

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный университет»

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ИЗУЧЕНИЯ КЛАСТЕРОВ,  
НАНОСТРУКТУР  
И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

***МЕЖВУЗОВСКИЙ СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ***

**выпуск 10**

**ТВЕРЬ 2018**

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

Ф50

Рецензирование статей осуществляется на основании Положения о рецензировании статей и материалов для опубликования в Межвузовском сборнике научных трудов «Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов».

**Официальный сайт издания в сети Интернет:  
[www.physchemaspects.ru](http://www.physchemaspects.ru)**

**Ф50** Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]: межвуз. сб. науч. тр. / под общей редакцией В.М. Самсонова, Н.Ю. Сдобнякова. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. – Вып. 10. – 708 с.

ISBN 978-5-7609-1395-1

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 7747789 от 13.12.2011.

Сборник составлен из оригинальных статей теоретического и экспериментального характера, отражающих результаты исследований в области изучения физико-химических процессов с участием кластеров, наноструктур и наноматериалов физики, включая межфазные явления и нанотермодинамику. Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников, преподавателей ВУЗов, студентов и аспирантов. Издание подготовлено на кафедре общей физики Тверского государственного университета.

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

ISBN 978-5-7609-1395-1

ISSN 2226-4442

© Коллектив авторов, 2018  
© Тверской государственной  
университет, 2018

УДК 538.971

## ЭЛЕКТРОННО-СТИМУЛИРОВАННАЯ ДЕСОРБЦИЯ АТОМОВ Cs С ГРАФЕНА НА Ir : ЭКСПЕРИМЕНТ И МОДЕЛЬ

Ю.А. Кузнецов, М.Н. Лапушкин

ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук»  
194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул. 26  
kuznets@ms.ioffe.ru

DOI: 10.26456/pcascnn/2018.10.393

**Аннотация:** Исследованы процессы электронно-стимулированной десорбции атомов Cs с плёнки графена на иридиевой ленте. Предложена модель, описывающая процессы электронно-стимулированной десорбции атомов Cs с плёнки графена. Показаны общность и различие процессов электронно-стимулированной десорбции для высоко- и низкоэнергетических пиков в распределениях десорбирующихся атомов по кинетическим энергиям.

**Ключевые слова:** электронно-стимулированная десорбция, адсорбция, щелочные металлы, графен.

### 1. Введение

Создание графена *Gr* на металлических поверхностях и исследования процессов, происходящих на поверхности графена, имеют давнюю историю. Так двумерные плёнки углерода, которые в дальнейшем получили название графен, исследуются с 1960-х годов и были хорошо изучены уже в XX веке [1]. Двумерные плёнки графена на металлах получают прогревом образца в парах органических молекул, например бензола, причём получаемые на поверхности металлов плёнки графена имеют слабую связь с поверхностью металла [2].

Изучение процесса адсорбции атомов Cs на *Gr/Ir* методом Оже-спектроскопии показало, что при комнатных температурах происходит не только адсорбция атомов Cs, но и их интеркаляция в слой *Gr/Ir* [2]. Изучение же фотовоздействия на слой графена на *Ir* выявило, что под действием света происходит подъём краевых атомов островков графена на иридии, приводя к слёту атомов Cs из слоя *Gr/Ir* [3]. Были исследованы и процессы реакций между молекулой CsCl и атомами бария на поверхности *Gr/Ir* [4], а с помощью полевой электронной и полевой десорбционной микроскопии изучены эмиссия электронов и десорбция ионов Cs<sup>+</sup> с моноатомной плёнки графена на *Ir* в сильных электрических полях [5]. При полевой десорбции с плёнки графена на плоских гранях иридиевого острия наблюдаются импульсы тока ионов Cs<sup>+</sup> длительностью менее 0,1 с. В целом же, можно констатировать, что процессы адсорбции цезия на графите изучены хорошо [6].

### 2. Постановка задачи

В настоящей работе проведено исследование поверхности *Gr/Ir*

методом электронно-стимулированной десорбции (ЭСД) [7]. Облучение поверхности твёрдого тела электронами может приводить к десорбции атомов и ионов с поверхности. ЭСД атомов и ионов наблюдается только из диэлектрических образцов и адсорбированных на них плёнок. Впервые ЭСД атомов  $Cs$  с  $Gr/Ir$  была зарегистрирована в работе [8]. ЭСД успешно применялась при исследовании адсорбции щелочных и редкоземельных металлов на различных полупроводниковых подложках. На основе Оже-стимулированной десорбции была создана модель ЭСД нейтральных частиц при наличии локального состояния  $E_{loc}$  вблизи дна зоны проводимости  $E_c$  [9-10]. Было показано, что процессы ЭСД происходят в интерфейсе металл – полупроводниковая плёнка. В данной работе была поставлена задача дать описание электронно-стимулированной десорбции нейтральных атомов  $Cs$  с поверхности  $Gr/Ir$ , а также представить модель процессов ЭСД, протекающих в системе  $Gr/Ir$ .

Предлагаемые в настоящей работе исследования были проведены в сверхвысоковакуумной установке «Спектрометр ЭСД». Прибор и методика измерений описаны ранее [9].

### 3. Описание результатов

В качестве подложки использовалась текстурированная иридиевая лента с преимущественным выходом на поверхность грани (111). Плёнки графена на  $Ir$  термостабильны до высоких температур  $\sim 1800$  К. Графен на  $Ir(111)$  формировался стандартным способом – экспозицией нагретого до 1700 К иридия в парах бензола при давлении  $\sim 10^{-6}$  Торр: молекулы бензола разлагаются на нагретом  $Ir$ , при этом водород десорбируется, а атомы углерода образуют плёнку графена. На графене молекулы бензола не диссоциируют, и процесс роста плёнки заканчивается формированием одного слоя графена. Температура образца во время измерений была 160 К, что обеспечивало отсутствие, во-первых, диффузии атомов  $Cs$  по поверхности, и, во-вторых, интеркаляции атомов  $Cs$  в слой между графеном и иридием. Исследуемые образцы облучались пучком электронов с энергией в диапазоне  $0 \div 300$  эВ. Десорбирующиеся атомы ионизировались на ленте поверхностной ионизации, а получаемый ионный сигнал усиливался с помощью электронного умножителя. Давление остаточных газов в установке не превышало  $5 \cdot 10^{-10}$  Торр.

ЭСД атомов характеризуется величиной выхода ЭСД, равной отношению плотности десорбирующегося потока атомов к плотности потока электронов, возбуждающих ЭСД. Установка позволяла регистрировать выход ЭСД атомов с рекордной чувствительностью, измерять зависимость этого выхода от энергии возбуждающих электронов,

от количества адсорбата и адсорбента, нанесённых на подложку, от температуры подложки, а также определять распределение десорбирующихся атомов по кинетическим энергиям (по времени их пролёта от образца до ионизатора).

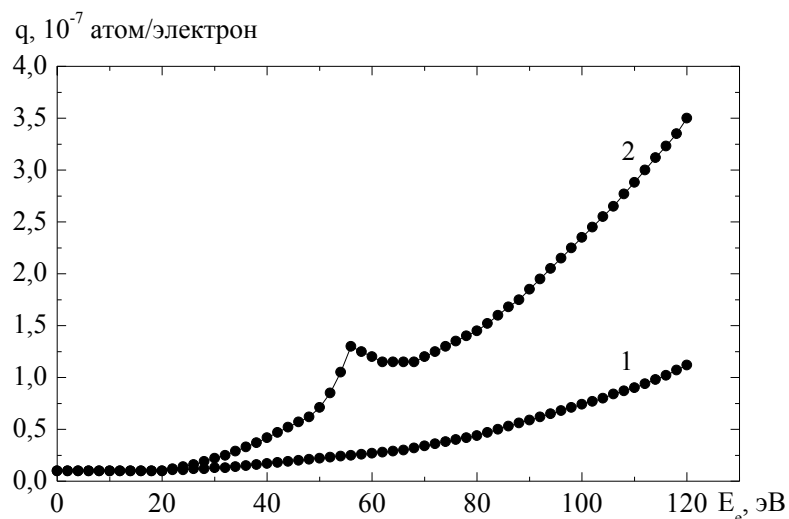


Рис. 1. Зависимости выхода атомов Cs при ЭСД с поверхности графена на иридии, от энергии электронов для различных величин покрытия цезия: 1 –  $0,5 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ , 2 –  $2,0 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ . Температура поверхности 160 К.

На рис. 1 представлены зависимости выхода  $q$  атомов Cs при ЭСД с *Gr/Ir*, измеренные при температуре 160 К. Видно, что ЭСД атомов Cs начинается при энергии возбуждения 20 эВ, что близко к значению энергии связи уровня *C 2s* равному 18 эВ [11]. Значение данного порога не изменяется с изменением покрытия цезия. Наблюдаемые энергетические зависимости выхода ЭСД не имеют резонансной структуры, вплоть до величины покрытия цезия  $1,2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ . В работе [12] было дано объяснение случаю нерезонансной зависимости выхода ЭСД от энергии электронов. Формально процесс ЭСД имеет резонансную структуру, т.е. процесс ЭСД могут возбуждать только электроны с энергией, соответствующей переходу из основного уровня атома *C 2s* на незанятые уровни выше уровня Ферми. Однако при облучении твёрдого тела монохроматическим пучком электронов с энергией  $E_e$  электроны в твёрдом теле теряют часть энергии при столкновениях с кристаллической решёткой. Это ведёт к уменьшению их кинетической энергии и приводит к формированию непрерывного спектра кинетических энергий электронов, которые могут возбуждать процесс ЭСД. В нашем случае за счёт наличия электронов, потерявших энергию, так называемых вторичных электронов, спектр возбуждения процесса ЭСД носит непрерывный характер. При больших величинах покрытия цезия на зависимости  $q(E_e)$  появляется пик,

интенсивность которого растёт с увеличением покрытия цезия. Максимум пика расположен при 56 эВ и приблизительно соответствует энергиям связи уровней иридия  $4f_{5/2}$ ,  $4f_{7/2}$ ,  $5p_{1/2}$ ,  $5p_{3/2}$  – 63,8, 60,8, 63,0 и 48 эВ, соответственно.

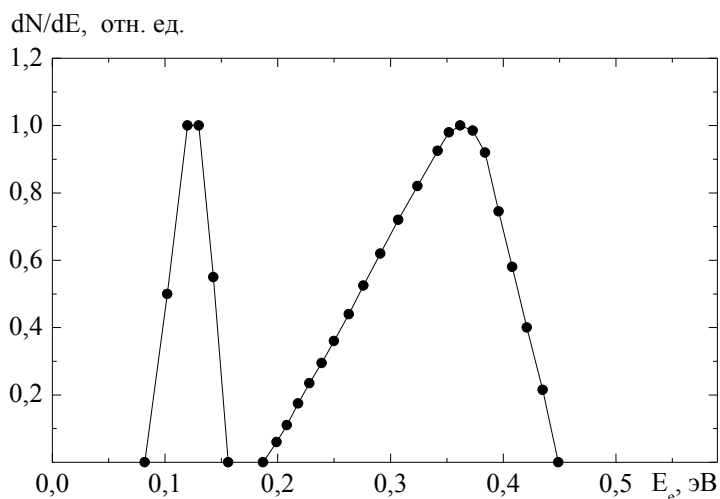


Рис. 2. Нормированные энергораспределения атомов  $Cs$  при ЭСД с поверхности графена на иридии при температуре поверхности 160 К для энергии электронов 56 эВ. Величина покрытия цезия  $2,0 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ .

На рис. 2 представлены нормированные энергораспределения (ЭР) атомов  $Cs$  при ЭСД. Видно, что ЭР состоят из двух пиков: высокоэнергетического (ВЭ) и низкоэнергетического (НЭ). Наблюдается сложная эволюция изменения ЭР: с увеличением покрытия цезия происходит практически линейный рост выхода в ВЭ и НЭ пиках ЭР. Причём НЭ пик появляется лишь при покрытии цезия  $1,2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ , а рост НЭ пика происходит вплоть до покрытия цезия  $4,0 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ .

Для объяснения процесса ЭСД атомов  $Cs$  с графена на иридии воспользуемся идеями, предложенными нами ранее в работах [9, 10, 13, 14], а также полученными в экспериментальных работах и теоретических расчётах данными о графене на иридии [15-17]. Работа выхода системы  $Gr/Ir$  составляет 4,45 эВ [18], графен является бесщелевым полупроводником. Процессы, происходящие при ЭСД атомов  $Cs$  в системе  $Gr/Ir$  можно охарактеризовать схемой, изображенной на рис. 3.

Рассмотрим схему переходов для ВЭ пика ЭР при ЭСД атомов  $Cs$ . Электронное облучение образца приводит к возбуждению электрона (1) из основного уровня  $C 2s$  в зону свободных состояний графена. После этого происходит нейтрализация дырки на уровне  $C 2s$  за счёт возможных Оже-процессов: перехода электрона (2) из валентной зоны  $Ir$  и выброса электрона из валентной зоны  $Ir$  в вакуум (3). На следующем этапе

происходит захват электрона (4) в зону незанятых состояний адатомов Cs, что приводит к образованию нейтрального атома Cs с увеличением его размеров и последующему слёту атома Cs.

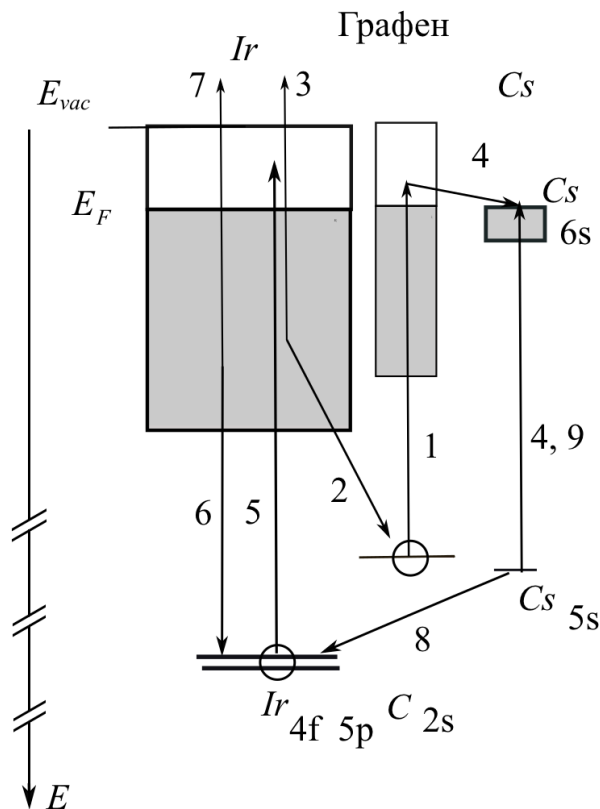


Рис. 3. Схема процессов при ЭСД атомов Cs с поверхности иридия, покрытого графеном. Здесь  $E_F$  – уровень Ферми,  $E_{vac}$  – уровень вакуума.

Рассмотрим схему переходов для НЭ пика ЭР при ЭСД атомов Cs. Электронное облучение образца приводит к возбуждению электрона (5) из основных уровней Ir  $4f_{5/2}$ ,  $4f_{7/2}$ ,  $5p_{1/2}$ ,  $5p_{3/2}$  в зону незанятых состояний Ir. Тогда может происходить следующий процесс: Оже-нейтрализация дырки на уровнях Ir  $4f_{5/2}$ ,  $4f_{7/2}$ ,  $5p_{1/2}$ ,  $5p_{3/2}$  при переходе электрона (6) из валентной зоны Ir с выбросом электрона из валентной зоны Ir в вакуум (7), что является паразитным процессом. К образованию же десорбирующегося атома Cs приводит следующий процесс: переход (8) электрона с уровня Cs  $5s$  (с энергией связи 22,7 эВ) на уровни Ir  $4f_{5/2}$ ,  $4f_{7/2}$ ,  $5p_{1/2}$ ,  $5p_{3/2}$  с одновременным захватом (9) Оже-электрона на валентный уровень цезия соседнего атома Cs, который получает излишний заряд с увеличением размера атома, что придает ему импульс от поверхности. Атом Cs слетает в виде нейтрального атома, так как его сродство к электрону составляет 0,47 эВ. Таким образом, становится ясно, почему НЭ пик ЭР появляется лишь при покрытии цезия  $1,2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ : до тех пор пока расстояние между

адатомами Cs велико, Оже-процесс, связанный с двумя адатомами Cs маловероятен. При покрытиях цезия больших, чем  $1,2 \cdot 10^{14}$  см<sup>-2</sup>, отношение интенсивностей ВЭ и НЭ пиков ЭР не изменяется, что указывает на эффективность вышеуказанного процесса. Однако до сих пор остаётся неясным квазирезонансный вид НЭ пика ЭР.

#### 4. Заключение

Исследованы концентрационные зависимости выхода ЭСД атомов Cs с поверхности иридия, покрытого графеном. Предложена модель, описывающая процессы при ЭСД атомов Cs. Показаны общность и различие процессов ЭСД для ВЭ и НЭ пиков ЭР.

#### Библиографический список:

1. **Bartelt, N.C.** Graphene growth on metal surfaces / N.C. Bartelt, K.F. McCarty // Material Research Society Bulletin. – 2012. – V. 37. – I. 12. – P. 1158-1165.
2. **Тонтегоде, А.Я.** Интеркалирование атомами двумерной графитовой пленки на металлах / А.Я. Тонтегоде, Е.В. Рутьков // Успехи физических наук. – 1993. – Т. 163. – Вып. 11. – С. 57-74.
3. **Зандберг, Э.Я.** Фото- и электронно-стимулированная деформация монослоя графита на иридии / Э.Я. Зандберг, М.В. Кнатько, В.И. Палеев // Письма в Журнал технической физики. – 1986. – Т. 12. – Вып. 7. – С. 388-392.
4. **Зандберг, Э.Я.** Взаимодействие молекул CsCl с барьером на поверхности графита на иридии / Э.Я. Зандберг, Н.М. Насруллаев, Е.В. Рутьков, А.Я. Тонтегоде // Доклады Академии Наук. – 1987. – Т. 295. – Вып. 3. – С. 633-636.
5. **Бернацкий, Д.П.** Полевая электронная эмиссия и полевая десорбция цезия с графена / Д.П. Бернацкий, В.Г. Павлов // Журнал технической физики. – 2013. – Т. 83. – Вып. 6. – С. 33-37.
6. **Caragiu, M.** Alkali metal adsorption on graphite: a review / M. Caragiu, Sh. Finberg // Journal of Physics: Condensed Matter. – 2005. – V. 17. – I. 35. – P. R995-R1024.
7. **Ageev, V.N.** Desorption induced by electronic transitions / V.N. Ageev // Progress in Surface Science. – 1994. – V. 47. – I. 1-2. – P. 55-203.
8. **Кузнецов, Ю.А.** Электронно-стимулированная десорбция атомов цезия с графена на иридии / Ю.А. Кузнецов, Е.В. Рутьков, Н.Р. Галль // Письма в Журнал технической физики. – 2018. – Т. 44. – Вып. 12. – С. 103-110.
9. **Кузнецов, Ю.А.** Электронно-стимулированная десорбция атомов цезия, адсорбированных на поверхности золота / Ю.А. Кузнецов, М.Н. Лапушкин // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2015. – Вып. 7. – С. 333-340.
10. **Кузнецов, Ю.А.** Электронно-стимулированная десорбция атомов цезия из слоев цезия, адсорбированных на поверхности золота / Ю.А. Кузнецов, М.Н. Лапушкин, Н.Д. Потехина // Письма в Журнал технической физики. – 2016. – Т. 42. – Вып. 12. – С. 14-21.
11. **Xie, Y.** Ultrahigh purity graphite electrode by core level and valence band XPS / Y. Xie, P.M. A. Sherwood // Surface Science Spectra. – 1992. – V. 1. – I. 4. – P. 367-372.
12. **Агеев, В.Н.** Влияние вторичных электронов на выход электронно-стимулированной



десорбции нейтральных атомов в зависимости от локализации остовных возбуждений в подложке / В.Н. Агеев, Ю.А. Кузнецов, Н.Д. Потехина // Физика твердого тела. – 2007. – Т. 49. – Вып. 8. – С. 1514-1521.

13. **Кузнецов, Ю.А.** Влияние глубины проникновения возбуждающих электронов на выход электронно-стимулированной десорбции / Ю.А. Кузнецов, М.Н. Лапушкин // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2016. – Вып. 8. – С. 207-213.

14. **Кузнецов, Ю.А.** Выход электронно-стимулированной десорбции и глубина проникновения возбуждающих электронов / Ю.А. Кузнецов, М.Н. Лапушкин // Письма в Журнал технической физики. – 2017. – Т. 43. – Вып. 14. – С. 80-87.

15. **Wintterlin, J.** Graphene on metal surfaces / J. Wintterlin, M.-L. Bocquet // Surface Science. – 2009. – V. 603. – I. 10-12. – P. 1841-1852.

16. **Rusponi, S.** Highly Anisotropic Dirac Cones in Epitaxial Graphene Modulated by an Island Superlattice / S. Rusponi, M. Papagno, P. Moras, et al. // Physical Review Letters. – 2010. – V. 105. – I. 24. – P. 246803-1-246803-4.

17. **Brako, R.** Graphene on *Ir*(111) surface: from van der Waals to strong bonding / R. Brako, D. Sokcevic, P. Lazic, N. Atodiresei // New Journal of Physics. – 2010. – V. 12. – I. 11. – P. 113016-1-113016-17.

18. **Gall, N.R.** Two dimensional graphite films on metals and their intercalation / N.R. Gall, E.V. Rut'kov, A.Ya. Tontegode // International Journal of Modern Physics B. – 1997. – V. 11. – I. 16. – P. 1865-1911.

#### References:

1. **Bartelt, N.C.** Graphene growth on metal surfaces / N.C. Bartelt, K.F. McCarty // Material Research Society Bulletin. – 2012. – V. 37. – I. 12. – P. 1158-1165.

2. **Tontegode, A.Ya.** Interkalirovanie atomami dvumernoj grafitovoj plenki na metallah / A.Ya. Tontegode, E.V. Rut'kov // Uspekhi fizicheskikh nauk. – 1993. – V. 163. – I. 11. – P. 57-74.

3. **Zandberg, E.Ya.** Foto- i elektronno-stimulirovannaya deformaciya monosloya grafita na iridii / E.Ya. Zandberg, M.V. Knat'ko, V.I. Paleev // Pis'ma v Zhurnal tekhnicheskoy fiziki. – 1986. – V. 12. – I. 7. – P. 388-392.

4. Zandberg, E.Ya. Vzaimodejstvie molekul *CsCl* s bariem na poverhnosti grafita na iridii / E.Ya. Zandberg, N.M. Nasrullaev, E.V. Rut'kov, A.Ya. Tontegode // Doklady Akademii Nauk. – 1987. – V. 295. – I. 3. – P. 633-636.

5. **Bernatskii, D.P.** Polevaya elektronnaya emissiya i polevaya desorbciya ceziya s grafena / D.P. Bernatskii, V.G. Pavlov // Zhurnal tekhnicheskoy fiziki. – 2013. – V. 83. – I. 6. – P. 33-37.

6. **Caragiu, M.** Alkali metal adsorption on graphite: a review / M. Caragiu, Sh. Finberg // Journal of Physics: Condensed Matter. – 2005. – V. 17. – I. 35. – P. R995-R1024.

7. **Ageev, V.N.** Desorption induced by electronic transitions / V.N. Ageev // Progress in Surface Science. – 1994. – V. 47. – I. 1-2. – P. 55-203.

8. **Kuznecov, Yu.A.** Elektronno-stimulirovannaya desorbciya atomov ceziya s grafena na iridii / Yu.A. Kuznecov, E.V. Rut'kov, N.R. Gall // Pis'ma v Zhurnal tekhnicheskoy fiziki. – 2018. – V. 44. – I. 12. – P. 103-110.

9. **Kuznecov, Yu.A.** Elektronno-stimulirovannaya desorbciya atomov ceziya, adsorbirovannyh na poverhnosti zolota / Yu.A. Kuznecov, M.N. Lapushkin // Fiziko-himicheskie aspekty izucheniya klasterov, nanostruktur i nanomaterialov. – 2015. – I. 7.

– P. 333-340.

10. **Kuznecov, Yu.A.** Elektronno-stimulirovannaya desorbciya atomov ceziya iz sloev ceziya, adsorbirovannyh na poverhnosti zolota / Yu.A. Kuznecov, M.N. Lapushkin, N.D. Potekhina // *Pis'ma v Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*. – 2016. – V. 42. – I. 12. – P. 14-21.

11. **Xie, Y.** Ultrahigh purity graphite electrode by core level and valence band XPS / Y. Xie, P.M. A. Sherwood // *Surface Science Spectra*. – 1992. – V. 1. – I. 4. – P. 367-372.

12. **Ageev, V.N.** Vliyanie vtorichnyh elektronov na vyhod elektronno-stimulirovannoj desorbicii nejtral'nyh atomov v zavisimosti ot lokalizacii ostovnyh vozbuzhdenij v podlozhke / V.N. Ageev, YU.A. Kuznecov, N.D. Potekhina // *Fizika tverdogo tela*. – 2007. – V. 49. – I. 8. – P. 1514-1521.

13. **Kuznecov, Yu.A.** Vliyanie glubiny proniknoveniya vozbuzhdayushchih elektronov na vyhod elektronno-stimulirovannoj desorbicii / Yu.A. Kuznecov, M.N. Lapushkin // *Fiziko-himicheskie aspekty izucheniya klasterov, nanostruktur i nanomaterialov*. – 2016. – I. 8. – P. 207-213.

14. **Kuznecov, Yu.A.** Vyhod elektronno-stimulirovannoj desorbicii i glubina proniknoveniya vozbuzhdayushchih elektronov / Yu.A. Kuznecov, M.N. Lapushkin // *Pis'ma v Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*. – 2017. – V. 43. – I. 14. – P. 80-87.

15. **Wintterlin, J.** Graphene on metal surfaces / J. Wintterlin, M.-L. Bocquet // *Surface Science*. – 2009. – V. 603. – I. 10-12. – P. 1841-1852.

16. **Rusponi, S.** Highly Anisotropic Dirac Cones in Epitaxial Graphene Modulated by an Island Superlattice / S. Rusponi, M. Papagno, P. Moras, et al. // *Physical Review Letters*. – 2010. – V. 105. – I. 24. – P. 246803-1-246803-4.

17. **Brako, R.** Graphene on *Ir*(111) surface: from van der Waals to strong bonding / R. Brako, D. Sokcevic, P. Lazic, N. Atodiresei // *New Journal of Physics*. – 2010. – V. 12. – I. 11. – P. 113016-1-113016-17.

18. **Gall, N.R.** Two dimensional graphite films on metals and their intercalation / N.R. Gall, E.V. Rut'kov, A.Ya. Tontegode // *International Journal of Modern Physics B*. – 1997. – V. 11. – I. 16. – P. 1865-1911.

#### **ELECTRON-STIMULATED DESORPTION OF Cs ATOMS FROM GRAPHENE ON Ir : EXPERIMENT AND MODEL**

Yu.A. Kuznetsov, M.N. Lapushkin  
*Ioffe Institute*

DOI: 10.26456/pcascnn/2018.10.393

**Abstract:** The processes of electron-stimulated desorption of *Cs* atoms from the graphene film on the iridium ribbon have been studied. The model of the *Cs* atom electron-stimulated desorption processes from the graphene film have been suggested. It has been shown the community and the difference of the electron-stimulated desorption processes for high-energy and low-energy peaks in the kinetic energy distributions of the desorbed atoms.

*Keywords:* *electron-stimulated desorption, adsorption, alkali metals, graphene.*

*Кузнецов Юрий Александрович – научный сотрудник, ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук»*

*Лапушкин Михаил Николаевич – к.ф.-м.н., доцент по специальности, старший научный сотрудник, ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук»*

*Yury A. Kuznetsov – Researcher, Ioffe Institute*

*Mikhail N. Lapushkin – Ph. D., Docent, Senior Researcher, Ioffe Institute*