это позволит сконцентрироваться на вызовах современной рыночной экономики, которых становится все больше.

К новой продукции мы предъявляем самые высокие требования. Так, усовершенствованная модель сканирующего зондового микроскопа "ФемтоСкан X" имеет размер кадра до 100×100 мкм². При этом количество дискретов (пикселей) в кадре может равняться 8192×8192 , что составляет 64 мегапикселя. Достижимая точность позиционирования – 0,001 нм. Максимальная скорость сканирования – 64 кадра/с. Порог обнаружения вирусных частиц на сенсорной поверхности при размере поля 10×10 мкм – 10 единиц. При этом время проведения одного измерения – не более 10 мин. Измерение концентрации вирусов в жидкости в диапазоне от 10^4 до 10^8 вирусов/мл проводится с относительной погрешностью не более 20%.

Создаваемый биосенсор на основе кантилеверного биочипа является компактным устройством, который позволяет регистрировать вирусные патогены не более чем за 30 мин, а бактериальные патогены еще быстрее – не более чем за 20 мин.

Наша задача – быстро и эффективно пройти этапы создания электронной модели и прототипа, организовав производство новой реальной продукции. ■

Мы выражаем искреннюю благодарность Правительству Москвы, РФФИ (проект 15-04-07678), Министерству науки и образования (проект 02.G25.31.0135), Фонду содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (проект 16315) за эффективную поддержку наших работ.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 975 руб.

НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ – 3.1

Под редакцией чл.-корр. РАН Ю.А.Чаплыгина

Книга представляет собой сборник научных работ сотрудников и выпускников Национального исследовательского университета "МИЭТ" и касается развивающихся направлений нанотехнологий в электронике. Следует отметить, что каждая из статей – это законченный труд научно-исследовательского или аналитического характера, отражающий современное состояние исследований в обсуждаемых авторами областях.

Книга будет полезна специалистам в различных областях микро- и нанoeлектроники, а также молодым исследователям – аспирантам и студентам-магистрантам.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2016. – 480 с.
ISBN 978-5-94836-423-0

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru



packages were simultaneously upgraded and became more sophisticated. Now we use the SolidWorks packages in the design of the mechanical components. Students, post-graduates and young professionals are intensively trained in new design methods in the Nanotechnologies YICC of the Physics Department of the Lomonosov Moscow State University.

An important step in the creation of an innovative product is to formalize all of the developed design and process documents. Properly compiled documentation in itself already represents great value and makes it possible to set up high-tech production without too many refinements or improvements. With high-quality documentation, it is possible not only to achieve high production standards but also its multiplication. At this stage, there are certain difficulties that we faced when creating new models of a microscope and a biosensor. An essential problem was the formalisation of know-how in a format meeting the current regulations and state standards. If some GOST standards (for example, regulating the verification of probe microscopes) were written not so long

ago, the whole range of state standards of the unified system of technological documentation (USTD) were developed mostly in the 1980s. Many GOSTs refer to the 1990s and contain rules of making documents without regard to the accomplishments of up-to-date computer programmes. According to Moore's law, the key characteristics of computers improved twice every two years, in other words, several generations of computers had morally outdated since the time of creation of USTD standards.

We identified for ourselves a period of three years to create a modern high-tech production. Import substitution and the global crisis issues, outdated regulations and GOST state standards shape the reality in which we should work to achieve our planned goals and go ahead.

Innovations should be developed not only in production but also introduced in production standards. This will let us focus on the challenges of the present market economy as their range keeps growing.

We set the highest standards for new products. Thus, the improved FemtoScan X scanning probe microscope has a frame size of $100 \times 100 \mu\text{m}^2$. The

number of discretely (pixels) per frame may be 8192×8192 , which is 64 megapixels. The achievable accuracy of positioning is 0.001 nm. The maximum scanning speed is 64 frames/sec. The viral particle detectability threshold on the touch surface at a field size of $10 \times 10 \mu\text{m}$ is 10 units. At that, the time of a single measurement is no more than 10 minutes. The concentration of viruses in the fluid in the range from 10^4 to 10^8 virus/ml is measured with a relative error less than 20%.

The developed biosensor based on a cantilever biochip is a compact device that allows to register viral pathogens for not more than 30 minutes, and bacterial pathogens even faster, no more than 20 minutes.

Our objective is to quickly and efficiently go through the steps of creating an electronic model of the prototype by setting-up the new production. ■

We express our sincere gratitude to the Government of Moscow, Russian Foundation for basic research (project No.15-04-07678), the Ministry of science and education (project No. 02.G25.31.0135), the Fund of assistance to development of small forms of the enterprises in the scientific and technical sphere (the project No. 16315) for the efficient support of our work.