

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СПЕЦІАЛЬНА БЕЗПЕКА
НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ**

№ 2(004) 2018

ЗМІСТ

Musokhranov B.A.

PROBLEMS OF COPYRIGHT PROTECTION IN THE EXAMPLE OF INVENTION IN
COKE-CHEMICAL INDUSTRY2

Кучеров А.П., Лавровский С.Е.

ПИКОСКОПИЯ – ПРЯМАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МОЛЕКУЛ.....12

РЕЦЕНЗІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ПОВІДОМЛЕННЯ

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ42

Musokhranov B.A.

Ouliana Trading, S.L.CALLE JOSE DE ZARATE Y PENICHER, 11 - 5B E-38001
SANTA CRUZ DE TENERIFE , Spain

**PROBLEMS OF COPYRIGHT PROTECTION IN THE EXAMPLE OF
INVENTION IN COKE-CHEMICAL INDUSTRY**

Abstract: The paper concerns chemical production of coke, in particular with an optimal ratio of components from all-in-one coals of different types, which contain: 25-65% in mass of fat or gaseous-fat coals and 35-75% in mass of lean coke coals; 25-40% in mass of fat coals, 35-60% in mass of low-agglomerating coke coals and 5-35% in mass of lean coke coals; 30-55% in mass of gaseous-fat coals, 30-60% in mass of low-agglomerating coke coals and 5-20% in mass of lean coke coals; 35-40% in mass of fat coals 5-15% in mass of gaseous-fat coals and 50-55% in mass of low-agglomerating coke coals; 10-30% in mass of fat coals, 20-30% in mass of gaseous-fat coals, 20-60% in mass of low-agglomerating coke coals and 5-25% in mass of lean coke coals. The paper reveals the problem of Illegal use of objects of copyright and suggested the options for protection of intellectual capital with help public organizations.

Keywords. Coke-chemical industry; Metallurgical coke; Exclusive rights protection.

**ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ АВТОРСКИХ ПРАВ НА ПРИМЕРЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ В КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Аннотация: Статья посвящена химическому производству кокса, в частности, с оптимальным соотношением компонентов из всех-в-одном углях разного типа, которые содержат: 25-65% в массе жирных или газообразных углей и 35-75% в массе обедненных коксовых углей; 25-40% в массе жирных углей, 35-60% в массе низкоагломерирующих коксовых углей и 5-35% в массе обедненных коксовых углей; 30-55% в массе газообразных жиров, 30-60% в массе низкоагломерирующих коксовых углей и 5-20% в массе низкокалорийных углей; 35-40% в массе жирных углей 5-15% в массе газообразных жиров и 50-55% в массе низкоагломерирующих коксовых углей; 10-30% в массе жирных углей, 20-30% в массе газообразных жиров, 20-60% в массе низкоагломерирующих коксовых углей и 5-25% в массе обедненных коксовых углей. В статье раскрывается проблема незаконного использования объектов авторского права и предлагаются варианты защиты интеллектуального капитала с помощью общественных организаций.

Ключевые слова. Коксохимическая промышленность; Metallurgical coke; Защита авторских прав.

Introduction. It is known that no meaningful industrialization can take place in a nation without Iron and Steel. The most expensive component of the blast furnace charge is coke. High-quality metallurgical coke has been produced from good coking coals [1]. The price rise and reduced availability of prime coking coals on a world-wide scale has caused intensive studies of the behavior of coal blends in the so-called co-carbonization process where lower rank coals with some additives were used instead of prime coking coals [2,3].

A wide variety of carbonaceous materials of different origin including coal tars, petroleum residues and pitches, coal extracts and model organic compounds have been evaluated as an additive in co-carbonization with single coals and coal blends [4,5].

To obtain the domain coke with the necessary qualitative indicators, coke chemists develop and use purposeful regulation of the quality of coke by introducing into the coal charge of uncomplicated additives: coke dust and trifle, anthracite, semi-coke, as well as inorganic additives (finely dispersed oxides of titanium, iron and aluminum) [6, 7]. The addition of silicon carbide (up to 1% by weight of the charge) is effective volume-modifying additive for the production of metallurgical coke [8]. However, additives are expensive and greatly increase the cost of obtaining metallurgical coke.

Objective. The goal is to produce the high-quality metallurgical coke with halpe an optimal mixtures of lower rank coals without of any additives.

Deficiencies of the Obsolete Technologies

The main deficiency of the obsolete methods of obtaining a mixture is the necessity to use a sintering additive complicating the manufacturing technology and increasing the costs of obtaining a mixture.

The companies that used coke coals in circulation were characterized by high agglomerating capacity having a free swell index, FSI, and a low volatiles yield or high vitrinite reflectance, R_o , which determined the production of coke of high mechanical strength.

Such grades of coals were originally: coke (K) and fat coke (KZh) coals. In various compositions of mixtures of coals of various grades for obtaining coke, various additives such as coal pitches, oil tars, ground rubber are used most often to improve agglomerating capacity of mixtures; petroleum calcinated coke breeze prepared by a special technology is added as well.

In a mixture containing such coal grades as gaseous, fat, lean agglomerating and low-ash low-agglomerating coals, an additive of phthalo pitch containing waste of coke-chemical production is used.

Into a mixture containing coals of such different grades as gaseous-fat and fat, coke, low-agglomerating lean and low-agglomerating coke, an additive is introduced from the waste of coke-chemical production, applied to crumb rubber of spent rubber products.

The use of additives, though, requires their special preparation, and also complicates the technology of preparation of mixtures. In addition, pitches are known currently to be fully used in the electrode industry, they are in deficiency and expensive. Petroleum

products are also expensive raw materials. The use of rubber introduces an additional amount of sulfur the content of which in coke is regulated.

The mixture closest to the mixture of coals proposed is a mixture for obtaining metallurgical coke, containing the coals of grades:

fat coals 20-30

gaseous-fat coals 15-20

low-agglomerating coke coals 20-40

lean agglomerating, as well as including a sintering additive produced from a pitch-like product obtained by a special technology from coal with an additive mixed with plastic waste.

The proposed technology. The invention of Boris Musokhranov related to coke-chemical industry, in particular, to compositions for manufacture of metallurgical coke was registered as far back as in 2007 and has demonstrated its economic efficiency in practice.

The technical result achieved in the implementation of the claimed invention is a simplified and cheaper technology of preparing a mixture, as well as the expanded raw material base for obtaining a mixture without additives.

Currently, due to the depletion of the reserves of coke coals of K and KZh grades, it became necessary to use mixtures of run-of-mine coals of various grades.

Preparation of all types of mixtures invented by B. Musokhranov does not require any additional process operations at coke-chemical enterprises in contrast to other methods of preparation and compositions of mixtures. Therefore the quoted compositions of mixtures for coking allow quality 2 coke to be obtained and greatly expand the raw material base for obtaining a mixture without additives.

The technical result is achieved by proposing the following options of mixture compositions: a mixture for obtaining metallurgic coke containing fat (Zh) or gaseous-fat (GZh) and low-agglomerating coke (KS) coals in which the coals are introduced with the following ratio of the components, % in mass:

Formula of Invention [9,10]

1. A mixture for obtaining metallurgical coke containing fat or gaseous-fat and low-agglomerating coke coals differing in that the coals are introduced in the following ratio of components, % in mass:

Fat or gaseous-fat coals 25-65

Low-agglomerating coke coals 35-75

2. A mixture for obtaining metallurgical coke containing fat or gaseous-fat coals differing in that it additionally contains lean coke coals (KO) with the following ratio of components, % in mass:

Fat or gaseous-fat coals 25-65

Lean coke coals 35-75

3. A mixture for obtaining metallurgical coke containing fat and low-agglomerating coke coals differing in that it additionally contains lean coke coals with the following ratio of components, % in mass:

Fat coals 25-40

Low-agglomerating coke coals 35-60

Lean coke coals 5-35

4. A mixture for obtaining metallurgical coke containing gaseous-fat and low-agglomerating coke coals differing in that it additionally contains lean coke coals with the following ratio of components, % in mass: 5

Gaseous-fat coals 30-55

Low-agglomerating coke coals 30-60

Lean coke coals 5-20

5. A mixture for obtaining metallurgical coke containing fat, gaseous-fat and low-agglomerating coke coals differing in that the coals are introduced in the following ratio of components, % in mass:

Fat coals 35-40

Gaseous-fat coals 5-15

Low-agglomerating coke coals 50-55

6. A mixture for obtaining metallurgical coke containing fat, gaseous-fat and low-agglomerating coke coals differing in that it additionally contains lean coke coals with the following ratio of components, % in mass:

Fat coals 10-30

Gaseous-fat coals 20-30

Low-agglomerating coke coals 20-60

Lean coke coals 5-25

During experimental selection of mixture compositions with the optimal ratio of components the property of coals of various grades to reinforce the agglomerating properties of each other due to finding the optimal ratio of the values of free swell index, FSI, and vitrinite reflectance, Ro, require for production of quality coke, was used.

Mixtures of coals of various grades having the FSI index 5-7 and the value of Ro 1.15-1.25% corresponding to the characteristics of coke and fat coke coals have the satisfactory properties for obtaining coke.

The quantitative ratios of the components in the mixture options are selected so that they satisfy the above conditions (see Table 1). To ensure a larger freedom of choice when making up mixtures, the compensation of the properties of one component by replacing it with two other components in combination is used.

Table 1.

Bituminous Coals GOST 25543-88

Table 1 Application	Grade	Group	Subgroup
1. Process 1.1. Laminar coking 1.2. Special process of preparation and coking	KZh	-	-
	K	1K	1KV, 1KF
	Zh	2K	2KV, 2KF
	GZh	1Zh, 2Zh	-
	OS	1GZh, 2GZh	-
	GZhO	1OS	1OSV, 1OSF
	KO	2OS	2OSV, 2OSF
	G	1GZhO	1GZhOV, 1GZhOF
	KS	2GZhO	2GZhOV, 2GZhOF
	KSN	1KO	1KOV, 1 KOF
	DG	2KO	2KOV, 2 KOF
	TS	1G	1GV, 1GF
	SS	2G	-
		1KS	1KSV, 1KSF
		2KS	2KSV, 2KSF
		-	KSNV, KSNF
	-	DGV, DGF	
	-	TSV, TSF	
	1SS, 2SS		
	3SS		
All grades, groups, subgroups of bituminous coals used for laminar coking, and also			
T	1T		1TV, 1TVF
D	2T		2TV, 2TVF
	-		DV

With two components Zh and KS in a mixture the best agglomerating capacity is obtained, but the cost of the mixture increases and the maximum Ro value is difficult to obtain.

A mixture of two coals GZh and KS is less costly, but its agglomerating capacity is worse and the Ro value is reduced.

A mixture of three components GZh, KS, and KO has a higher Ro value. But its agglomerating capacity is low, which narrows the sphere of application of the obtained coke.

A mixture of another three components GZh, KS, and KO has a good agglomerating capacity, has a higher Ro value. But it is more expensive than the preceding mixture. 3 A mixture of four components GZh, Zh, KS, and KO allows a rather high agglomerating capacity and Ro values by varying the ratios of the components. But the process of preparing the mixture becomes somewhat more complicated.

An Example of Preparation of a Mixture

A mixture for coking is prepared from a number of coals of Zh grade extracted in the mine Chertinskaya Koksovaya, and run-of-mine coal of KO grade extracted on the section Novobachatsky. The run-of-mine coals from silos of run-of-mine coals at Belovskaya Central Coal Preparation Plant are dosed to the collecting conveyor by layers in the ratio 25% of Zh grade coal and 75% of KO grade coal. The two-layer mixture obtained on the conveyor is supplied for primary grinding to the size below 200mm and then to hydraulic classification where the class of the size below 0.5mm is separated and transferred to flotation. The class of the size 13-200mm is supplied for washing in dense-media separation units. The class 0.5-13mm is supplied to washing on jiggling machines. The concentrates from the jiggling machines and flotation are supplied together for drying. After the drying the concentrate is mixed on the collecting conveyor with the concentrate from the dense-media separation units which was dehydrated on vibratory screens. The mixture of the concentrates has the ratio of Zh and KO grades equal to 30:70, taking into account the washability of each grade. The prepared mixture has the vitrinite reflectance equal to Ro 1.20%, the free swell index FSI equal to 6, the thickness of plastic layer Y 17 mm, which makes it suitable for coking both independently and in a mixture with other coals. The examples of preparation of a mixture are given in table 2.

Table 2.

The examples of preparation of the mixtures with different coals.

Table 2 No. Examples		Mixture composition, % in mass			Quality indicators	
Zh	KS	GZh	KO	Free swell index, FSI, un.	Vitrinite reflectance R0 %	
1	0	35	65	0	6	1.15
2	0	75	25	0	5	1.20
3	25	75	0	0	5	1.25
4	65	35	0	0	7	1.15
5	25	0	0	75	6	1.20
6	65	0	0	35	7	1.15
7	0	0	25	75	5	1.20
8	0	0	65	35	6	1.15
9	25	60	0	15	5	1.25
10	40	35	0	25	6	1.15
11	25	40	0	35	5	1.20
12	35	60	0	5	5	1.20
13	0	60	35	5	5	1.20
14	0	35	55	10	5½	1.15
15	0	30	55	15	5½	1.15
16	0	50	30	20	5	1.25
17	35	50	15	0	5½	1.15
18	35	55	10	0	6	1.20
19	40	55	5	0	5½	1.20
20	30	20	25	25	7	1.15
21	20	45	30	5	6	1.20
22	10	60	20	10	5	1.25

Most coke-chemical and metallurgical enterprises within the Russian Federation and Ukraine use obsolete methods to obtain bituminous-coal coke, while companies engaged in coal washing, coke chemistry and metallurgy, striving for economic growth, introducing new technologies, violate the exclusive rights of B. Musokhranov, the author of this invention.

The right to use the invention.

Exclusive rights and copyright, **within the Territory of the Russian Federation** Law of the Russian Federation, the Civil Code part 4, art.1346 “Validity of Exclusive Rights to Inventions, Utility Models, and Industrial Designs within the Territory of the Russian Federation”, art.1347 “Author of an Invention, Utility Model, or Industrial Design” for the use in civil circulation of coke grades of coal: GZh (gaseous-fat), Zh (fat), KS (low-agglomerating coke), KO (lean coke), and of coking mixtures, with indicated coal grades, belong to the author of the invention **Boris Anatolyevich Musokhranov** and the patent holder, the Spanish company Ouliana Trading, S.L.[9].

Exclusive rights and copyright, **within the territory of Ukraine**, for the use in civil circulation of coke grades of coal: GZh (gaseous-fat), Zh (fat), KS (low-agglomerating coke), KO (lean coke), and of coking mixtures, with indicated coal grades, belong to the author and patent holder of the invention **Boris Anatolyevich Musokhranov**, [10], registered and published in WIPO PCT/ES2007/000199, date of patent issue in Ukraine 10.12.2010, bull.23.

Also in other states: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW EUROPEAN PATENT OFFICE (EPO) : AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR AFRICAN INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (OAPI) : BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG AFRICAN REGIONAL INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (ARIPO) : BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW EURASIAN PATENT ORGANIZATION (EAPO) : AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM.

Violation of Rights

The invention of B.Musokhranov was registered on 10 April 2007 and published in WIPO PCT/ES2007/000199.

Four years after Open Joint-Stock Company Severstal (OJSC Severstal) (RU) filed an application 011120676/05 20.05.2011 and obtained a patent RU 2461602 “A method of Making Up a Mixture for Obtaining Metallurgical Coke” (having published it on 20.09.2012 Bull.№26), having 6 arrogated the copyright and exclusive rights belonging to B.Musokhranov, for the use in civil circulation of the coke grades of coals: Zh, GZh, KO, KS.

Currently **the copyright and exclusive rights of the inventor in the Russian Federation are violated by:** NLMK Group (NLMK), Magnitogorsk Iron and Steel Works (MMK, Magnitka), Severstal PJSC, Tulachermet PJSC, Altai-Koks OJSC, Industrial Metallurgical Holding Koks PJSC, Abashevskaya Central Concentration Factory, Antonovskaya Coal-Cleaning Plant JSC, Belovskaya Central Coal Preparation Plant OJSC transformed into MMK UGOL LLC, Berezovskaya Central Concentrating Mill PJSC, Kuzbasskaya Mechel Central Washing Plant, Kuznetskaya Central Concentrating Mill JSC, Group Concentration Factory Koksovaya LLC, Mezhdurechenskaya Coal Preparation Plant CJSC, Rapsadskaya PJSC, Sibir Mechel Central Concentrating Mill CJSC, Tomusinskaya Mechel Group Concentrating Mill.

In Ukraine the rights of the author and inventor **are violated by:** Avdiivka Coke and Chemical Plant PrJSC (AKHZ PJSC), Makeevkoks PrJSC, Makiivka Kirov Metallurgical Plant CJSC, Donetskkoks PJSC, ISTEK LLC –Horlivka Coke and Chemical Plant, Yenakiieve Coke and Chemicals Plant (Koksokhimprom) PrJSC , Yenakiieve Iron and Steel Works PrJSC, Alchevskkoks PJSC, Yasinovsky Coke-Chemical Plant OJSC, ArcelorMittal Kryvyi Rih PJSC, Dnipropetrovsk Metallurgical Plant PrJSC, Mariupol Illich Iron and Steel Works PrJSC, Mariupol Coke and Chemical Plant Markokhim OJSC, Zaporozhkoks PrJSC, Kharkiv Coke Plant PrJSC, Chervonograd Central Concentration Plant, Azovstal Iron and Steel Works PrJSC.

All the above companies produce counterfeit falsified bituminous-coal coke to obtain metal which in its turn also becomes counterfeit falsified. The obtained products are sold in the internal market of the states of Russia and Ukraine and supplied to the markets of EU, US, and other states. All this is done systematically, on a large scale for the period of eleven years.

When police officers appear at your plant and ask what counterfeit technologies are used in your technologies, their task (among other possible ones) is to find out the signs of a crime envisaged in part 2 of Art. 146 of the Criminal Code of the Russian Federation: "Illegal use of objects of copyright, committed in a large amount."

Conclusions. The problem of copyright protection goes far beyond the personal interests of the authors of inventions. Protection of intellectual capital, knowledge-intensive industries and copyrights solves the problem of the transition of society from industrial capitalism to intellectual capitalism. In solving this problem an important role is played by the State Institute for the Protection of Intellectual Property and the Criminal Code on the Illegal Use of Copyright.

The problem of protecting intellectual property should be addressed in terms of changing the culture of society. To solve this problem, it is necessary to involve the public. For this purpose, a public organization "Special Security Agency" has been established, a magazine "Information Technologies and Special Security" has been created. In the future, it is planned to create a Science Park, the main task of which will be protection of the rights of inventors.

References.

1. W. Eisenhut, in: M.A. Elliot (Ed.), Chemistry of Coal Utilization, Second Supplementary Volume, Wiley, New York, 1981, pp. 887–892.
2. A. Grint, H. Marsh, Fuel 60 (1981) 513.
3. I. Mochida, H. Matsuoka, Y. Korai, H. Fujitsu, K. Takeshita, Fuel 61 (1982) 587.

4. R. Sakurovs, L.L. Lynch, Fuel 72 (1993) 743.
5. S. Jasien'ko, G. Gryglewicz, Fuel Proc. Technol. 11 (1989) 153.
6. Поліпшення якості доменного коксу за допомогою мікропорошків карбіду кремнію /О.І. ЗЕЛЕНСЬКИЙ // Вісник НТУ «ХП». – 2012. – № 48 (954). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 62 – 66.
7. Русьянова Н.Д. Углекислоты: монография / Н.Д. Русьянова. – М.: Наука, 2000. – 316 с.
8. Климовицкая А.Б. Угольные шихты для коксования и добавки к ним / [А.Б. Климовицкая, Г.Е. Бородина, Г.И. Пивень и др.] // Кокс и химия. – 1989. – № 6.
9. Musokhranovu V.A., MIXTURE FOR PRODUCING BLAST-FURNACE COKE, Patent RU 2448146, priority date 10 April 2007.
10. Musokhranovu V.A., “A Mixture for Obtaining Metallurgical Coke (Options)”, Patent UA 92783 priority date 10 April 2007,

Кучеров А.П., Лавровский С.Е.

Институт структурных информационных технологий, Киев, Украина

E-mail: O.Kuchеров@i.ua

ПИКОСКОПИЯ – ПРЯМАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МОЛЕКУЛ

В обзоре приведен ряд прямых изображений плотности электронных облаков атомов и молекул самых разных веществ. Осуществить прямую визуализацию молекул позволили три финишных шага, которые завершают трех тысячилетний научный марафон. Три финишных шага – это три фундаментальных открытий в области квантовой механики. Первое: было экспериментально открыто, что атомы сдвигают электронный луч. Второе: методами теоретической физики была построена теория сдвига электронного луча атомом. Третье: был создан Пикоскоп – новый инструмент для получения прямого изображения молекул путем математического преобразования снимков, сделанных на Трансмиссионных Электронных Микроскопах. Благодаря данному открытию стала доступной разрешающая способность 10^{-12} в минус 12-й степени метров, поэтому и предложено название – Пикоскопия, по аналогии с микроскопией.

В результате появилась Пикоскопия – наука о прямой визуализации пикоразмерных объектов, которыми являются молекулы и атомы. В обзоре приводится ряд прямых пикоскопических изображений, доложенных на международных конференциях и опубликованных в научных журналах. Это: молекулы с их ионными химическими связями, ковалентными и Ван-дер-Ваальса; молекулы, осуществляющие вращательное движение; колебательные движения атомов в кристаллической решетке; квантовые точки; полупроводники, в структуре которых видны зоны проводников, полупроводников и изоляторов; твердые растворы, где визуально различаются атомы кремния и германия; визуальное проявление дислокаций в кристалле; нанотрубки, луковичи. Описан открытый с помощью Пикоскопа сверхплотный двухслойный графит.

Предлагается Проект: “Визуализацию молекул в каждую лабораторию, аудиторию и в каждый учебный класс”, который открыт для организаций и исследователей. Реализация Проекта, наконец, откроет для человечества всю гармонию пикомира молекул, значительно улучшит преподавание естественных наук, расширит возможности действующих сфер производства и запустит новые. Пикоскопия приведет к созданию целой плеяды новых наук о природе, как в свое время привела к качественному скачку микроскопия.

PICOSCOPY – THE DIRECT VISUALIZATION OF MOLECULES

The review presents a series of direct images of the density of electron clouds of atoms and molecules of various substances. To carry out a direct visualization of the molecules allowed three finishing steps that complete the three thousand-year scientific marathon. Three finishing steps are three fundamental discoveries in the field of quantum mechanics. First: it was experimentally discovered that atoms can shift an electron beam. Secondly, the theory of the shift of the electron beam by an atom was built using the methods of theoretical physics. Third: Picoscope was created - a new tool for obtaining a direct image of molecules by mathematical transformation of images taken on Transmission Electron Microscopes. Thanks to this discovery, the resolution was reached 10 to minus 12 degrees meters, that's why the name was suggested - Picoscopy, by analogy with microscopy.

The result was Picoscopy - the science of direct visualization of pico-sized objects. The review contains a series of direct picoscopic images presented at international conferences and published in scientific journals. These are: molecules with their ionic, covalent and Van der Waals chemical bonds; rotational molecules; oscillatory motion of atoms in the crystal lattice; semiconductors, in the structure of which zones of conductors, semiconductors and insulators are visible; solid solutions, where silicon and germanium atoms visually differ; visual manifestation of dislocations in the crystal. Molecules forming nanoscale objects, such as nanotubes, bulbs, quantum dots, are given. An overdense double-layer graphite discovered by means of a Picoscope is described.

The proposed Project: “Visualization of molecules in each laboratory and in each classroom”, which is open to organizations and researchers. The implementation of the Project will significantly improve the teaching of natural sciences, expand the capabilities of existing industries and start new ones. The emergence of Picoscopy will lead to the creation of a whole series of new natural sciences, as well as once the microscopy led to a qualitative leap.

ПІКОСКОПІЯ – НОВА НАУКА ПРО ВИЗУАЛІЗАЦІЮ МОЛЕКУЛ

В огляді представлено пряму візуалізацію густини електронних хмар атомів і молекул різних речовин. Здійснити пряму візуалізацію молекул дозволили три завершальні кроки, які завершують три тисячі річний науковий марафон. Три завершальні кроки - це три фундаментальних відкриття в області квантової механіки. По-перше: було експериментально виявлено, що атоми можуть зміщувати електронний промінь. По-друге, з використанням методів теоретичної фізики була побудована теорія зміщення електронного проміння атомом. Третій: створено пікоскоп - новий інструмент для

отримання прямого зображення молекул шляхом математичного перетворення зображень, зроблених на трансмісійних електронних мікроскопах. Завдяки цьому відкриттю було досягнуто роздільну здатність 10 у мінус 12 ступені метрів, тому було запропоновано назву - пікоскопія за аналогією з мікроскопією.

В результаті з'явилася Пікоскопія - наука про безпосередню візуалізацію пікомірних об'єктів. Огляд містить ряд прямих пікопічних зображень, представлених на міжнародних конференціях та опублікованих у наукових журналах. Це: молекули з їх іонними, ковалентними та Ван-дер-Ваальськими хімічними зв'язками; молекули, що обертаються; коливальний рух атомів в кристалічній решітці; напівпровідники, в структурі яких видимі зони провідників, напівпровідників та ізоляторів; тверді розчини, де візуально відрізняються атоми кремнію та германію; візуальний прояв дислокацій у кристалі. Наведено молекули, що утворюють нанорозмірні об'єкти, такі як нанотрубки, цибулини, квантові точки. Описаний надцилільний двошаровий графіт, виявлений за допомогою пікоскопа.

Запропоновано Проект: "Візуалізація молекул у кожному лабораторію, у кожному аудиторію та в кожний клас", яка об'єднує низку інститутів і відкрита для організацій та дослідників. Реалізація Проекту значно покращить викладання природничих наук, розширить можливості існуючих галузей виробництва та започаткує нові. Поява Пікоскопії призведе до створення цілої низки нових наук, так само як колись мікроскопія призвела до якісного стрибка.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. МОЛЕКУЛЫ, КОТОРЫЕ МЫ НЕ ВИДИМ

1.1. МОЛЕКУЛЫ ВОКРУГ НАС

1.2. ИСТОРИЯ УЧЕНИЯ О МОЛЕКУЛАХ

2.3. МОЛЕКУЛА – НЕВИДИМКА!

2. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МОЛЕКУЛ

2.1. АТОМЫ СПОСОБНЫ СДВИГАТЬ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЛУЧ

2.2. КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ СДВИГА ТРАЕКТОРИИ ЭЛЕКТРОНА АТОМАМИ

2.3. ПИКОСКОП – ПРОЦЕДУРА ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯМОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ МОЛЕКУЛ.

3. ПИКОСКОПИЯ – ВИЗУАЛЬНАЯ НАУКА О МОЛЕКУЛАХ

3.1. ВИЗУАЛЬНАЯ ХИМИЯ.

3.2. ВИЗУАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

3.3. ВИЗУАЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

3.4. ВИЗУАЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

3.5. ВИЗУАЛЬНАЯ ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

3.6. ВИЗУАЛЬНАЯ МИКРОЭЛЕКТРОНОКА

3.7. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КВАНТОВИХ ТОЧЬОК

3.8. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

3.9. ВИЗУАЛЬНЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ

4. ПРОЕКТ: “ВИЗУАЛИЗАЦИЮ МОЛЕКУЛ В КАЖДУЮ ЛАБОРАТОРИЮ, АУДИТОРИЮ И В КАЖДЫЙ УЧЕБНЫЙ КЛАСС”

ЛИТЕРАТУРА

ВВЕДЕНИЕ

Молекулы присутствуют везде: в окружающих нас предметах, в еде, внутри нашего тела. До сих пор основная часть материального мира, а это мир молекул, была невидимой. Наименьшими частицами, которые можно увидеть современными приборами, являются наночастицы (размерность 10^9 в минус 9 степени). Сегодня нанотехнологии – это центральное направление научно-технического развития в ведущих странах мира. Развитие нанотехнологий положено в основу стратегического планирования в США, ЕС и России [1]. Эти частицы интенсивно изучают Нанофизика, Нанохимия, Нанобиология, Наномедицина [2] и Наноэлектроника [3]. Нанотехнологии используются в самых разных областях народного хозяйства: электроника; биология; медицина; фармакология; сельское хозяйство; авиация; аэрокосмическая промышленность; альтернативная энергетика [4].

Тем не менее, в нанотехнологиях есть одна большая проблема – нельзя увидеть молекулы, из которых состоят наноразмерные объекты.

Размер и структура частиц оказывают большое влияние на тип методов измерения, используемых в наномасштабных исследованиях. Оптические микроскопические методы имеют ограниченное значение для наноразмерных материалов. Частицы с размерами порядка нанометра можно визуализировать с помощью трансмиссионного электронного микроскопа (ТЕМ) [5]. Для частиц, размеры которых ниже 100 нанометров, можно использовать сканирующий туннельный микроскоп (STM) [6]. Еще более мелкие частицы могут быть исследованы с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) [7]. Однако есть одна фундаментальная проблема: электрон определяет форму каждой молекулы, но до сих пор увидеть его никому не удавалось.

И вот благодаря интеллекту украинских ученых в XXI веке молекулы засветились, отображая свою форму, и человеку стал доступным пикомир.

Появился прибор – пикоскоп, патент Украины № 115602 от 27.11.2017 [8,9], который позволяет визуально в деталях рассматривать любую отдельную молекулу. Наука о молекулярном строении вещества, которая до сих пор оперировала гипотетическими объектами, наконец, превращается в простую и понятную визуальную науку о молекулах.

Открытие способа визуализации молекул позволило инициировать Проект: “Визуализацию молекул в каждую лабораторию, аудиторию и в каждый учебный класс”, создан с целью освоения и преподавания визуальной науки о молекулах в каждой лаборатории, в каждой аудитории, в каждом классе.

Известны открытия, которые коренным образом изменили мировоззрение человека. Так, под управлением интеллекта выдающегося украинского ученого и конструктора С.П. Королева в XX веке человек вырвался в космос – мир планет, звезд и галактик.

1. Молекулы, которые мы не видим

1.1. Молекулы вокруг нас

Общеизвестно, что вместе с внешним видом вселенная имеет свою внутреннюю основу – мир атомов и молекул. Молекулы окружают нас повсюду, как в природе, так и в быту. Существуют десятки тысяч разных молекул, и мы хорошо знаем их свойства, состав, геометрию. Молекулы составляют основу науки и техники, но как их увидеть?

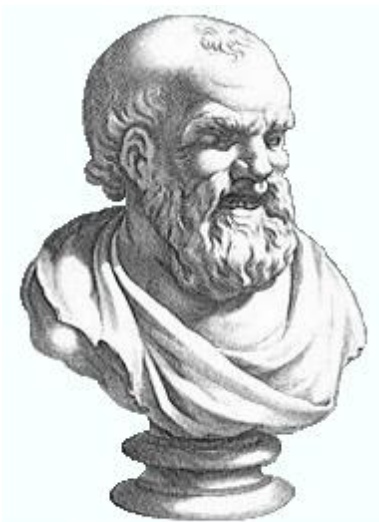
Все, с чем мы сталкиваемся в жизни, состоит из молекул. Они окружают нас вместе с воздухом, мы их держим вместе с посудой, они согревают нас в одежде, они дают нам жизнь с пищей.

Три тысячи лет учеными всего мира владела одна несбыточная мечта – увидеть молекулы, те частички, из которых состоит все, что нас окружает.

Такую возможность дает фундаментальное открытие в области визуализации мельчайших частиц в мире, которые сохраняют способность вещества. В результате работы по сопоставлению свойств материи и пространства, которые проявляются и в виде волн, и в виде частиц, авторам удалось обнаружить уникальное явление, когда атомы сдвигают пучки электронов в сторону наибольшей плотности электронов в атоме. Это свойство приводит к фантастическому результату – атомы начинают светиться, визуализируя свою форму во всем своем многообразии. Осуществилась извечная мечта человечества – увидеть внутреннее строение окружающей нас природы. Этот прорыв

человечества в пикокосмос оказался неожиданным, о нем не было упоминания ни в научных трудах, ни у фантастов.

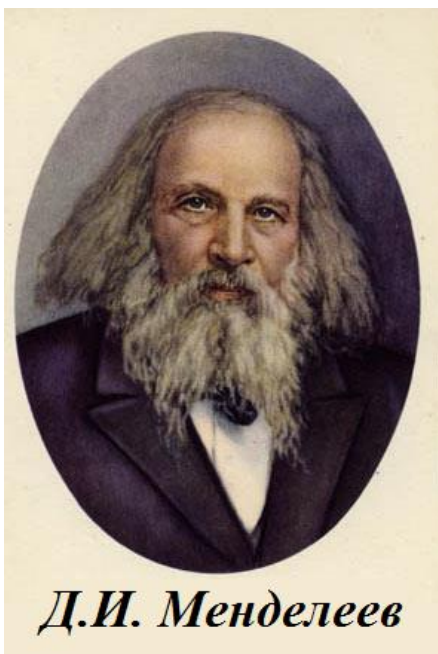
1.2. История учения о молекулах



Демокрит

В научный оборот термин «атом» ввел Демокрит около трех тысяч лет назад. По Демокриту, вся природа состоит из атомов, мельчайших частиц вещества, которые покоятся или движутся в пространстве. Все атомы имеют определенную форму, а атомы одного вещества являются тождественными. Многообразие природы отражает многообразие форм и способов, в которых атомы могут соединяться между собой.

Одна из первых теорий о строении атома, которая имеет уже современные очертания, была описана Г. Галилеем (1564-1642). По его теории вещество состоит из частиц, которые не находятся в состоянии покоя, а под воздействием тепла движутся во все стороны; тепло - не что иное, как движение частиц. Структура частиц является сложной, и если лишить любую часть ее материальной оболочки, то изнутри брызнет свет. Г. Галилей был первым, кто в гипотетической форме представил строение атома.



Д.И. Менделеев

Д.И. Менделеев в 1869 году открыл Периодический закон - фундаментальный закон природы, который определяет свойства химических элементов, а также состав и свойства веществ, которые находятся в периодической зависимости от значений зарядов ядер атомов.

Периодический закон заключается в следующем: свойства химических элементов и простых веществ находятся в периодической зависимости от значений атомных масс.

В 1897г. Дж. Дж. Томсон, изучая катодные лучи, открыл электрон и пришел к выводу, что они есть в каждом атоме.

Планетарную модель атома создал Эрнест Резерфорд. (Нобелевская премия 1908 г.) Он доказал, что положительный заряд и основная масса атома находятся в маленьком

ядре. Матеріальну оболочку атома створюють отрицательно заряджені електрони, що обертаються навколо ядра.

Нільс Бор в 1913г. побудував квантову теорію атома водороду (Нобелівська премія 1922г.). Теорія Бора привела до створення квантової механіки, яка пояснює оптичні спектри атомів.

Доступним методом вивчення молекулярної структури речовини є рентгеноструктурний аналіз. Теоретичне обґрунтування методу дали Г. В. Вульф і В. Л. Брегг (Нобелівська премія 1915 г.). В основі методу лежить явище дифракції рентгеновського випромінювання на тривимірній кристалічній ґратці.

За визначення будови речовин методом рентгеноструктурного аналізу Нобелівську премію отримали П. І. В. Деба 1936г., Ф. Сэнгер 1958г., М. Ф. Перуц 1962г., Д. Кендрю 1962г., Д. К. Ходжкін 1964г., Р. С. Маллікена 1966г., Г. Герцберг 1971г., А. Круг в 1982г., Г. А. Гауптман 1985г.

За розвиток флуоресцентної мікроскопії з надвисокою роздільною здатністю Нобелівську премію 2014г. отримали Е. Бетціг, В. Мернер, Ш. Гель.

Світовою вершиною в вивченні молекулярних структур стало присудження нобелівської премії 2017г. по хімії ученим Жаку Дюбоше, Йоахіму Франко і Річарду Хендерсон за розвиток низькотемпературної електронної мікроскопії групировок біомолекул організованих в структури, за рахунок розсіяння електронного пучка.

Ми бачимо, що подавляюче більшість Нобелівських премій було надано саме за досягнення в вивченні будови молекул, але всі ці були результати косвенного, гіпотетичного моделювання.

1.3. Молекула – невидимка!

Розглянемо проблему детальніше. Чому ми до сих пор не бачимо електронні оболочки молекул? В чому полягає здатність бачити оточуючі нас предмети?

Здатністю бачити оточуючі предмети наділені людина, тварини, риби і комахи завдяки наявності очей. Помагають нашому зору оптичні пристрої: фотоапарати, телескопи, мікроскопи. Всі вони виявляють електромагнітні хвилі – це світло, радіохвилі, гамма-випромінювання і елементарні частинки (електрони, протони). Очі і оптичні пристрої працюють за законами хвильової оптики.

Завдяки хвильовій оптиці ми маємо можливість бачити і макросвіт зірок і галактик; і світоточуючих нас предметів аж до бактерій. Тобто бачити предмети, лінійні розміри яких більші за довжину світлової хвилі. І тільки молекули і атоми ми побачити не можемо. Хвильова оптика тут безсилна. Електронне хмара,

которое создает их форму, не является телом. В природе нет такой электромагнитной волны, которая бы отражалась или частично поглощалась этим облаком. Оптические устройства принципиально не могут визуализировать форму молекулы.

2. Решение проблемы визуализации молекул

Осуществить прорыв к визуализации молекул удалось благодаря фундаментальному тройному открытию в области квантовой механики.

Первое: было экспериментально открыто, что атомы способны сдвигать электронный луч [10].

Второе: методами теоретической физики была построена теория сдвига электронного луча атомом [11].

Третье: был найден Пикоскоп – новый инструмент для получения прямого изображения молекул путем математического преобразования снимков, сделанных на Трансмиссионных Электронных Микроскопах [8,9].

Опишем все три шага подробно.

2.1. Атомы способны сдвигать электронный луч

Способность атомов сдвигать электронный луч экспериментально была открыта академиками О.П. Кучеровым и И.Е. Лавровским [10], что полностью противоречит всем известным законам оптики. Действительно, луч не поглощается, не отражается и не рассеивается отдельно взятым атомом.

Однако, как оказалось, сдвиг электронного луча находится в полном соответствии с принципом неопределенности Гейзенберга положенным в основу квантовой механики. В соответствии с этим принципом при определенном импульсе электрона его положение в плоскости перпендикулярной импульсу может быть любым. Благодаря возможности сдвигать свою траекторию, электронный луч смещается в сторону, где больше электронная плотность в атомах. В результате электронная оболочка, начинает светиться пучком электронов на темном фоне пространства, в котором молекула находится, во всех деталях передавая форму атомов и молекул.

Фундаментальной основой квантовой механики является принцип неопределенности Гейзенберга, который фиксирует простой жизненный факт: пучок электронов, который прошел сквозь измерительный прибор несет информацию об этом приборе. Авторами было установлено, что прохождение пучка электронов сквозь электронное облако так же передает лучу информацию о строении электронного облака атома.

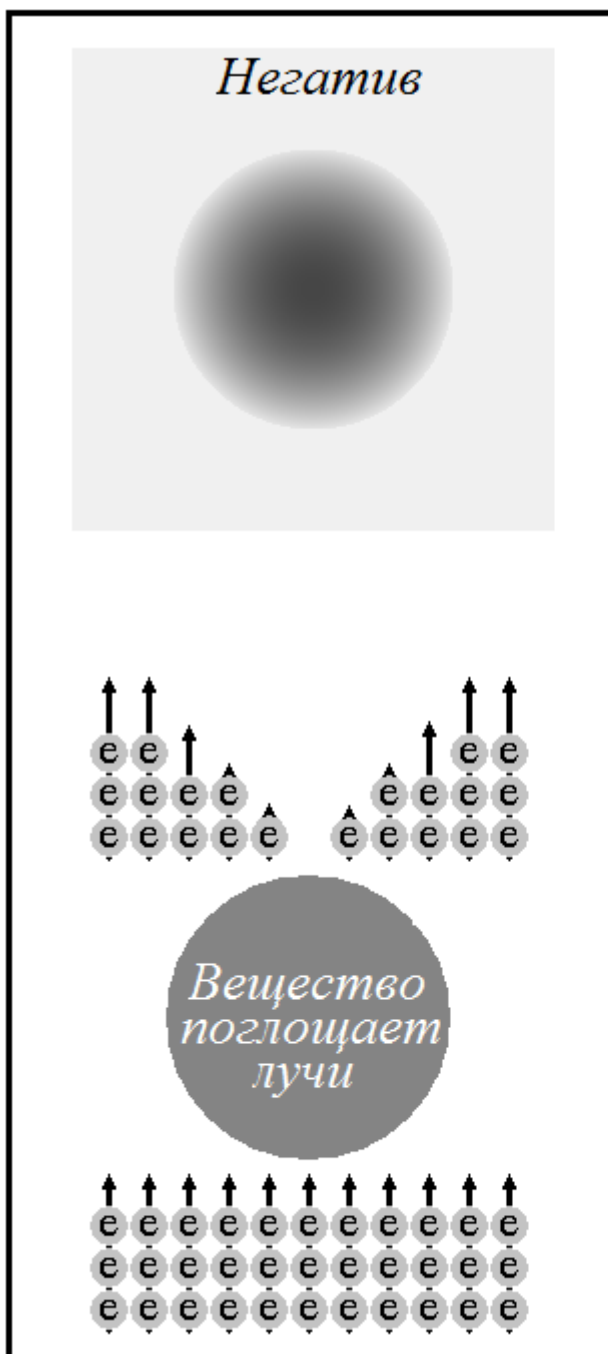


Рис . 1а. Поглощение электронов веществом

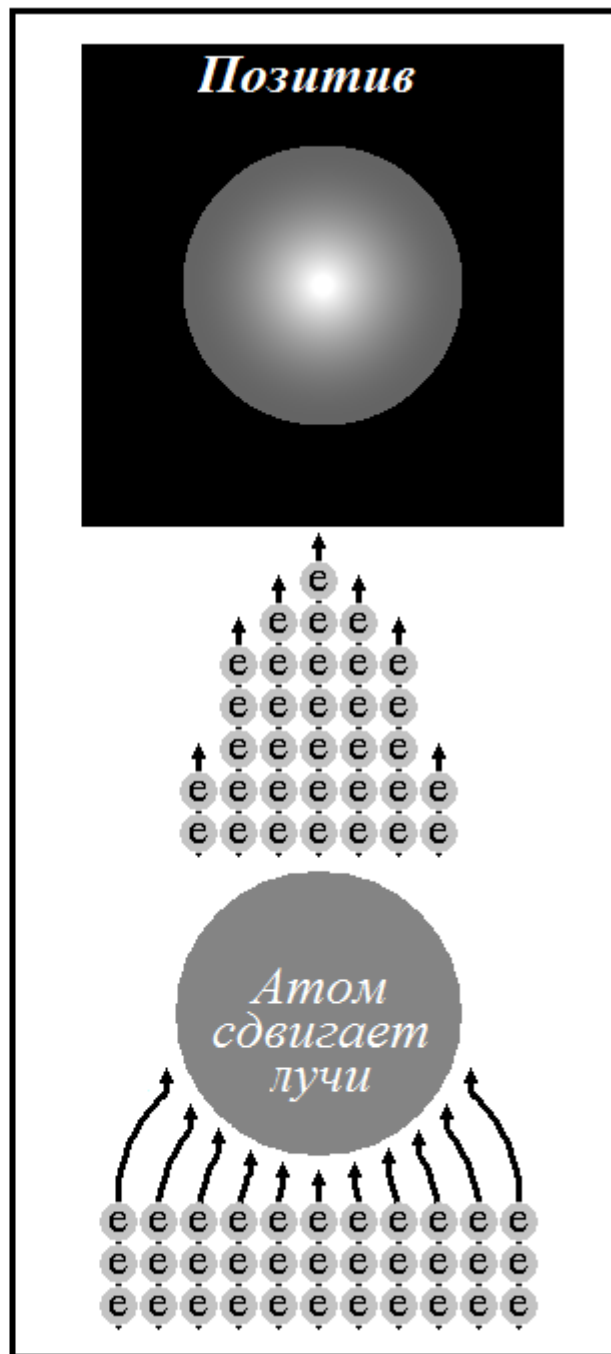


Рис. 1б. Сдвиг электронов атомом

Свойство атомов сдвигать электронный луч показано на рис. 1 в сравнении со свойством вещества поглощать лучи.

Пусть изначально пучок имеет 11 лучей по 3 электрона в каждом, то есть всего 33 электрона.

В большом размере, рис. 1а, вещество поглощает электроны, и пучок несет потери. Эти потери растут с увеличением толщины образца. Из рисунка видно, что образец преодолели только 20 электронов. Причем, на периферии, где вещество отсутствует,

беспрепятственно прошли все 3 электрона в каждом луче. В результате на приемнике появился *Негатив* исследуемого образца, то есть тень от него.

Когда изучаемый объект имеет размер атома, рис. 1б, лучи электронов проходят сквозь атом без поглощения. Однако они смещаются к центру атома без изменения направления и скорости движения. То есть с сохранением им импульса. Из рисунка видно, что все 3 электрона прошли сквозь атом, сместив при этом свою траекторию. На периферии, где электронное облако отсутствует, лучи полностью исчезли, сметив свои электроны к центру. А в центре, где максимальная толщина атома, интенсивность лучей выросла. В результате получился *Позитив* изображения. Атом засветился, точно передавая свою форму!

2.2. Квантовая теория сдвига траектории электрона атомами

Молекулы не имеют тела, следовательно, оптика не позволяет их увидеть. Но они имеют электронные облака, следовательно, квантовая механика может их визуализировать.

Квантовая теория сдвига траектории электрона была открыта академиками О.П. Кучеровым и И.Е. Лавровским [11], ниже приведем эту теорию.

В небольшом размере, сравнимом с размером атома, перестают действовать законы классической физики и начинают действовать законы квантовой механики.

Основой квантовой механики является утверждение о том, что волновая функция $\Psi(q)$ с координатами q описывает состояние системы, а квадратный модуль этой функции определяет вероятность нахождения системы в объеме dq :

$$\rho(d) = |\Psi|^2 dq. \quad (1)$$

Шредингер (Э. Шредингер, 1926) впервые ввел волновую функцию.

Рассмотрим предлагаемую систему с субатомным разрешением, состоящим из двух подсистем.

Электронные облака тестового образца представляют собой первую подсистему с координатами электронов q . Электронный луч с координатами p является второй подсистемой. Волновая функция полной системы $\Psi(q, p)$.

В этом случае следующий интеграл определяет вероятность $\rho(x, y)$ для нахождения электрона в точке x, y экрана микроскопа:

$$I(x, y) = \int_{z_0}^{z_{max}} \int_{t_0}^{t_1} \Psi(q, p) \Psi^*(q, p) dz dt, \quad (2)$$

где t_0 - время начала экспозиции; t_1 - время завершения; z_0 - нижняя плоскость образца; z_{max} - верхняя поверхность образца.

На основе принципа суперпозиции волновая функция системы $\Psi(q, p)$ представляет

собой произведение волновой функции электронных облаков $\Psi q(q)$ образца и излучения $\Psi p(p)$:

$$\Psi(q, p) = \Psi_q(q)\Psi_p(p). \quad (3)$$

Мы знаем, что волновая функция электронного пучка - плоская волна: $\Psi(x, y, z) = \frac{j}{v_z} e^{ikz}$, (4)

где j - плотность электронов в плоскости; k постоянна для плоской волны; v_z - скорость электронов вдоль оси z .

Подставляя выражение (4) в (2) и принимаем интеграл по времени, получаем следующее выражение:

$$I(x, y) = j \int_{z_0}^{z_{max}} \rho(x, y, z) dz, \quad (5)$$

где $\rho(x, y, z)$ - вероятность найти электрон в объеме dq образца, который удовлетворяет условию нормировки:

$$1 = \int_{x_0}^{x_{max}} \int_{y_0}^{y_{max}} \int_{z_0}^{z_{max}} \rho(x, y, z) dx dy dz. \quad (6)$$

Заметим, что условие нормировки (6) должно выполняться для каждого электрона.

Таким образом, мы нашли свойство атомов сдвигать электронный луч $I(x, y)$ (5) как функцию структуры электронных облаков в образце $\rho(x, y, z)$, через который проходит электронный пучок.

Рассмотрим это свойство.

На первый взгляд выражение (5) кажется очень сложным. Действительно, для вычисления вероятности $\rho(x, y, z)$ необходимо учитывать все электроны в исследуемом образце. Исходя из числа Авогадро в одном грамме углерода - 12×10^{23} электронов. Несмотря на огромную громоздкость, выражение (5) можно упростить и проинтегрировать в общем виде. Сделаем это.

Следствие 1. Интегральная интенсивность электронного пучка на входе в образец ($z=z_0$) и на выходе из него ($z=z_{max}$) постоянна.

Оно вытекает из общепринятого условия в квантовой механике для нормировки вероятности $\rho(x, y, z)$ (6) по всем атомам внутри образца.

Следствие 2. Если на его пути от z_0 до z_{max} нет электронных облаков, то в некоторой точке (x_I, y_I) интенсивность $I(x_I, y_I)$ электронного пучка равна нулю.

Действительно, интеграл (5) будет равен нулю, если в точке (x_I, y_I) функция $\rho(x_I, y_I, z) = 0$ во всех точках от z_0 до z_{max}

Из следствий 1 и 2 следует, что образец сдвигает электронный пучок. Пучок смещается с места, где нет облака электронов $\rho(x_1, y_1, z) = 0$ в том месте, где оно существует $\rho(x_1, y_1, z) > 0$. Это свойство сдвигать электронный луч. На рисунке 1 показано перемещение траектории с сохранением интенсивности.

Используя выражение (5), вычислим образ одного атома.

Распределение плотности электронов в атоме определяется методом Томаса - Ферми (Э. Ферми, Л. Томас, 1927), который работает для атомов любой сложности. Метод использует квазиклассическое приближение: каждый атом периодической таблицы имеет определенный радиус r (радиус Бора), поэтому на расстояниях $a < r$ электронная плотность велика и примерно одинакова, а на расстоянии $a > r$ электронов плотность низкая и убывает с экспоненциальной скоростью. Согласно методу плотность электронов в атоме имеет следующий вид:

$$\rho(q) = C(q) + \eta(q), \quad (7)$$

где C – постоянная при $a < r$ и равна нулю при $a > r$; $\eta(q)$ мала по сравнению с C . Подставим плотность электронов в уравнение (5):

$$I(x, y) = j \int_{z_0}^{z_1} \{C(q) + \eta(q)\} dz. \quad (8)$$

В первом приближении пренебрегаем небольшим количеством, положим $\eta(q) = 0$. В результате интеграл (6) с (5) принимает следующий вид:

$$I(x, y) = jn \frac{1}{\sigma} \int_{z_{\min}}^{z_{\max}} dz, \quad (9)$$

Где n - число электронов в облаке; σ - общий объем электронного облака, который удовлетворяет условию нормировки (6).

В выражении (9) интеграл дает толщину электронного облака в точке x, y , обозначим его через $Z(x, y)$. Таким образом, для электронного пучка, проходящего через атом, мы, наконец, получаем:

$$I(x, y) = jnZ(x, y). \quad (10)$$

В этом случае мы получили закон смещения электронного пучка на атомное электронное облако. Закон связывает усиление интенсивности электронного пучка с помощью атомного облака, через которое проходит пучок. Усиление связано с тем, что электронный луч смещается извне атомного облака на небольшое расстояние таким образом, что интегральная интенсивность пучка остается постоянной.

Закон смещения электронного пучка утверждает, что интенсивность проходящего через атом электронного пучка прямо пропорциональна толщине (длине пути) электронного

облака атома в точке прохождения луча.

Закон может быть применен для визуализации формы атомов и молекул; изучение их осциллирующих и вращательных движений; измерения токопроводящих свойств различных материалов.

2.3. Пикоскоп – процедура получения прямого изображения молекул.

Существующие Трансмиссионные Электронные Микроскопы, такие как (HRTEM, JOL, JEM-2100, Япония) [12] или Philips 300 CM [13] имеют разрешающую способность около 100 пикометров, а для визуализации объектов атомного размера нужен прибор с разрешающей способностью порядка 10 пикометров.

Пикоскоп – процедура получения прямого изображения молекул с разрешающей способностью порядка 10 пикометров из снимков, сделанных на Трансмиссионных Электронных Микроскопах, был найден академиком О.П. Кучеровым и И.Е. Лавровским Патент Украины [8,9], изложим принцип его работы.

Пусть «чистый» оптический образ объекта исследования имеет вид $f(x, y)$. Излучение, проходящее через оптическую систему микроскопа, создает «грязное» оптическое изображение $F(x, y)$. Дифракция и абберация каждой точки излучения, проходящего через оптическую систему, и фокальной плоскости микроскопа, падающей на среды при точечной функции рассеяния $K(x, y)$. Двумерный интеграл свертки дает такое преобразование:

$$F(x, y) = \int_0^{q_{\max}} \int_0^{p_{\max}} K(x-p, y-q) f(p, q) dpdq. \quad (11)$$

Эта интеграция выполняется через плоскость изображения.

Поэтому мы знаем «грязный» образ $F(x, y)$ и функцию распределения энергии $K(x, y)$. Нужно найти «чистый» образ $f(x, y)$, тогда мы найдем решение интегрального уравнения (11).

Однако выясняется, что изменение парадигмы может решить проблему получения пикоскопии с высоким разрешением, другими словами, оптика должна использовать правило, отличное от правила спектроскопии.

Учитывая вышеизложенное, дается определение разрешения оптического прибора: - это край ширины между светлыми и темными пятнами.

В результате уравнение (11) имеет единственное решение:

$$f(x) = 2F(x, y) - F_1(x, y). \quad (12)$$

где $F_1(x, y)$ - свертка измерительного изображения $F(x, y)$ выполненная по формуле (11).

Таким образом, найдена реальная форма объекта $f(x, y)$ [8,9].

Способ реализуется следующим образом.

Берем *негатив* сделанный на ТЭМ с разрешением 100 пикометров, обрабатываем его по способу (12) и получаем позитивное пикоскопическое изображение электронных облаков молекул с разрешением 10 пикометров.

Результат получения пикоскопического изображения продемонстрируем на молекуле пентана C_5H_{12} , Рис. 2. Берем негатив молекулы пентана $F(x, y)$, Рис. 2а, с разрешением 100 пикометров, наводим на резкость посредством процедуры (12) и получаем пикоскопическое изображение электронных облаков молекулы $f(x, y)$ с разрешением 10 пикометров, Рис. 2б. На пикоскопическом изображении мы видим все пять электронных облаков вокруг атомов углерода молекулы пентана. Согласно законам квантовой механики, ядро атомов водорода, лишенных электронных облаков и, соответственно, атомы водорода невидны на изображении. Длина связи между атомами углерода в пентане молекулы составляет 154 мкм, а угол между ними составляет 112° . На Рис. 2с показана модель молекулы пентана C_5H_{12} , взятая из энциклопедии, полученная в результате рентгеноструктурного анализа.

В результате был создан Пикоскоп, позволяющий визуализировать атомы и молекулы различных веществ в реальной жизни.

3. Новые науки об окружающей нас природе

С появлением способа прямой визуализации молекул рождается целый ряд новых естественнонаучных направлений в исследовании природы.

3.1. ВИЗУАЛЬНАЯ ХИМИЯ.

Химия – наука о химических связях, следовательно, их можно увидеть путем прямой визуализации электронных облаков. Пикоскопическое изображение химических связей представлено на рис. 3. На рисунке показаны атомы углерода со своими связями в графите: 1) атомы - желтые; 2) ковалентные связи - зеленые; 3) силы Ван-дер-Ваальса - бирюзовые; 4) свободное от электронных облаков пространство - черное.

. На рис. 3 справа показана цветовая гамма интенсивностей, которая в соответствии с законом смещения электронного пучка (10) передает плотность электронных облаков. Облако с максимальной плотностью 100% имеет белый цвет. Отсутствие облака, интенсивность 0%, имеет черный цвет.

Из рисунка видно, что атомы углерода, 100% электронной плотности, связаны сильными ковалентными связями зеленого цвета, 50% электронной плотности.

На рисунке четко виден лепесток 3 бирюзового цвета – это связь Ван-дер-Ваальса. Оказывается, эта связь имеет свою форму, направление и электронную плотность 20%. Многочисленные ее проявления, которые можно проследить, например, на рис. 4.,

показывают следующее. Связь Ван-дер-Ваальса *всегда* привязана к конкретному атому, имеет вытянутую форму и *никогда* не доходит до другого атома. Это не мостик, это лепесток.

Отметим, что силы Ван-дер-Ваальса — силы межмолекулярного (и межатомного) взаимодействия с энергией 10—20 кДж/моль. Эти силы возникают при поляризации молекул и образовании диполей. Они открыты Ван-дер-Ваальсом в 1869 году. Таким образом, визуализация химических связей удивительным образом подтвердила правильность их описания.

Однако, прямая визуализация молекул показала, что современная химия не правильно описывает главную ионную связь. Покажем это.

По определению *в ионной связи один из элементов полностью отдает электрон другому элементу*. Тут все правильно. Исходя из этого определения в модели пентана C_5H_{12} , представленного на рис.2в, вокруг 12-и ядер протонов не электронных облако. Они полностью перешли к атому углерода. Модель пентана должна соответствовать реальному пикоскопическому изображению, представленному на рис.2б. Вывод: все модели воды, щелочей, кислот, органических веществ, имеющих ионную связь с водородом, нужно перерисовать и привести в соответствие с действительностью.

Визуальная химия показывает, что только в школьных пособиях по химии присутствуют несколько десятков неверных рисунков, которые противоречат не только реальности, но и данным в этих пособиях определениям.

3.2. ВИЗУАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Вращательное движение молекул сапфира рис. 4, взятое как часть из рис. 10. Слева на право: «кольца» превращаются в «коней» и далее в «эллипсы». На рис. 10 можно увидеть, как «эллипсы» опять превращаются в «кольца». Такое изменение ориентации молекулы сапфира (Al_2O_3) связано с влиянием квантовой точки кремния, которая находится над кристаллом.

3.3. ВИЗУАЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

На рис.5 приведено пикоскопическое изображение графита (кристаллическая форма углерода). Углеродные атомы желтого цвета имеют свою собственную форму и положение. Они окружены зелеными оболочками ковалентных связей, которые соединяют атомы углерода в прямолинейные валентные зоны проводимости.

Расстояние между слоями составляет 335 мкм, а между атомами - 128 мкм, что соответствует данным из Энциклопедии.

Система слабых связей Ван-дер-Ваальса соединяет слои графита, которые проявляются в

виде удлинённых рукавов бирюзового цвета.

Мы исследовали десятки тысяч связей Ван-дер-Ваальса и обнаружили, что они не являются абстрактными взаимодействиями диполей, а скорее специфическими объектами с их собственными особенностями. Поэтому в графите они имеют лёгкое электронное облако в виде рукава толщиной около 80 мкм и длиной около 160 мкм. Облако наклонено под углом 66° к графитовому слою. Они соединяются с одним графитовым слоем, но не доходят до другого. Именно они обуславливают полупроводниковую проводимость между слоями.

На рисунке 3 чётко показаны зоны с различной проводимостью. Поэтому проводник вдоль слоя проявляется в виде ярких зелёных связей. Удлиненные рукава бирюзового цвета представляют собой полупроводник между слоями. Хорошо видны чёрные зоны изолятора.

3.4. Визуальное сопротивление материалов

На рис.6 приведено пикоскопическое изображение графита (кристаллическая форма углерода). Углеродные атомы жёлтого, сиреневого, белого цвета имеют свою собственную форму и положение. Положение атомов с большой точностью определяется как максимум плотности электронного облака. Красными плюсами отмечены расчётные центры для правильной кристаллической решетки. Из рисунка виден сдвиг каждого атома от теоретического центра. Это прямой расчёт деформации материала.

На рис.7 приведено пикоскопическое изображение дислокаций в кристалле. На рис.7б красными линиями проведены вертикальные слои в кристалле, видно, что 2 слоя прерываются, образуя дислокации. Дислокации указаны стрелками. Ранее о наличии дислокаций можно было только догадываться по резкому снижению прочности материала. На рис.7в синими линиями проведены горизонтальные слои в кристалле. Горизонтальные слои не имеют повреждений.

3.5. Визуальная физика полупроводников

Вся электроника построена на двух полупроводниках – германии и кремнии. Важной задачей является изучение их свойств, как отдельно, так и в твёрдом растворе Ge/Si(100). Гетероструктуры Ge / Si (100) были получены с помощью молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). Образец был подготовлен в соответствии с методом, описанным в [13]. Негатив получен на трансмиссионном электроном микроскопе Philips 300 CM с ускоряющим напряжением 300 кВ и разрешающей способностью 140 пикометров [14]. После обработки его по способу (12) было получено позитивное пикоскопическое изображение электронных облаков атомов Ge и Si, в соответствии с законом (10), с разрешающей способностью 10 пикометров, рис. 8.

На рисунке виден монокристаллическая подложка кремния (справа), где атомы кремния имеют бирюзовый цвет. Слева виден твердый раствор Ge / Si (100), где бирюзовые атомы кремния чередуются с желтыми атомами германия. В соответствии со шкалой плотности электронного облака, приведенной на Рис. 3, бирюзовый цвет соответствует плотности 30%, а желтый – 70%. Учитывая, что в атоме кремния 14 электронов, а в атоме германия их 32, то Рис. 6 правильно передает электронную плотность атомов. Таким образом, получен метод прямого измерения атомного веса.

В твердом растворе Ge / Si (100) мы не видим квантовых точек. Атомы Ge и Si перемешаны спонтанно без скоплений.

Если провести линии по слоям решетки Рис.9, то получаем идеальный однофазный монокристалл, а между кристаллом Si и твердым раствором Ge / Si (100) (зеленая линия) отсутствует какой-либо интерфейс.

3.6. Визуальная микроэлектроника

Сапфир (Al_2O_3) часто используется в качестве подложки для выращивания кристалла кремния в интегральных микросхемах и солнечных электростанциях. Основной проблемой в производстве интегральных микросхемах является контроль качества кристалла. Использование пикоскопа позволяет точно определить все нарушения кристаллической решетки и отбраковать заготовку с дефектами. На рис.10 дано пикоскопическое изображение кристалла сапфира (Al_2O_3), на котором находится квантовая точка из кремния, окруженная аморфным кремнием. Как видно из рисунка квантовая точка имеет правильный ряд вертикальных слоев кристалла, однако горизонтальные слои наклонены под большим углом слева от красной линии и под маленьким – справа. Это говорит о том, что тут две квантовых точки. То есть мы видим неизвестное ранее явление сросшихся двух квантовых точек. То есть мы наблюдаем «квантовое двоеточие». Такое явление невозможно обнаружить никакими известными методами. На рисунке ярко видно фазовое изменение в кристалле сапфира около квантовой точки.

3.7. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК

Так сложилось исторически, что с квантовыми точками человечество познакомилось намного раньше, чем с любыми другими нанообъектами. В Средние века металлические наночастицы входили в состав красок, использующихся для окраски витражных стекол.

Квантовые точки используются в полевых транзисторах, фотоэлементах, LED, лазерных диодах. Исследуются также возможности применения квантовых точек в

качестве биомаркеров для визуализации в медицине и кубитов для квантовых вычислений.

Приведем исследование гибридных квантовых точек оксида цинка со средним размером 5 нм на подложке графена, которые повышают эффективность преобразования мощности в солнечных батареях на 35%. Негатив получен на просвечивающем электронном микроскопе с высокой разрешающей способностью 100 пикометров (HRTEM, JEOL, JEM-2100, Япония) [12]. После обработки его по способу (12) было получено позитивное пикоскопическое изображение электронных облаков молекул, в соответствии с законом (10), с разрешающей способностью 10 пикометров, рис. 11.

На рисунке хорошо видны выстроенные в горизонтальные слои молекулы ZnO. Видна сложная пространственная структура, состоящая из валентной зоны (слои желтого и зеленого цвета), зон полупроводимости (сетка бирюзового цвета) и запрещенных зон (зоны черного цвета). Справа приведена эта сетка в увеличенном виде. Пикоскоп позволил впервые визуализировать пространственное расположение зон полупроводимости и запрещенных зон.

3.7. Визуализация наноматериалов

На Рис. 12 показано пикоскопическое изображение атомов углерод, образующих две вложенные углеродные нанотрубки [10]. На изображении ясно виден каждый отдельный атом углерода, так внутренняя нанотрубка имеет 6 атомов углерода, а внешняя - 12. Кроме того, на внешней нанотрубке хорошо виден разрыв вверху справа. Расстояние между нанотрубками составляет 120 пикометров.

На Рис. 13 показано пикоскопическое изображение атомов, составляющих пересечение четырех встроенных трубок с желтыми и зелеными токопроводящими валентными зонами, разделенных черными изолирующими слоями.

Как видно на рис. 13, сверхплотная углеродная нанотрубка имеет желто-зеленые стенки с электронной плотностью 60-90% (шкала электронной плотности, рис. 3), что указывает на то, что проводимость в стенке трубки выше, чем проводимость графита. Между трубками видна черная зона с нулевой проводимостью, которой нет в графите, рис. 3.

3.8. Визуальные нанотехнологии

В нанотехнологиях известно и используется много различных структур углерода. Это алмаз, графит (рис. 3), графен, фуллерен, нанотрубки (рис. 12), все их удалось визуализировать с помощью пикоскопа.

Кроме того было найдено до сих пор неизвестное образование углерода (Рис.14 слева) [15,16]. Этот островок вещества расположен между слоями графита и имеет плотность большую, чем у алмаза.

Это сверхплотный двухслойный графит. Его атомы расположены на расстояниях 90-110 пм, что существенно меньше расстояний между атомами углерода в алмазе (128 пм).

При сферическом измельчении кристаллический графит подвергается квазинепрерывной структурной трансформации и переходит в аморфное состояние. Эти условия приводят к созданию ранее неизвестных плотно локальных объектов [15]. Это позволило авторам совместно с профессором О.Д. Рудь открыть новый класс сверхплотных углеродных нанотрубок [16].

В этом случае локальное внутреннее самонапряжение возникает локально, что приводит к аномальному уменьшению расстояния между атомами углерода до 105 мкм (молекулярная структура слева на рис.4), что намного меньше расстояния 128 ч, типичного как для графита, так и для алмаза. Совместное применение рентгеноструктурного анализа, обратного моделирования Монте-Карло и диаграммного метода Вороного, построенного для моделирования атомных конфигураций графита, подтвердило существование сверхплотного вещества [16].

Открытие локально-аллотропной структуры углерода было сделано вместе с учеными Института металлофизики НАНУ и подтверждено рядом других, косвенных методов исследователями из нескольких стран.

Рис. 15. Пикоскопическое изображение материала, где содержание сверхплотного двухслойного графита увеличено.

Рис. 16. Пикоскопическое изображение чистого сверхплотного двухслойного графита. Его можно использовать для экранов защиты от излучения и для батарей большой емкости.

Расчеты показывают, что конденсатор из сверхплотного двухслойного графита размером 1 кубический сантиметр будет иметь емкость 8 000 фарад. Он может нести заряд 100 КвЧас что достаточно, чтобы автомобиль Тесла проехал 500 км.

4. Проект: “Визуализацию молекул в каждую лабораторию, аудиторию и в каждый учебный класс”

В своих лекциях по квантовой механике Р.Ф. Фейнман [17] говорил: "Мы знаем, как ведут себя обычные предметы, но объекты малого масштаба просто не действуют

подобным образом. Поэтому мы должны изучать их в какой-то абстрактной или образной манере, а не в связи с нашим непосредственным опытом".

С открытием пикоскопа время “абстрактных методов и образных манер” миновало, - мы увидели внешний вид объектов малого масштаба и теперь можем изучать их, пользуясь нашим непосредственным опытом. Это фундаментальный шаг к пониманию логики поведения окружающего нас молекулярного мира. Эпоха, когда учитель рассказывает о молекулах, которые никогда не видел, закончилась и началась эра единения с природой полностью состоящей из молекул.

Таким образом, с появлением Пикоскопии студенты и ученики получили возможность увидеть внешний вид молекул такими, какие они есть. Химия, из запутанного и гипотетического предмета, становится естественной и понятной, такой, как геометрия, астрономия, биология.

Визуализация молекул значительно упрощает преподавание естественных наук, расширяет возможности существующих и запустит новые производства.

Новая наука Пикоскопия открывает двери в мир молекул для создания новых технологий в материаловедении, кристаллографии, геологии, микроэлектронике, биологии, медицине и многих других областях науки и техники.

Таким образом, украинская наука становится лидером и указывает направление движения для ученых других стран.

Учитывая важность научных достижений, Президиум Международной академии информатики инициировал создание координационного комитета по проведению популяризации и международной пропаганды Пикоскопии – новой науки о визуализации молекул.

Во исполнение устава МАИ «содействие развитию науки и образования, реализация научно-образовательных программ» комитету поручено создать условия для внедрения Пикоскопии в народное хозяйство Украины и других стран, способствовать использованию пикоскопов в научных и образовательных учреждениях Украины для изучения молекулярных структур на новом витке развития цивилизации.

Литература

1. Нанотехнології у ХХІ столітті: стратегічні пріоритети та ринкові підходи до впровадження / Г. О. Андрощук, А. В. Ямчук, Н. В. Березняк [та ін.] ; Держ. агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Укр. ін-т наук.-техн. і екон. інформації. – Київ, 2011. – 274 с.

2. Наноматериалы и нанокompозиты в медицине, биологии, экологии / Н. В. Абрамов, А. Н. Багацкая, В. Н. Барвинченко [и др.] ; НАН Украины, Науч. совет целевой комплексной программы фундамент. исслед. “Фундамент. проблемы наноструктурных систем, наноматериалов, нанотехнологий”, Ин-т химии поверхности им. А.А. Чуйко, Укр. науч.-технол. центр. – Киев : Наук. думка, 2011. – 444 с.

3. Елементи фізики поверхні, нано-структур і технологій / В. В. Погосов, Ю. А. Куницький, А. В. Бабіч, А. В. Коротун ; Запорізь. нац. техн. ун-т НАН України. – Запоріжжя, 2010. – 366 с.

4. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти [Електронний ресурс] / Б. Патон, В. Москаленко, І. Чекман, Б. Мовчан // Вісн. Нац. акад. наук України. – 2009. – № 6. – С. 18–26. – Режим доступу : URL : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vnanu2009_6_4.pdf

5. A. Rosenauer, F.F. Krause, K. Muller, M. Schowalter, T. Mehrrens, Conventional Transmission Electron Microscopy Imaging beyond the Diffraction and Information Limits. *Phys Rev Lett* (2014) 113:096101. Doi: 10.1103/PhysRevLett.113.096101

6. W. Chen, V. Madhavan, T. Jamneala, M.F. Crommie, Scanning Tunneling Microscopy Observation of an Electronic Superlattice at the Surface of Clean Gold. *Phys Rev Lett* (1998) 80:1469. Doi:10.1103/PhysRevLett.80.1469.

7. N. Pavlicek, B. Fleury, M. Neu, J. Niedenfuhr, C. Herranz-Lancho, M. Ruben, J. Repp, Atomic Force Microscopy Reveals Bistable Configurations of Diben-zo[a,h]thianthrene and their Interconversion Pathway. *Phys Rev Lett* (2012) 108:086101. Doi: 10.1103/PhysRevLett.108.246102.

8. 2.Кучеров О. П., Лавровський С. Є. «Спосіб отримання зображення з субдифракційною роздільною здатністю та оптико-електронна система для його здійснення», Патент України № 115602 Від 27.02.2018р.

9. O.P. Kucherov, S.E. Lavrovsky, Picoscope, As an Instrument for Molecules Atomic Structure Study. *Information technology and special security* (2016) (<http://science.wc.lt/gallery/maketrn2.pdf>)

10. O.P. Kucherov, S.E. Lavrovsky, Electron Trajectory Shifting Effect. Abstract book. International research and practice conference: NANOTECHNOLOGY AND NANOMATERIALS (NANO-2017) Chernivtsi. (<http://www.iop.kiev.ua/~nano2017/files/abstracts/Kucherov.pdf>)

11. O.P. Kucherov, S.E. Lavrovsky, Direct visualiselectron beam shifting effect. *Information technology and special security* (2016) (<http://science.wc.lt/gallery/maketrn2.pdf>)

12. Mohammad Mahdi Tavakoli, Hossein Aashuri, Abdolreza Simchi, Zhiyong Fan. Hybrid zinc oxide/graphene electrodes for depleted heterojunction colloidal quantum-dot solar cells. *Phys.Chem.Chem.Phys.* 2015, 17, 24412
13. O. Fedchenko, S.V. Chernov, M. Klimenkov, S.I. Protsenko, S.A. Nepijko, G. Schönhense, *Jpn. J. Appl. Phys.* 55, 02BC15 (2016).
14. NEPIJKO S.A., SAPOZHNIK A.A, NAUMOVETS A.G., ET AL. Investigation of Nanostructure Phase Composition and Field Emission Properties in the Ge/Si(100) System. *J. NANO- ELECTRON. PHYS.* 8, 04067 (2016)
15. A.D. Rud, I.M. Kiryan, A.M. Lakhnik, Topological characteristics of local atomic arrangements at crystalline-amorphous structural transition in graphite. *Materials Science. Mesoscale and Nanoscale Physics* (2014) (<http://arxiv.org/abs/1412.1982>).
16. A.D. Rud, N.E. Kornienko, I.M. Kiryan, A.N. Kirichenko, O.P. Kucherov, Local-Allotropic structures of carbon. The-sis "Carbon: the fundamental problems of science, materials science, technology". Troisk. (http://www.ruscarbon.com/tisncmdocs/2015/Carbon_Conference_2016-Thesis.pdf).
17. Feynman Lectures on Physics, Quantum Mechanics. Palo Alto, London, 1961. – 325 p.

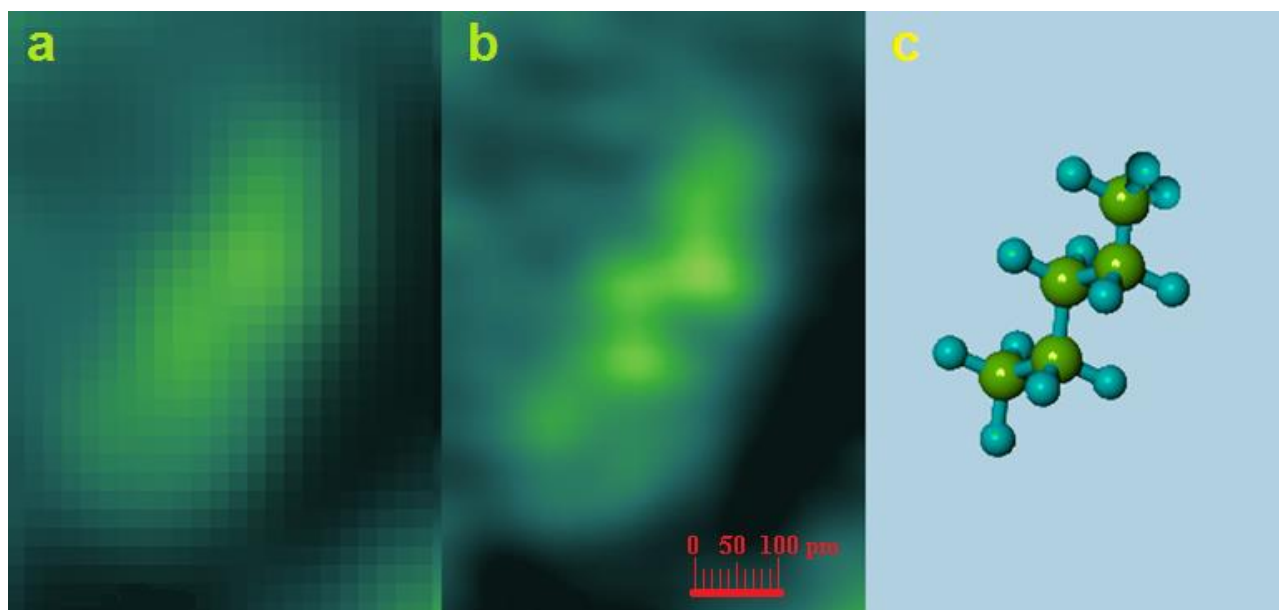


Рис. 2. Пентан C_5H_{12} с одной молекулой: а) Негатив с разрешением 100 рикометров; б) Пикоскопическое изображение с разрешением 10 рикометров[6]; в) модель молекулы пентана из энциклопедии.

3.1. ВИЗУАЛЬНАЯ ХИМИЯ.

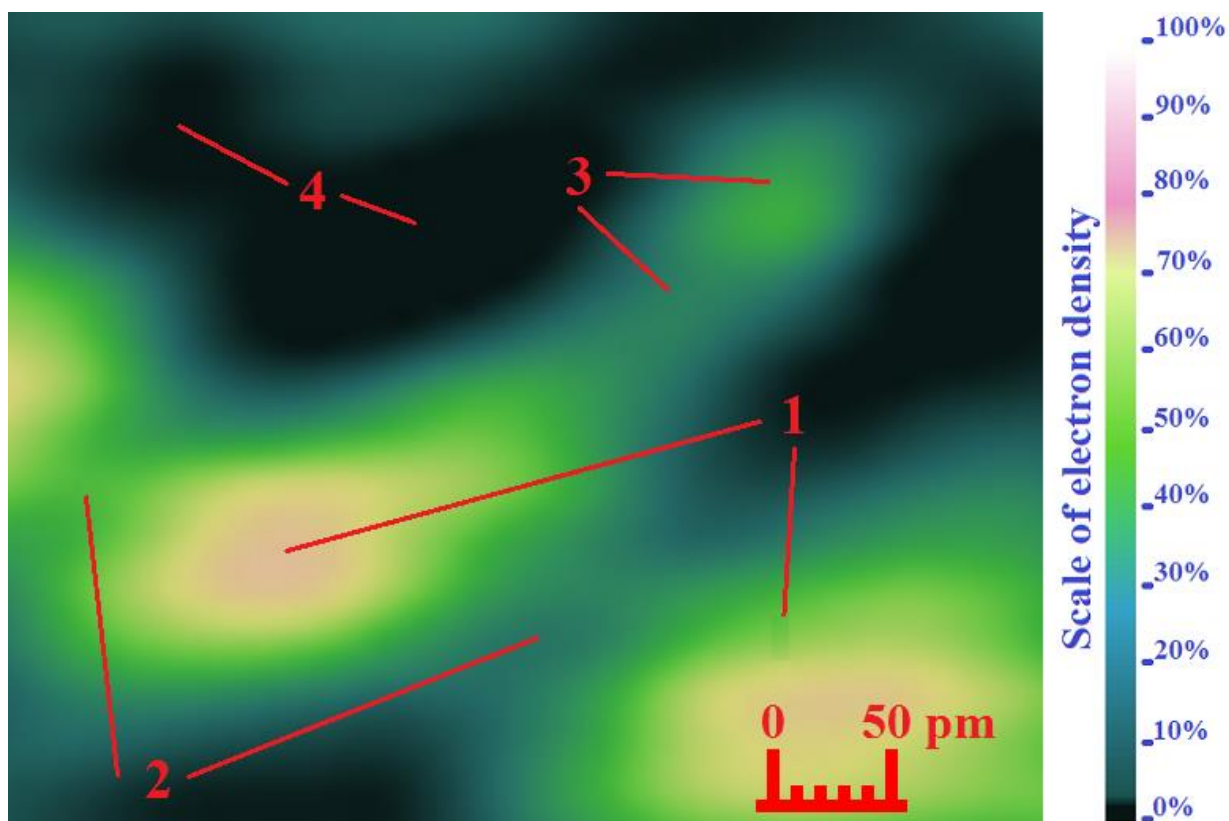


Рис. 3 . Пикоскопическое изображение:

- 1) атомы - желтые;
- 2) ковалентные связи - зеленый; 3) силы Ван-дер-Ваальса - бирюзовые;
- 4) свободное от электронных облаков пространство - черный.

3.2. ВИЗУАЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

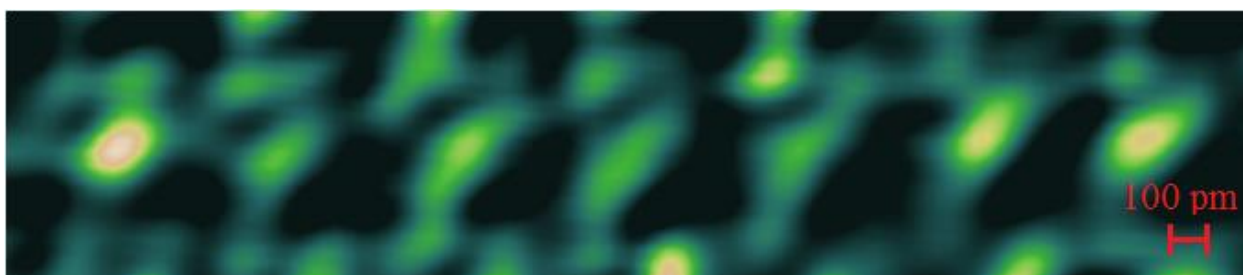


Рис. 4. Поворот молекулы сапфира (Al_2O_3). Слева на право: «кольца» превращаются в «коней» и далее в «эллипсы».

3.3. ВИЗУАЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

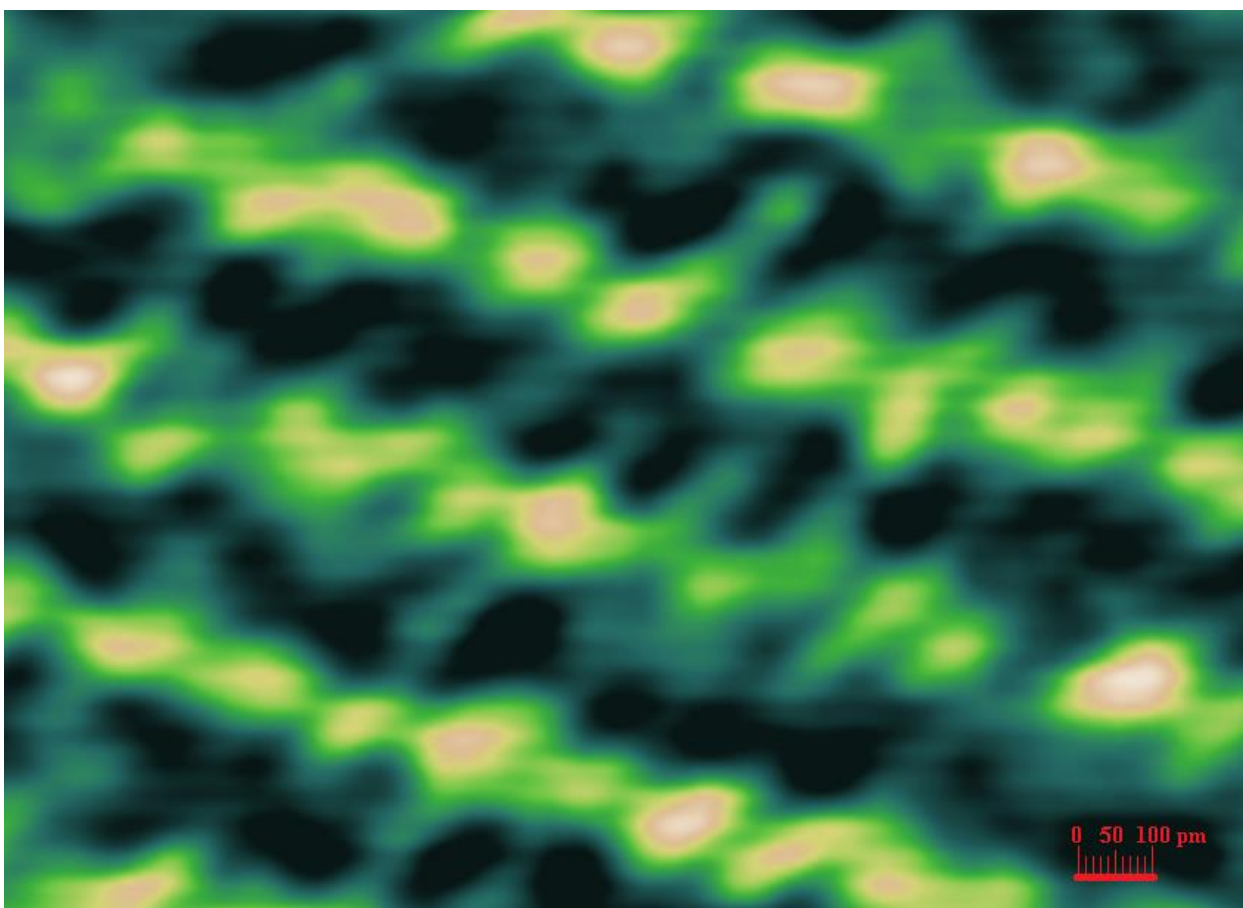


Рис. 5. Пикоскопическое изображение графита с атомами углерода (сиреневый), ковалентные связи (зеленый), слабые связи Ван-дер-Ваальса (бирюзовый) и слой изолятора с нулевой проводимостью (черный).

3.4. ВИЗУАЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

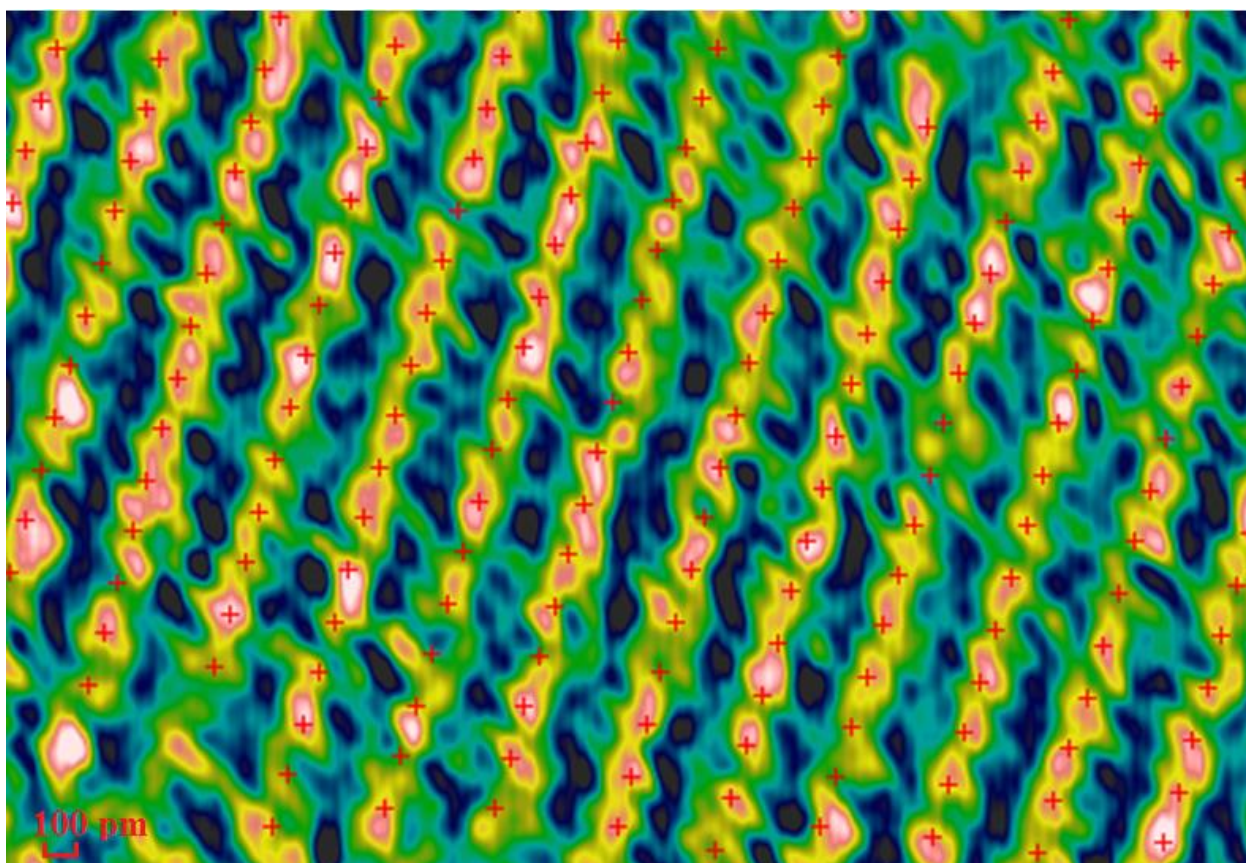


Рис. 6. Пикоскопическое изображение кристаллической решетки графита. Крестиками отмечены центры кристаллической решетки.

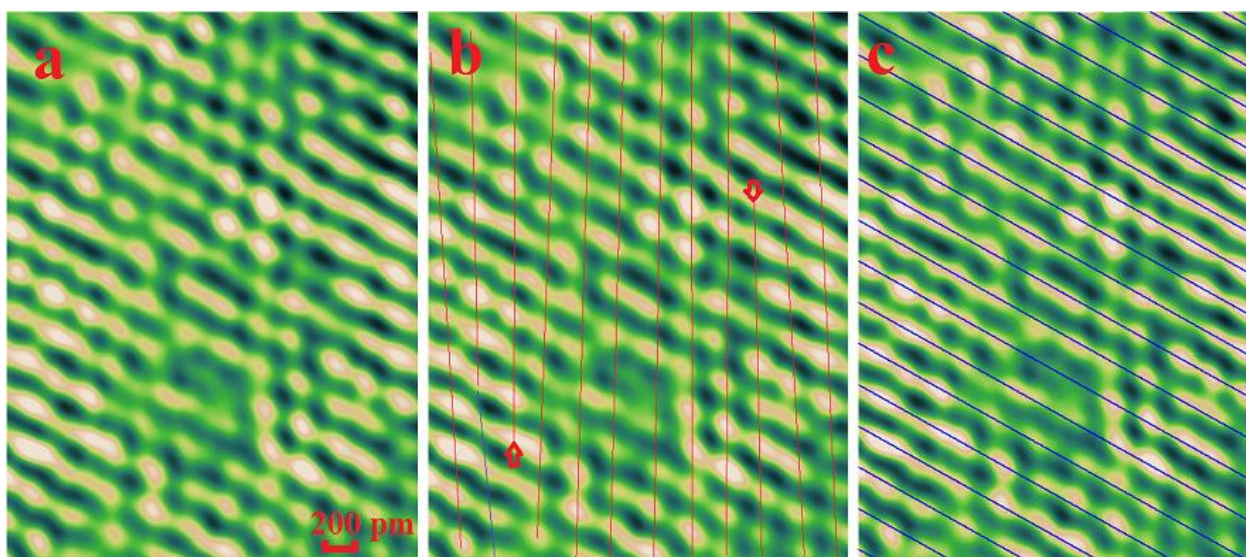


Рис. 7. Пикоскопическое изображение атомов в кристаллической решетке.
 б) Вертикальные слои имеют два коллапса (Мы можем видеть дислокации);
 в) горизонтальные слои не имеют повреждений.

3.5. ВИЗУАЛЬНАЯ ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

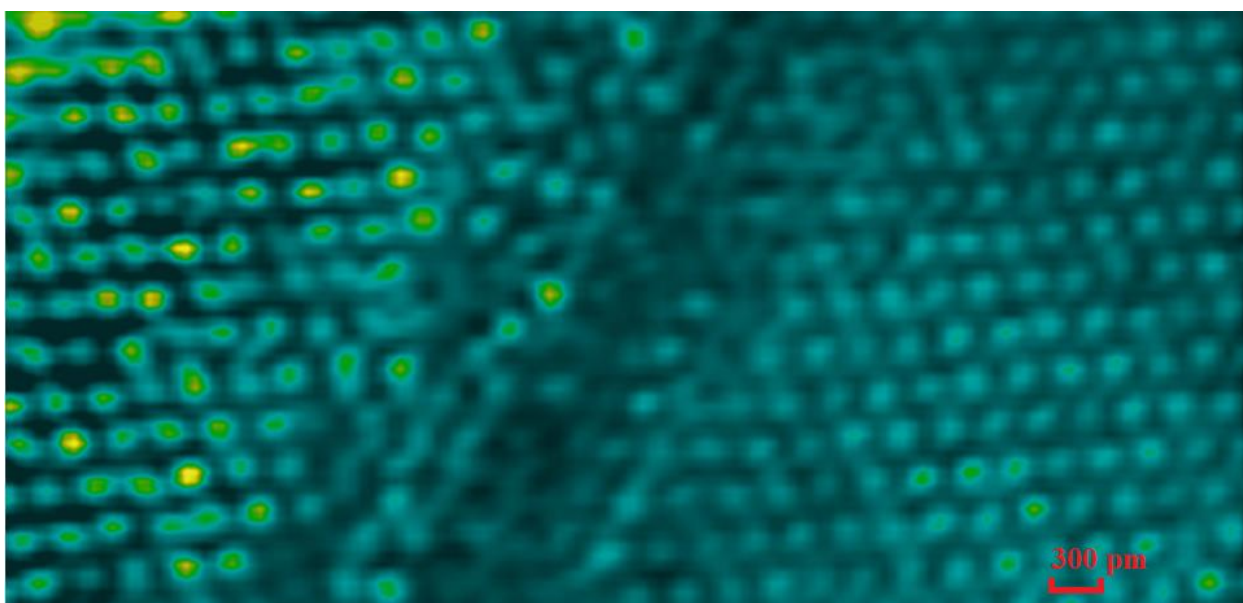


Рис. 8. Пикоскопическое изображение твердого раствора Ge / Si (100), слева на кристалле Si, справа. Атомы Ge - желтый, Si - бирюзовый.

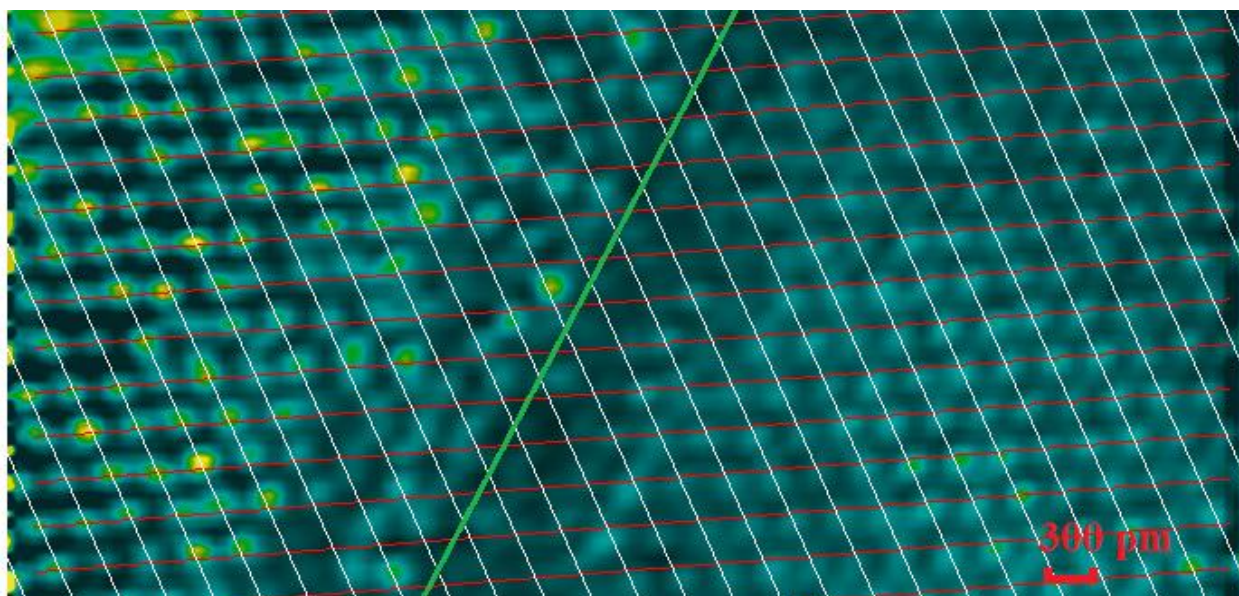


Рис. 9. Кристаллическая решетка кремния (справа) и твердого раствора Ge/Si (слева) составляют один идеальный монокристалл.

3.6. ВИЗУАЛЬНАЯ МИКРОЭЛЕКТРОНОКА

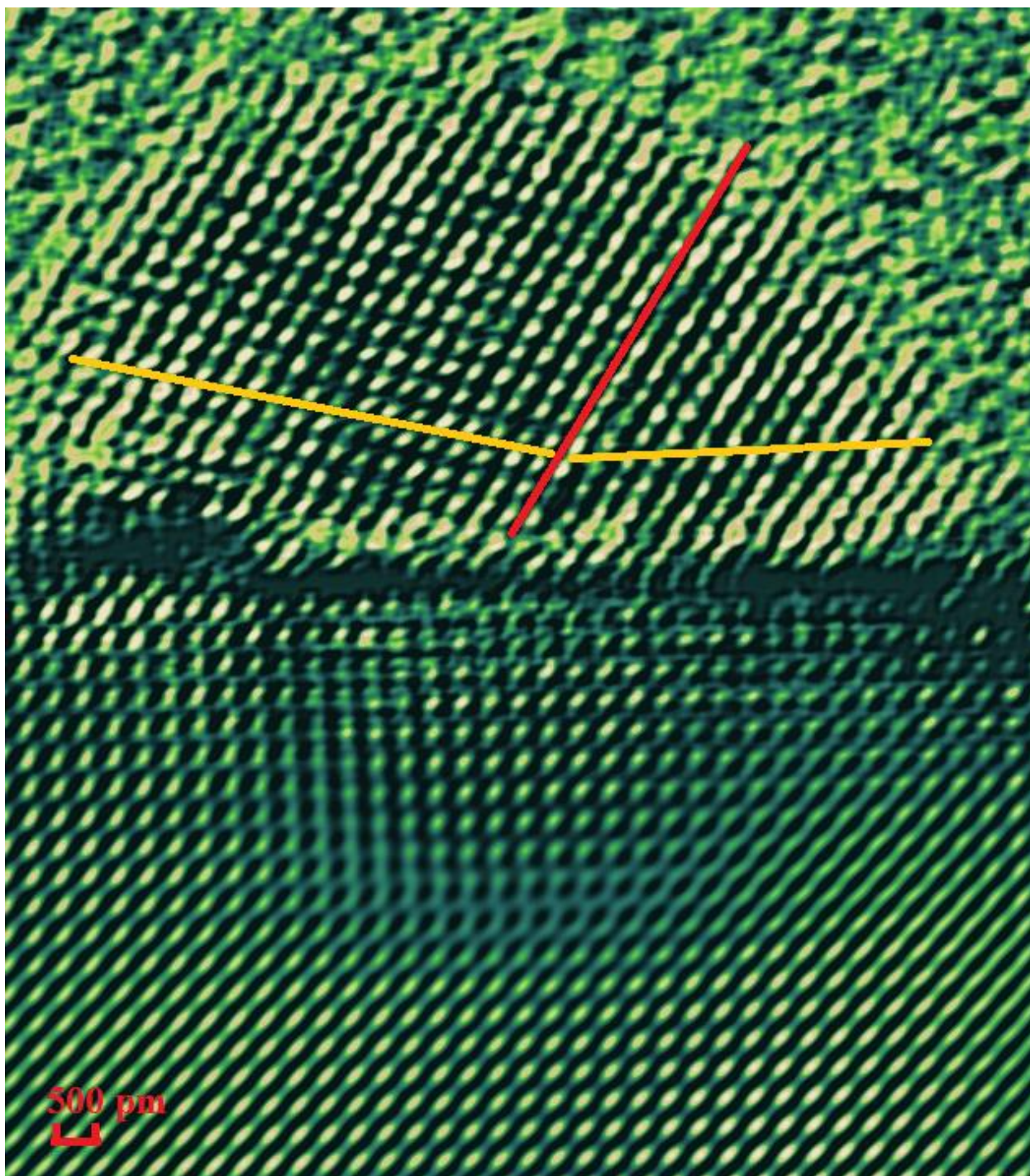


Рис.10. Пикоскопическое изображение квантовой точки кремния в окружении аморфного кремния на подложке сапфира (Al_2O_3)

3.7. ВИЗУАЛІЗАЦІЯ КВАНТОВИХ ТОЧОК

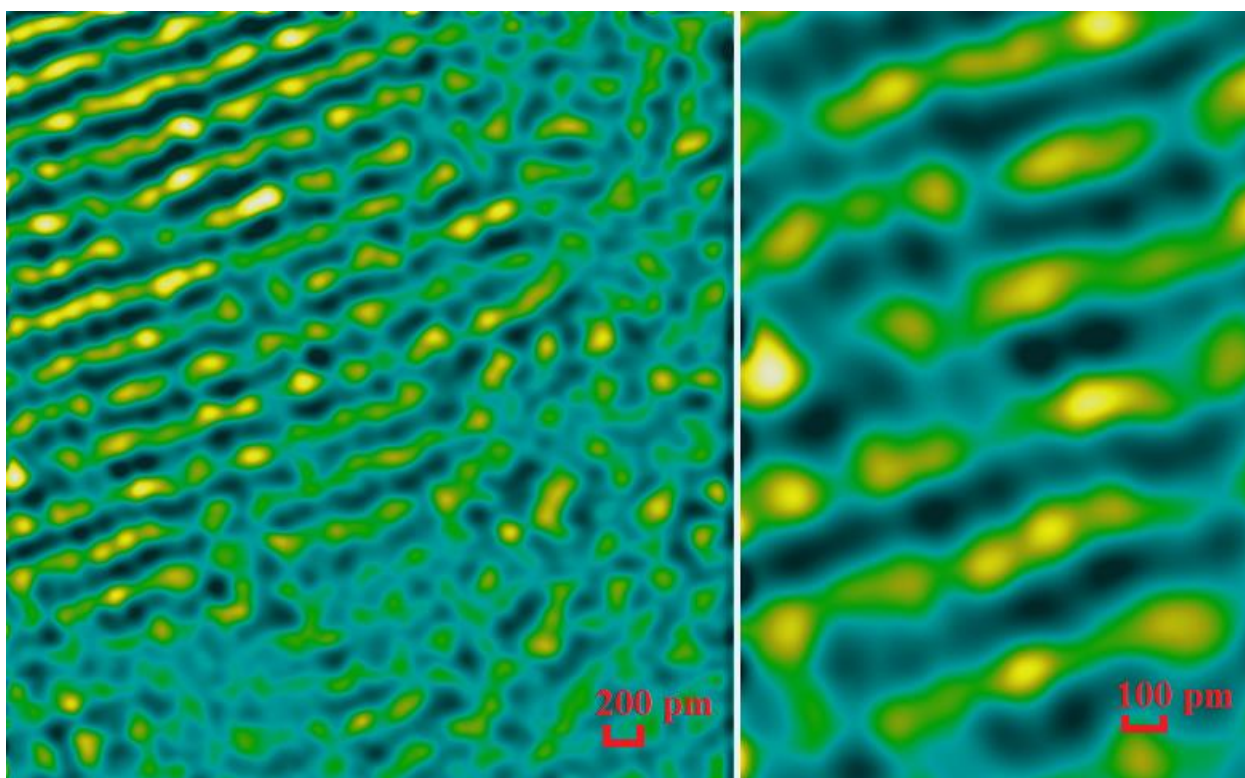


Рис. 11. Гибридная квантовая точка оксида цинка на подложке графена с размером 5 нм. Видна сложная пространственная структура, состоящая из валентной зоны (слои желтого и зеленого цвета), зон полупроводимости (сетка бирюзового цвета) и запрещенных зон (пятна черного цвета).

3.8. ВИЗУАЛІЗАЦІЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ

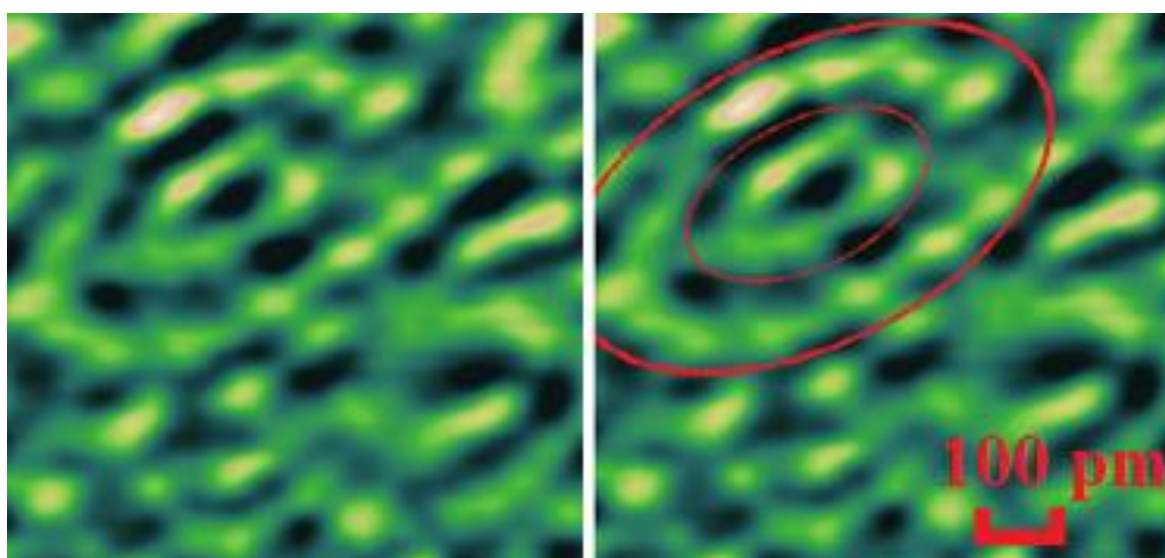


Рис. 12. Пикоскопическое изображение двух вложенных одна в другую нанотрубок со средним расстоянием 120 нм [4].

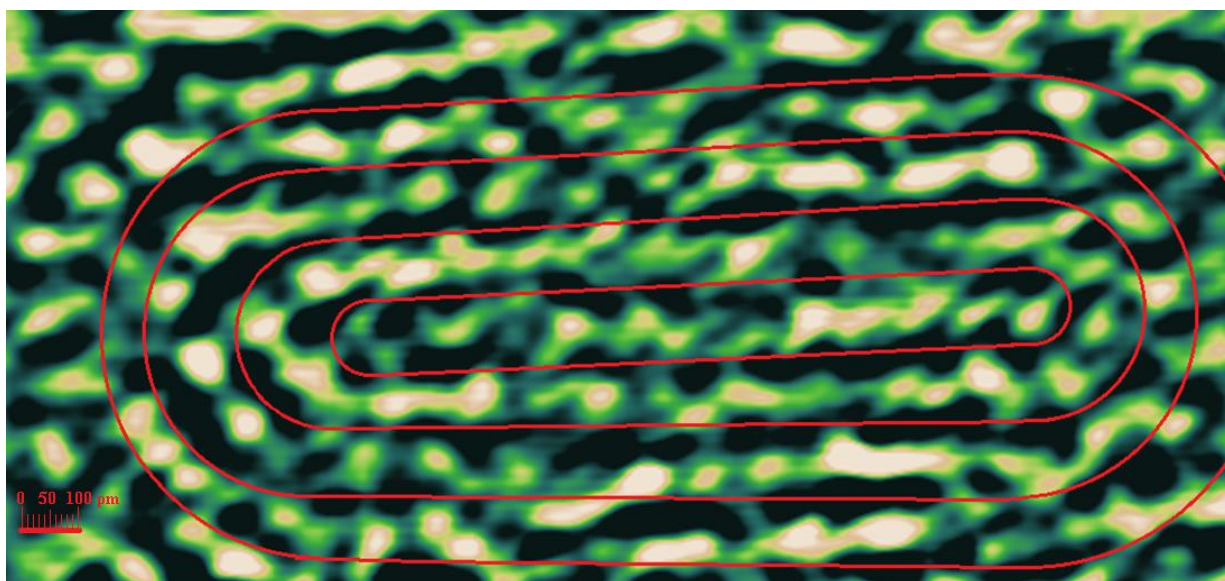


Рис. 13. Система четырех вложенных углеродных нанотрубок.

3.9. ВИЗУАЛЬНЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ

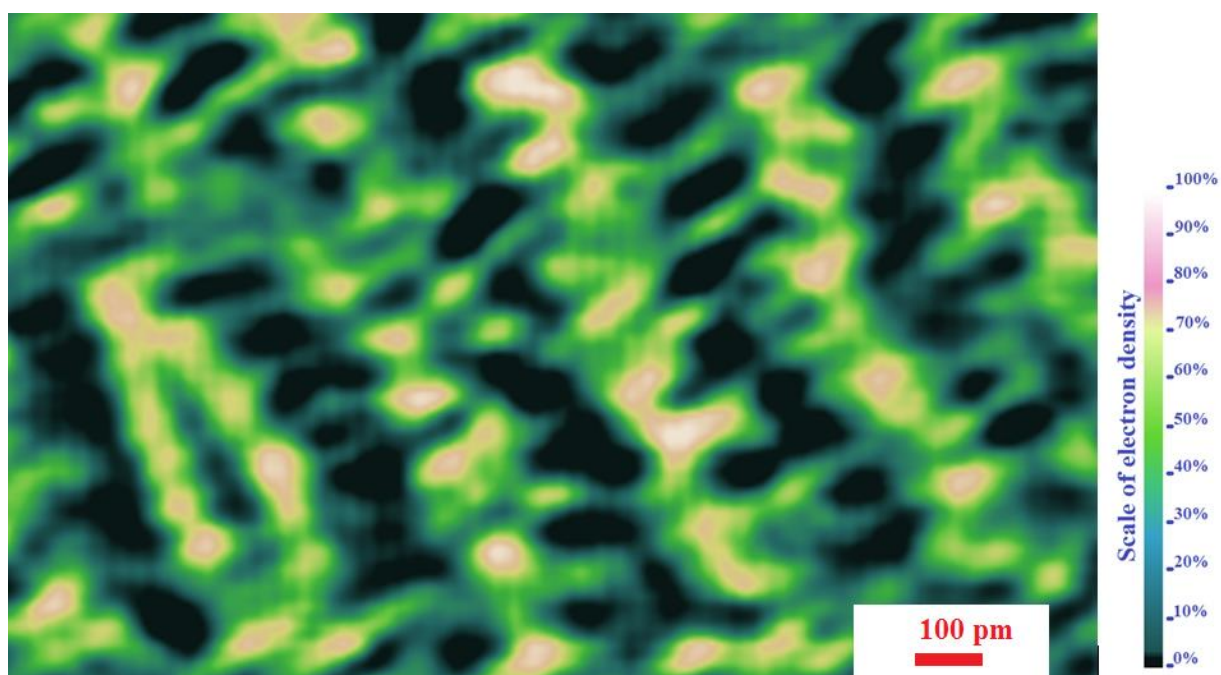


Рис. 14. Пикоскопическое изображение слоев графита (справа) и локально-аллотропной структуры углерода (слева) [7].

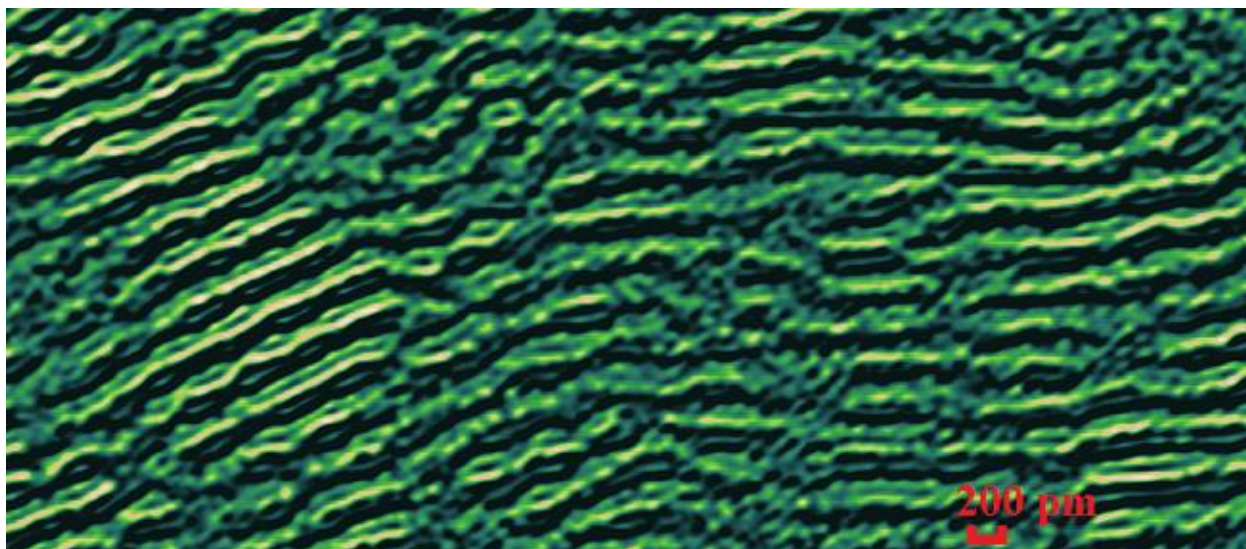


Рис. 15. Пикоскопическое изображение материала, где содержание сверхплотного двухслойного графита увеличено.

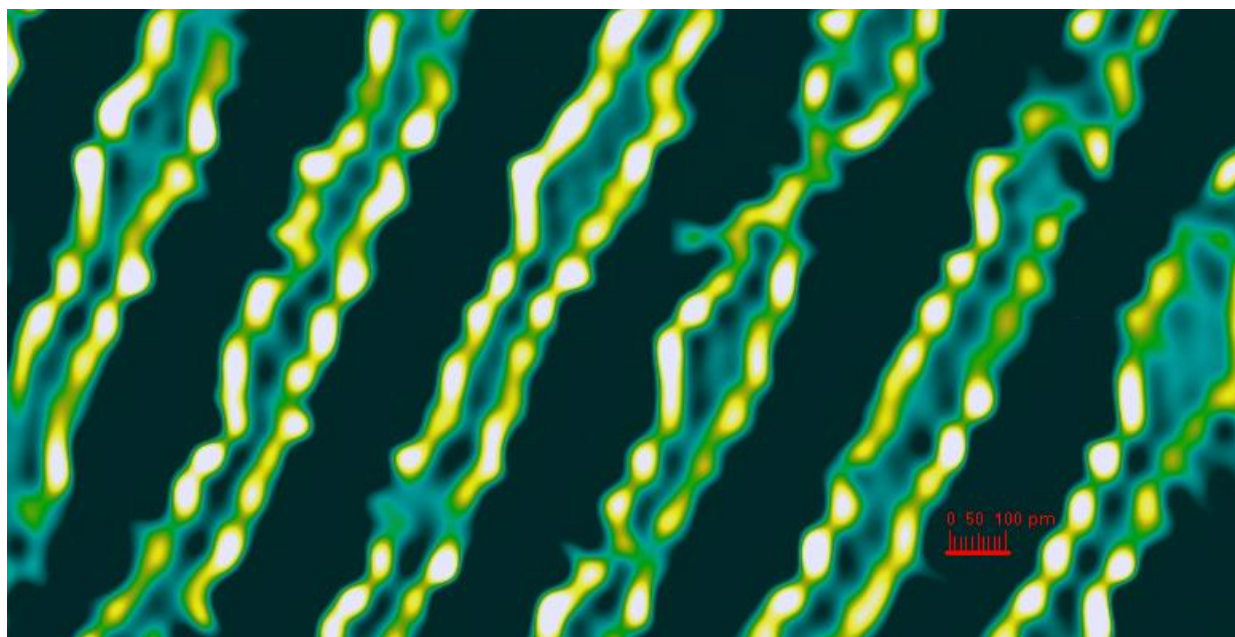


Рис. 16. Пикоскопическое изображение чистого сверхплотного двухслойного графита. Его можно использовать для батарей большой емкости и для экранов защиты от излучения.

РЕЦЕНЗІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ПОВІДОМЛЕННЯ

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

У науковому журналі «інформаційні технології та спеціальна безпека» друкуються статті, які відповідають профілю журналу і мають наукове та практичне значення. Редколегія просить не надсилати матеріали, раніше надруковані, чи такі, що готуються до друку в інших виданнях. Тексти статей та всі матеріали до них повинні бути ретельно відредаговані, перевірені та підписані авторами.

Надсилаючи статтю до редакції, просимо дотримуватись наступних правил

1. Рукопис надсилається в двох екземплярах, надрукований через 1,5 інтервали шрифтом Times 12 пунктів, набраний у редакторі Word-2003 та в електронному вигляді.

2. Розмір статті разом із рисунками та списком літератури не повинен перевищувати 10–12 сторінок і 5-ти рисунків. Викладення повинно бути чітким, стислим, без довгих вступів, відступів і повторів, а також без дублювання в тексті даних таблиць, рисунків і підписів до них. Реферат і розділ «Висновки», якщо він є, не повинні дублювати один одного. Обсяг реферату — не більше 1000 знаків. На першій сторінці статті має бути зазначено індекс УДК.

3. Назву статті, ініціали та прізвища авторів, повну назву установи та її адресу, де працюють автори, а також текст реферату та ключові слова друкують мовою статті. Окремим файлом подають ті ж самі дані (крім адреси та назви установи) іншими двома мовами (англ., укр./рос.)

4. Рисунки (діаграми, графіки, фотографії тощо) потрібно подавати на окремих сторінках на білому папері, чітко віддруковані (чорно-біле зображення) і підписані на зворотній стороні листа. Рисунки необхідно подавати кожний окремим файлом. Бажана ширина рисунків — 75мм або 150 мм. Надписи на рисунках слід, по можливості, замінити літерними позначками, а криві позначити цифрами, які роз'яснюються в підписах до рисунків або в тексті. Мінімальний розмір надписів на рисунках — 10 пунктів. Не бажано наводити у вигляді рисунків дані, які можна представити в тексті чи в таблиці. Місце рисунків указується на лівому полі рукопису. Підписи до рисунків бажано давати окремим файлом.

5. Таблиці повинні мати номер і назву. Кожний рисунок і таблиця — відповідні посилання в тексті. Скорочення слів у тексті, таблицях і на рисунках не дозволяються.

6. Формули повинні бути набрані у редакторі Microsoft Equation шрифтом 12 пунктів (Italic). Грецькі літери слід підкреслити і на полях написати їхню назву. Розмітити олівцем великі та малі літери, які мають однакове написання (\underline{C} , \bar{c} , \underline{K} , \bar{k} тощо). Літери й знаки, які важко відрізнити, слід пояснити на полях олівцем: J (йот), I (і), 1 (одиниця), l (ель), 0 (нуль), O (літера) тощо.

7. Стаття повинна мати список джерел, що цитується. Список оформлюється згідно ДСТУ ГОСТ 7.1.2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання. З прикладами складання бібліографічного опису можна ознайомитися в Бюлетені ВАК України № 5 за 2009 рік. Посилання на літературні джерела в тексті статті слід давати в квадратних дужках у вигляді порядкової цифри, надрукованої у рядок.

8. На окремому аркуші подаються відомості про всіх авторів: прізвище, ім'я та по-батькові (повністю), вказується вчена ступінь та звання, посада, повна назва установи, а також домашня та службова адреси із зазначенням індексу, номер телефону кожного автора та e-mail (за бажанням авторів).

Рукописи, що не відповідають цим вимогам, розглядатися не будуть.

