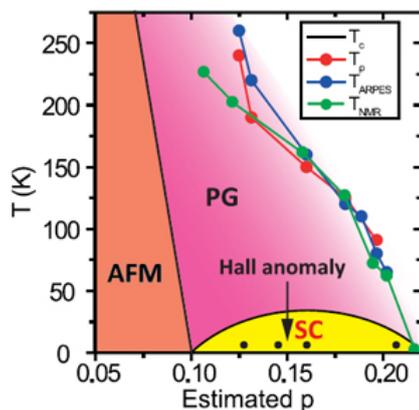


В этом выпуске:

## СВЕРХПРОВОДНИКИ

### Эволюция поверхности Ферми и псевдощели в купратных ВТСП

До сих пор не понятая связь высокотемпературной сверхпроводимости с псевдощелью осложняет поиск механизма куперовского спаривания в купратных ВТСП. Как для сверхпроводящего, так и для псевдощелевого состояния важную роль играет топология поверхности Ферми, на которой (или в окрестности которой) разыгрываются ответственные за эти состояния электронные взаимодействия. В работе [1] (США, Япония, Китай) эволюция поверхности Ферми и псевдощели купрата Bi-2201 по мере увеличения концентрации дырочных носителей  $p$  изучена методом сканирующей туннельной микроскопии в магнитном поле. Установлено, что реконструкция поверхности Ферми (переход от маленьких карманов или фермиевских дуг к большому контуру Ферми) происходит в непосредственной близости к оптимальной (отвечающей максимуму  $T_c$ ) величине  $p$ . Эта реконструкция никак не сказывается на ширине псевдощели, которая плавно изменяется с ростом  $p$ . Псевдощель и  $d$ -волновые боголюбовские квазичастицы сосуществуют в антиузловом направлении зоны Бриллюэна. Поскольку квантовый фазовый переход, как и реконструкция поверхности Ферми, имеет место в окрестности оптимального уровня допирования, то авторы полагают, что псевдощель с ним не связана.



Схематическое изображение фазовой диаграммы купратных ВТСП. AFM, SC и PG – антиферромагнитная, сверхпроводящая и псевдощелевая фазы, соответственно. Четыре черные точки отвечают образцам, изученным в работе [1].

1. Y.He et al., *Science* **344**, 608 (2014).

Л.Опенев

И далее ...

## НАНОМАТЕРИАЛЫ

- 2 Наночастицы вместо хирургических швов

## ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

- 4 Пишите правильно!

## ДЛЯ ПРАЗДНОГО УМА

- 4 Приливные волны в оптических волокнах

## КОНФЕРЕНЦИИ

- 5 3rd International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences, (IC-MSQUARE 2014), August 28-31, 2014, Madrid, Spain

V Международной конференции “Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества” с элементами научной школы, 6 - 10 октября 2014 г., г. Суздаль, Россия

Fourth International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, 9 - 13 March 2015, Sitges (near Barcelona), Spain

- 6 Workshop on “Probing and Understanding Exotic Superconductors and Superfluids”, (EXS2014), 27 - 31 October 2014, Trieste, Italy

## НАНОМАТЕРИАЛЫ

### Наночастицы вместо хирургических швов

С хирургическими швами, к сожалению, знакомы все – если не на собственном опыте, то на опыте родных и друзей. Зашивание ран для остановки кровотечения применяли еще задолго до нашей эры. Первыми шовными материалами служили хлопковые нити, конский волос, древесные волокна. В 175 г. знаменитый медик и философ Гален впервые упомянул кетгут, натуральный материал из кишок коров или овец, который используют и сейчас. Позже стали применять шелковые, золотые и серебряные нити; появились синтетические полимерные материалы. Однако хирургические швы долго заживают, оставляют шрамы; хирургические нити травмируют ткани, особенно мягкие (печень, селезенку, почки), и не всегда их можно использовать. Поиски бескровных способов соединения биологических тканей привели к появлению “хирургических адгезивов” – медицинских клеев, пластырей, как из природных, так и из синтетических материалов [1]. Исследования не прекращались, поскольку эти материалы имели ряд недостатков (цитотоксичность, низкая адгезия к влажной поверхности, хронические воспаления, вызванные продуктами деградации и др.). Одно из перспективных решений было подсказано природой. Как известно, морские мидии очень прочно “сидят” на мокрых камнях даже при сильных волнах (рис. 1). Ученые изучили белковый клей морских мидий и синтезировали его аналоги [2,3]. Первые эксперименты *in vivo* показали отсутствие воспалительных откликов. Однако добывать натуральный клей очень дорого, а применение биомиметических (аналогичных природным) адгезивов требует тщательного контроля реакций полимеризации или сшивки полимеров *in vivo*, и пока трудно предположить, что они смогут заменить традиционные хирургические швы и скобки.



Рис. 1 Морские мидии на скалах.

Новый оригинальный подход, основанный на использовании наночастиц, предложили французские ученые [4,5]. Сначала они продемонстрировали, что наночастицы  $\text{SiO}_2$  прочно “склеивают” гидрогели [4]. Капли водной суспензии нано- $\text{SiO}_2$  наносили на один из 2 кусков гидрогеля полидиметилакриламида, затем куски сжимали в течение  $\sim 30$  секунд. Адсорбируясь на поверхности геля, наночастицы действовали как коннекторы между двумя кусками, а полимерные цепи связывали наночастицы (рис. 2).

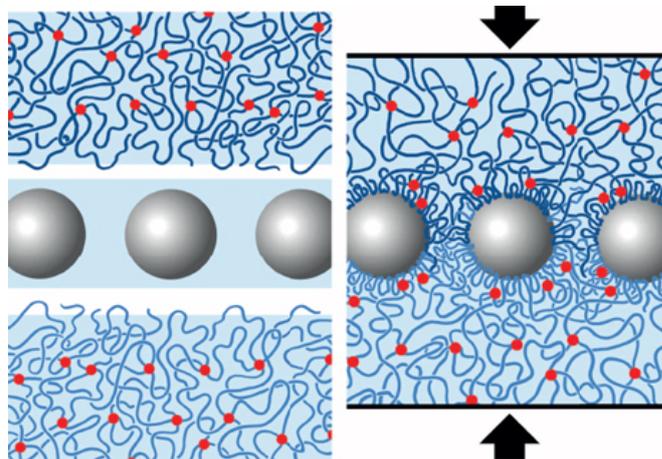


Рис. 2. Схема соединения полимеров с помощью наночастиц.

Биологические мягкие ткани во многих отношениях напоминают гидрогели, хотя, безусловно, намного сложнее них. Авторы работы [4] решили испытать свой подход на живых тканях *ex vivo*. Они использовали два тонких среза печени теленка. Кусочки при сжатии не сцеплялись друг с другом, но после нанесения на один из них 60 мкл водного раствора наночастиц  $\text{SiO}_2$  возникло прочное соединение (второй кусочек просто прижали пальцем) (рис. 3). При использовании воды без наночастиц адгезии не было.

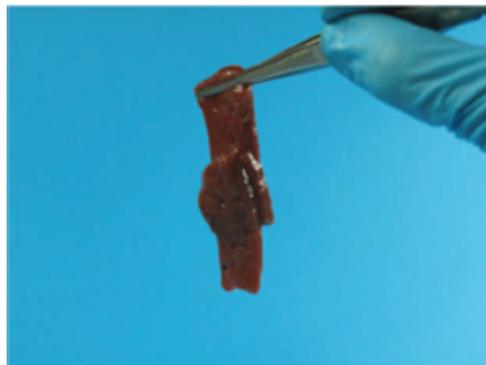


Рис. 3. Склеивание двух кусочков, вырезанных из печени теленка, с помощью наночастиц  $\text{SiO}_2$ .

Авторы работы [5] провели исследования *in vivo*. Полученные результаты показали, что адгезию, которую обеспечивают наночастицы, можно использовать в хирургии для заживления ран, остановки кровотечения, а в регенеративной медицине для восстановления тканей.

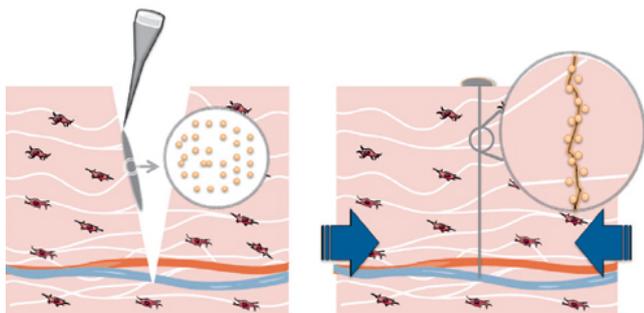


Рис. 4. Схема заживления раны.

На рис. 4 приведена схема “заклеивания” раны. Каплю раствора наночастиц наносят на поверхность поврежденной ткани с помощью пипетки или кисточки, затем края раны соединяют, слегка сдавливая. Наночастицы образуют множество соединений. С помощью 50 нм частиц  $\text{SiO}_2$  исследователям [5] удалось быстро ликвидировать рану на коже крыс (рис. 5), а также глубокую рану на печени крыс. Воспалительных откликов не наблюдали.

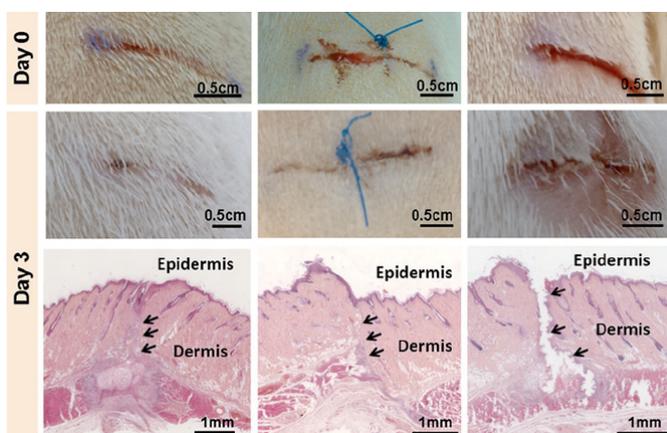


Рис. 5. Заживление раны кожи крыс с помощью  $\text{SiO}_2$  (слева), хирургических нитей (в центре) и цианоакрилатного клея (справа). Результаты от наночастиц и хирургических нитей сопоставимы, а клей не залечил рану.

Как показали дальнейшие эксперименты, этим не ограничиваются возможности метода. Он также позволяет остановить кровотечение при удалении части печени. Наночастицы, нанесенные на поверхность влажной полимерной мембраны, обеспечивают ее адгезию к ране даже в потоке крови. После резекции печени крыс использование такой мембраны через 30 секунд восстановило гемостаз (рис. 6).

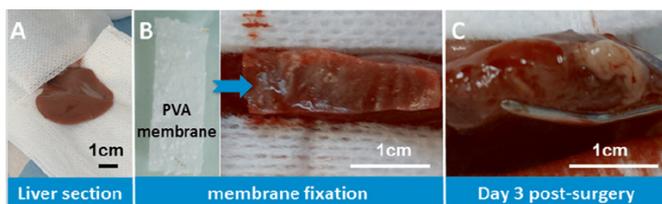


Рис. 6. А – Удаление части правой доли печени крысы; В – мембрана, покрытая наночастицами  $\text{SiO}_2$ , закрывает рану на печени; С – через 3 дня мембрана осталась на печени.

В описанных выше экспериментах движение тканей (органов) ограничено, но часто бывают ситуации, когда нужно прикрепить мембрану, каркас для регенерации ткани или медицинское устройство на орган, который выполняет важные сокращения, например, на бьющееся сердце. Оказывается, наночастицы и в таких случаях способны обеспечить прочное соединение. Исследователи [5] нанесли кисточкой на сердце крысы каплю раствора  $\text{SiO}_2$  и прикрепили к этому месту пористую биоразлагаемую 3D мембрану диаметром 6 мм (рис. 7) (все операции проводили, используя анестезию). Через 3 дня мембрана была видна на сердце. Как и ожидали, началась ее биодеградация, никаких признаков воспаления не наблюдали.

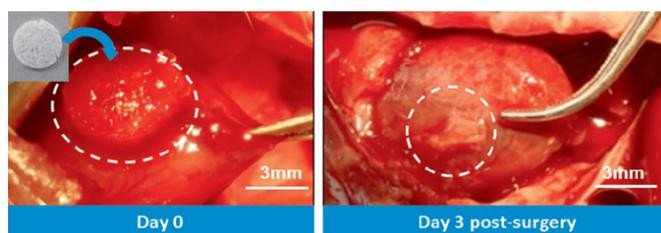


Рис. 7. Прикрепление 3D мембраны на сердце *in vivo*. Через 3 дня мембрана осталась на месте.

С помощью  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  наночастиц были успешно проведены эксперименты по заживлению ран. Это можно использовать для контрастного усиления в МРТ. Авторы [5] полагают, что в принципе применимы наночастицы разного состава, форм и размеров.

Таким образом, предложен новый метод бесшовного залечивания ран, остановки кровотечения, восстановления тканей. Не нужны химические реакции, нет адгезива, создающего дополнительный искусственный барьер между тканями. Конечно, прежде чем применять метод в различных клинических условиях, необходимо провести тщательные исследования токсичности и безопасности.

О.Алексеева

1. A. P. Duarte et al., *Prog. Polym. Sci.*, **37**, 1031 (2012).
2. W. Wei et al., *Acta Biomaterialia* **10**, 1663 (2014).
3. A. Kivelio et al., *Europ. J. Obstet. Gynecol.* **171**, 240 (2013).
4. S. Rose et al., *Nature* **505**, 382 (2013).
5. A. Meddahi-Pellé et al., *Angew. Chem.* **53**, (2014).

## ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ

### Пишите правильно!

Первые чернила были известны еще египтянам за 2500 лет до н.э. Но с тех давних времен их состав успел сильно эволюционировать: от сажи, чернильных орешков дуба и чернильного гриба до самых современных химических составов. Однако чернильная революция не спешит заканчиваться. Американские исследователи из НАСА предлагают новый тип красителя для переноса бесценных идей на бумагу [1]. Рецепт достаточно прост: основу составляют одностенные углеродные нанотрубки и додецилбензолсульфонат натрия в роли поверхностно-активного вещества. Получившаяся смесь легко заправляется в самые обыкновенные картриджи для перьевой ручки и с легкостью наносится на бумагу традиционным способом (см. рис. 1).



Рис. 1. Картридж для перьевой ручки с чернилами на основе углеродных нанотрубок (слева), слово “Carbon”, написанное на обыкновенной бумаге с помощью перьевой ручки (в центре), слово “Nanotube”, написанное на бумажном стаканчике (справа).

Однако основной особенностью получившихся чернил является их способность проводить электрический ток. При этом авторы отмечают, что они хорошо переносят как механические воздействия (изгиб и смятие), так и повышенную влажность, не теряя своих визуальных и электрических характеристик. Работоспособность изобретения исследователи демонстрируют на примере несложной светодиодной цепи (см. рис. 2) и химического сенсора – детектора аммиака.



Рис. 2. Электрическая цепь, построенная из светодиодов и чернил на основе углеродных нанотрубок.

Возможно, следующим шагом авторов станет разработка специализированных картриджей для струйных принтеров с целью автоматизации производства элементов электрических цепей. Ну а пока

каждый, умеющий держать в руках карандаш (точнее, перьевую ручку), может попробовать создать не только шедевр графического искусства, но и печатную плату.

*М. Маслов*

*1. J.-W. Han et al., Mater. Res. Bull. 50, 249 (2014).*

## ДЛЯ ПРАЗДНОГО УМА

### Приливные волны в оптических волокнах

Близится лето, и многие подумывают об активном отдыхе на воде. Мечта многих серфингистов – оседлать бор. Так называют высокую приливную волну, движущуюся вверх по течению по мелководным рекам и каналам (рис. 1а). Ученые исследуют подобные явления, называемые ондулярными борами или волнами Фавра, не только на воде, но и в воздухе – в виде волн из облаков (явление, известное как “утренняя gloria”, вызывающее живой интерес у дельтапланеристов). А в недавней публикации [1] в журнале междисциплинарной физики *Physical Review X* волны Фавра нашли ... в оптических волокнах.

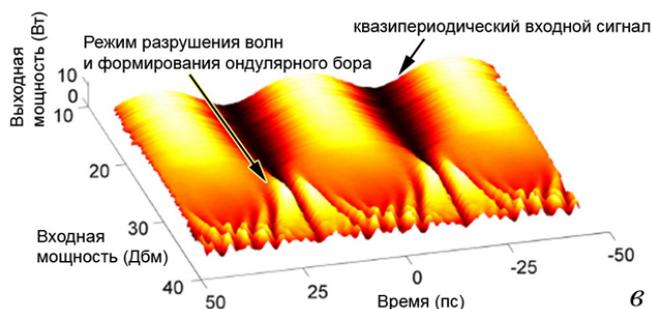


Рис. 1. Ондулярный бор в различных средах: *а* – бор на реке Семи духов в Индонезии; *б* – утренняя gloria над заливом Карпентария на севере Австралии; *в* – формирование бора в оптических волокнах.

Команда ученых из Франции, Германии и Италии показала, что в стандартных телекоммуникационных волокнах, не прибегая к фемто- и пикосекундным лазерным методикам, удастся получить режим разрушения периодической структуры оптического излучения в волноводе, подобный опрокидыванию волн на мелкой воде (рис.1 в). Высокие волны на воде опрокидываются из-за того, что скорость движения вершины волны выше, чем подножья. В случае волокна динамика волны определяется керровской нелинейностью (зависимостью показателя преломления от напряженности поля электромагнитной волны), а также нормальной дисперсией (показатель преломления растет при уменьшении длины волны), что приводит к аналогичному результату: сдвиг фаз за счет нелинейности вызывает кручение фронта волны и ее разрушение. Удастся ли “оседлать” новый вид ондулярного бора в практических нуждах, покажет время, но для ученых польза очевидна – волновое явление, наблюдения которого были относительно редки и требовали особых условий, может теперь быть повторено в любой оптической лаборатории.

*А. Пятаков*

*1. J. Fatome et al., Phys. Rev. X 4, 021022 (2014).*

## КОНФЕРЕНЦИИ

### ***3rd International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences, (IC-MSQUARE 2014), August 28-31, 2014, Madrid, Spain***

The conference aims to promote the knowledge and the development of high-quality research in mathematical fields that have to do with the applications of other scientific fields and the modern technological trends that appear in them, these fields being those of Physics, Chemistry, Biology, Medicine, Economics, Sociology, Environmental sciences etc.

#### *Topics:*

- mathematical modeling in Fundamental Physics
- computational chemistry, biology, and biophysics
- evolutionary computation
- new generation computing tools
- distributed scientific computing
- experimental data processing
- computer algebra
- multiscale modeling
- multiphysics modeling
- discretization methods

#### *Important dates*

Abstract submission deadline - **June 30**

Last notification of acceptance - **July 4**

Early registration deadline - **June 6**

Full paper review submission deadline - **July 31**

Web site: <http://www.icmsquare.net>

### ***V Международная конференция “Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества” с элементами научной школы, 6 - 10 октября 2014 г., г. Суздаль, Россия***

*Тематика конференции*

**Секция 1.** Магнитные материалы и системы

**Секция 2.** Композиционные материалы, включая полимерные

**Секция 3.** Функциональные металлические материалы

**Секция 4.** Функциональные керамические материалы

**Секция 5.** Инновационные технологии. Проблемы экономики и экологии

**Секция 6.** Теория и технологии глубокой очистки веществ

В рамках V Международной конференции “Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества” будет проходить **молодежная школа-конференция**.

**Научная программа молодежной школы-конференции предусматривает:**

- лекции ведущих специалистов из крупнейших научных центров России и зарубежных университетов;
- молодежные сессии, на которых молодые ученые смогут выступить с устными и стендовыми докладами;
- круглые столы;
- конкурс научных докладов.

#### *Основные даты*

Регистрация - не позднее **1 июня 2014 г.** (в личном кабинете на сайте конференции)

Срок подачи тезисов - **1 марта - 1 июня 2014 г.** (в личном кабинете на сайте конференции)

Электронная почта: [fnm@imetran.ru](mailto:fnm@imetran.ru)

Сайт: [www.fnm.imetran.ru](http://www.fnm.imetran.ru).

### ***Fourth International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, 9 - 13 March 2015, Sitges (near Barcelona), Spain***

This 5-day conference will start each morning with a plenary lecture followed by 3 parallel symposia focusing on the following topics:

#### **Symposium A:** Biohybrids and biomaterials

Combining advanced materials with biology has become one of the most innovative research fields. This symposium will highlight recent advances in the design of functional materials that mimic, or are inspired by, materials found in nature. Materials prepared using biological systems, including living organisms and renewable sources and materials, will also be covered. Nanostructural control for the delivery of biological

molecules and cells will be reviewed. Another topic of focus will be hybrid materials specifically designed for biomedical applications.

Topics include bioinspired, biomimetic materials, biomineralisation, biosensors, biocatalysts, green materials, synthetic/biopolymer hybrids, nanomedicine, drug delivery, advanced implants, biotemplates, bioreactors, living materials.

**Symposium B:** Functional hybrid nanomaterials, nanocomposites and their applications

Hybrid nanocomposites offer unique advantage to enable integration, miniaturisation and multifunctionalisation of devices. This symposium will focus on nanochemistry and nanotectonic based approaches to hybrid materials, including polymer-matrix nanocomposites, hybrid nanomaterials and functional nanostructures. Equal attention will be paid to recent development in polymer science, metallic/oxide nanoparticle design and characterization/properties of the organic-inorganic interface at the nanoscale.

Topics include sol-gel derived hybrids, functional hybrid nanoparticles and nanotubes, functional nanostructures, nanoheterostructures, selforganisation of nanoobjects, nanocomposites, glassy composites; energy, environmental and structural hybrids, applications; modern methodologies for advanced materials characterization, bionanocomposites.

**Symposium C:** Functional porous materials

The ability to tailor materials properties over broad length scales suggests that research on hybrids can significantly impact diverse fields, such as nanophotonics, separation techniques, catalysis and smart coatings. This symposium will be dedicated to preparation and applications of porous hybrid materials, including zeolites, MOFs and meso/macroporous materials, with special emphasize on self-assembly and templated growth processing and rational design of hierarchical structures.

Topics include zeolites, MOFs, COFs, mesoporous materials, foams, macrocellular solids, hierarchically structured materials, clathrates, membranes, porous polymeric systems, carbon-related functional porous materials

*Deadlines*

Abstract submission deadline - **15 September 2014**

Author notification deadline - **17 November 2014**

Early author registration deadline - **12 December 2014**

Accommodation booking deadline - **5 January 2015**

E-mail: [Content-HybridMaterials2015@elsevier.com](mailto:Content-HybridMaterials2015@elsevier.com)

Web site: <http://www.hybridmaterialsconference.com>

**Workshop on “Probing and Understanding Exotic Superconductors and Superfluids”, (EXS2014), 27 - 31 October 2014, Trieste, Italy**

The Workshop is meant to showcase several new approaches to the experimental and theoretical understanding of **superconductors and superfluids**, comparing **solid-state and ultracold-atoms** advances with the aim of a cross-fertilization between the two fields. It will feature rapidly developing topics and research areas, ranging from novel (time-resolved and k-resolved) optical spectroscopies to new trapping and imaging methods for ultracold gases, with the unifying contribution of different theoretical approaches, such as Dynamical Mean-Field theory, Diagrammatic and Quantum Monte Carlo methods. Special attention will be devoted to the exotic superfluid and superconducting states which arise from the interplay between pairing, correlations, disorder and reduced dimensionality.

Deadline For Applications: **1 July 2014**

E-mail: [smr2612@ictp.it](mailto:smr2612@ictp.it)

Info and application form:

[http://cdsagenda5.ictp.trieste.it/full\\_display.php?ida=a13228](http://cdsagenda5.ictp.trieste.it/full_display.php?ida=a13228)

Экспресс-бюллетень ПерсТ издается совместной информационной группой  
ИФТТ РАН и НИЦ «Курчатовский институт»

Главный редактор: И.Чугуева, e-mail: [irina@issp.ras.ru](mailto:irina@issp.ras.ru)

Научные редакторы К.Кугель, Ю.Метлин

В подготовке выпуска принимали участие О.Алексеева, М.Маслов, Л.Опенев, А.Пятаков

Выпускающий редактор: И.Фурлетова

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64<sup>а</sup>