

# Нанотехнологические основы достижения объективных преимуществ сборных команд России по биатлону на зимних Олимпийских играх 2014 года в Сочи

Борис Кулагин<sup>1</sup>, Александр Таймазов<sup>2</sup>, Сергей Цветков<sup>2</sup>, Иннокентий Готовцев<sup>2</sup>

## АННОТАЦИЯ

**Цель.** Рассмотреть современные эффективные нанотехнологии для использования в подготовке спортсменов высокого класса на примере биатлона.

**Методы.** В работе были использованы методы анализа и обобщения, систематизации.

**Результаты.** Представлены нанотехнологии, внедрение которых могло бы быть использовано в спортивной индустрии России: технология повышения точности и стабильности стрельбы путем кратного увеличения угловой скорости вращения пули; технология нанесения специального теломерного покрытия, снижающего трение по снегу для коньковых лыж; технология применения недопинговых медицинских препаратов с трансдермальной нанотранспортной системой передачи действующего вещества непосредственно работающей группе мышц. Рассматриваются задачи адресной экспрессдоставки необходимых веществ для повышения энергетических возможностей спортсмена при высоких физических и психологических нагрузках с использованием химического соединения, являющегося одновременно донором монооксида азота и нитроксиантарной кислоты совместно с нанотранспортной трансдермальной системой на основе бетациклодекстрина.

**Заключение.** Представленные технологии свидетельствуют о наличии потенциала отечественной науки и возможности реализации в подготовке спортсменов.

**Ключевые слова:** биатлон, нанотехнологии, спорт высших достижений, энергетические затраты организма спортсмена.

## ABSTRACT

**Objective.** To consider modern and effective nanotechnologies for the use in the preparation of elite athletes as exemplified by biathlon.

**Methods.** The methods of analysis and generalization, and systematization were used in the work.

**Results.** This article explores nanotechnologies that could be used in the sports industry of Russia. These technologies include: technology to improve the accuracy and stability of shooting through a multiple increase in angular velocity of bullet; technology of application of special coating, which reduces ski friction on snow; technology of use of nondoping classified medicines with transdermal nanotransport system of active substance supply directly to working group of muscles. The problem of targeted express delivery of necessary substances to enhance the energy capacity of an athlete is addressed through the use of chemical compound which is a simultaneous donor of NO and nitroxy succinic acid, and transdermal nanotransport system based on betacyclodextrin.

**Conclusion.** The presented technologies indicate potential of the national science and the possibility of its implementation in the training of athletes.

**Keywords:** biathlon, nanotechnologies, sports of the highest achievements, energy expenditures of athlete's organism.

© Борис Кулагин, Александр Таймазов, Сергей Цветков, Иннокентий Готовцев, 2013

## III

**Актуальность.** В современном спорте высших достижений практически так же, как и во многих других видах человеческой деятельности, происходит быстрая смена технологий. В настоящее время очевиден уверенный разворот существующих спортивных технологий в сторону использования и внедрения нанотехнологий в спортивную индустрию, включая такой динамично развивающийся и популярный вид спорта, как катание на коньках [2, 3].

В наименовании некоторых производителей современного спортивного инвентаря отражается применение нанотехнологий, например, в лыжах норвежской фирмы «MADSHUS» есть серия «nanosonic», вероятно, использующая для снижения трения противобледеднительную нанотехнологию для стекла одноименной фирмы «NanoSonic».

Приходится с сожалением констатировать, что в настоящее время в России пока нет фирм, аналогичных упомянутой выше, которые могли бы, например, по заказу Минспорттуризма РФ изготовить необходимое покрытие с уникальными триботехническими характеристиками, используя собственную научно-технологическую базу. Суть заключается в том, что самые эффективные и секретные технологии нам не продают до тех пор, пока они не устареют.

В то же время уже сегодня отечественная наука способна производить «технологический полуфабрикат», использование и внедрение которого при подготовке спортсменов высокой квалификации могло бы дать объективные преимущества для сборных команд России по биатлону.

**Цель исследования** — рассмотреть современные эффективные нанотехнологии для использования в подготовке спортсменов высокого класса на примере биатлона.

**Методы исследования.** В работе были использованы методы анализа и обобщения, систематизации.

**Результаты исследования и их обсуждение.** К технологиям применяемым

в биатлоне, а более строго — нанотехнологиям — можно отнести:

- повышение точности и стабильности стрельбы путем кратного увеличения угловой скорости вращения пули;
- нанесение специального теломерного покрытия, снижающего трение по снегу для коньковых лыж;
- применение недопинговых медицинских препаратов с трансдермальной нанотранспортной системой передачи действующего вещества непосредственно работающей группе мышц.

Поскольку некоторые применения упомянутых технологий позволяют отнести их к технологиям двойного назначения, в настоящей статье будут использованы материалы, взятые из открытых источников, дополненные некоторыми решениями, пригодными для спортивных задач.

## 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СТРЕЛЬБЫ ПУТЕМ КРАТНОГО УВЕЛИЧЕНИЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ПУЛИ

Одной из актуальных для биатлона задач является повышение точности и стабильности стрельбы для дистанций 50 и 100 м в экстремальных условиях проведения соревнований, к которым можно отнести:

- постоянные девиации прицельной базы, связанные с неконтролируемыми движениями биатлониста, изменениями окружающей среды (ветер, снег, плотность воздуха и давление),
- особенности движения пули к мишени, обусловленные характеристиками ее статической и динамической стабилизации, а более точно, степенью прямолинейности траектории движения продольной оси пули и ее отклонением от прицельной линии.

Главное здесь заключается в том, чтобы влияние внешних (ветер, атмосфера) и внутренних (колебания дульного среза при выстреле) факторов было сведено к минимуму.

Из теории полета пули [6] известно, что с возрастанием угловой скорости увеличивается фактор статической или гироскопической стабильности, характеризующий реакцию продольной оси пули на ветровую нагрузку.

Пуля считается статически (гироскопически) стабильной, если этот фактор превышает единичное значение. На практике он находится в пределах 1,2—1,5. Если представить, что центр тяжести пули движется по прямой линии, расположенной в центре «коробки» (в оксонометрии), то кривая линия будет показывать положение «носика» пули в пространстве по мере ее прохождения слоя воздуха на данной дистанции.

До определенной скорости движение статически стабилизированной пули имеет ярко выраженный колебательный незатухающий характер. При повышении угловой скорости ее вращения фактор статической стабильности увеличивается, и траектория приобретает колебательный, но уже апериодический затухающий характер, который на дистанции порядка 45 м практически гаснет до уровня нутационных высокочастотных колебаний с углом рыскания менее долей одного градуса.

Повышение фактора статической стабильности называется перестабilizацией, а сама пуля — перестабilizированной.

Несмотря на заманчивую перспективу повышения точности и стабильности стрельбы при использовании перестабilizированной пули, реализовать на практике ствол с уменьшенным шагом нарезков, а главное сопрягаемую с ним пулю оказывается непросто.

В истории стрелкового оружия существуют примеры создания нарезных стволов с уменьшенным, или апериодическим шагом нарезки, однако распространения такие технологии не получили ввиду большой сложности в изготовлении при существующих технологиях.

С развитием нанотехнологий и появлением новых материалов и методов их нанесения уже сегодня возможно многократное повышение скорости вращения пули и, соответственно, фактора статической стабильности, обеспечивающего необходимую перестабilizацию и заданную точность стрельбы, что существенно для биатлона, особенно при подготовке наших спортсменов к зимним Олимпийским играм в Сочи.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ТЕЛОМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ, СНИЖАЮЩЕГО ТРЕНИЕ ПО СНЕГУ ДЛЯ КОНЬКОВЫХ ЛЫЖ

Известно, что политетрафторэтилен (ПТФЭ), или тефлон обладает высокими триботехническими характеристиками и используется для снижения трения. Для лыж важными факторами являются: высокая гидрофобность (угол смачивания превышает 120°), грязеотталкивание и химическая стойкость к агрессивным соединениям из атмосферы, отсутствие накопления статического электричества и связанного с этим «слипания» с водяной пленкой.

К недостаткам применения ПТФЭ можно отнести сложность технологии его нанесения на рабочую поверхность лыжи, изготовленную из полиэтилена с добавками. Ликвидировать этот недостаток можно путем применения технологии радиационно-химической модификации теломеров, позволяющей получать удобную для нанесения на различные поверхности форму ПТФЭ [1].

Поверхность теломера после осаждения и соответствующей обработки представляет собой рельефную структуру с размерами выступов от 100 нанометров до единиц микрометров, обеспечивающих высокую гидрофобность и низкое трение исследуемой поверхности. Авторами статьи были проведены эксперименты, доказывающие возможность осаждения и формирования теломерного покрытия на поверхности лыжи.

В качестве эксперимента была доработана скользящая поверхность лыжи фирмы «MADSHUS» с использованием теломерного покрытия. В результате проведенных триботехнических исследований на стенде было зафиксировано практическое отсутствие «сухого» трения, а в динамических режимах коэффициент трения достиг уровня 0,08, что соответствует трению подшипника скольжения со смазкой. Использование предложенной технологии, а точнее нанотехнологии, при подготовке инвентаря для коньковых лыж позволит создавать скользящую поверхность с заданными триботехническими характеристиками в широком диапазоне изменения характеристик снега и окружающей среды, что особенно важно для специфического климата Красной Поляны в Сочи.

## 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ НЕДОПИНГОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕПАРАТОВ С ТРАНСДЕРМАЛЬНОЙ НАНОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ ПЕРЕДАЧИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА НЕПОСРЕДСТВЕННО РАБОТАЮЩЕЙ ГРУППЕ МЫШЦ

Одной из особенностей биатлона, относящегося по нагрузкам на мышцы к циклическим видам спорта, является быстрая смена темпа энергетических затрат организма спортсмена, связанная с резким переходом от физиологического и психологического максимума при лыжной гонке до необходимого минимума, вплоть до задержки дыхания при стрельбе на рубеже. Эта особенность биатлона с физиологической точки зрения приводит к необходимости резкой активации всех систем организма спортсмена по восполнению энергетических потерь, прежде всего, на уровне клетки и связанного с генерацией АТФ в ее митохондриях. Важным вопросом является также оперативность и адресность доставки необходимых для синтеза АТФ веществ через кровеносно-сосудистые и клеточно-митохондриальные мембраны, желательным уже в виде кислот, участвующих в цикле Кребса, обеспечивающего это энергетическое преобразование.

Решение задачи адресной экспресс-доставки необходимых веществ для повышения энергетики спортсмена при высоких физических и психологических нагрузках возможно путем чрезкожного введения недопингового вещества, нитроксисуцината 2,4,6-триметил-3-оксипиридина [4], с применением нанотранспортной трансдермальной системы на основе бета-циклодекстрина [5].

Предварительные испытания созданного композита, использующего рассматриваемые нанотехнологии, показывают перспективность его применения для адресного повышения энергетических возможностей спортсмена и доставки необходимых веществ в организм спортсмена в нужное время и заданное место.

### Выводы

Авторы предполагают, что по мере приближения начала олимпийских стартов будут сделаны выводы в части более тесного взаимодействия науки и спорта высших достижений.

Приведенные примеры возможностей отечественной фундаментальной и приклад-

ной науки находить нестандартные и нестандартные решения поставленных задач для смежной, в данном случае спортивной, области показывают высокий потенциал не реализованных возможностей отечественной науки, требующих заинтересованности со стороны спортивных специалистов и чиновников.

За оставшееся до зимних Олимпийских игр в Сочи время при существующем уровне интереса к приведенным и аналогичным предложениям со стороны спортивной общественности, вряд ли возможен практический прогресс в реализации представленных технологий.

Оптимальным решением задачи объединения высоких технологий и спорта выс-

ших достижений было бы создание на базе одного из наукоградов межотраслевого научно-технологического центра, который мог бы заниматься вопросами отбора, апробации и внедрения высоких технологий в спортивную сферу на системной основе с привлечением ведущих ученых и спортивных специалистов.

### ■ Литература

1. Кирюхин Д. П. Радиационно-химические методы получения защитных, гидрофобных и антифрикционных покрытий с использованием тетрафторэтилена / Д. П. Кирюхин, И. П. Ким, В. М. Бузник // 7-я Всерос. конф. «Химия фтора». — М., 2006. — С. 6672.
2. Кулагин Б. П. О высоких технологиях или как обеспечить победу на сочинской Олимпиаде / Б. П. Кулагин // Химия и бизнес. — 2012. — № 1—2. — С. 55—57.
3. Логинов Б. Спорт высших достижений / Б. Логинов // Химия и бизнес. — 2012. — № 1—2. — С. 52—54.
4. Пат. РФ № 2250210 РФ. Нитроксисукцинат 2,4,6-триметил-3-оксипиридина и способ его получения / [Б. С. Федоров, М. А. Фадеев, Г. Н. Богданов и др.]. — № 2250209; заявл. 25.07.2003; опубл. 20.04.2005, Бюл. № 25. — 2 с.
5. Биотехнология биологически активных веществ: Ч. 2 / под ред. И.М. Грачевой, Л.А. Ивановой. — М.: Изд-во НПО «Элевар», 2006. — 453 с.
6. Ruprecht N. How do bullets fly? / Nennstiel Ruprecht / [Электронный ресурс] // URL: <http://www.tuffsteel.com/Ballistics/bullfly/>

<sup>1</sup>Экспертный совет Министерства спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации, Москва

<sup>2</sup>Чурапчинский государственный институт физической культуры и спорта (ЧГИФКиС), с. Чурапча, Республика Саха (Якутия) 7144554@mail.ru

### ■ References

1. Kiryukhin D. P. «Radiation protective methods of chemical-hydrophobic and antifriction coatings using tetrafluoro-ethylene» / D. P. I. Kiryukhin, P. Kim and V. M. Buz-nik // 7 All-Russian Conference «Chemistry of fluorine». — Moscow, 2006. — P. 6672.
2. Kulagin B. P. «High technology or how to ensure victory at the Sochi Olympics» / B. P. Kulagin // Chemistry and business. — N 1—2. — P. 55—57.
3. Loginov B. (2012), «Sports highest achievements» / B. Loginov // Chemistry and business, N 12. — P. 52—54.
4. Pat. of Russian Federation N RU 2250210. 2,4,6-Trimethyl-3-oxypyridine nitrosuccinate and method for production thereof / [B. S. Fedorov, M. A. Fadeev, G. N. Bogdanov et al.], Patent N 2250210, Russian Federation.
5. Gracheva I. M. Biotechnology of biologically active substances / I. M. Gracheva and L. A. Ivanova. — Moscow: Publishing house NPO Elevar, 2006. — 453 p.
6. Ruprecht N. How do bullets fly? / Nennstiel Ruprecht / [Electronic resource] — Access mode: URL: <http://www.tuffsteel.com/Ballistics/bullfly/>

Поступила 15.03.2013