

I. Chekman, S. Radziyevska

***ENGLISH-UKRAINIAN
NANOSCIENCE
REFERENCE GUIDE***

Kiev
Zadruga
2013

І. С. Чекман, С. О. Радзієвська

***АНГЛО-УКРАЇНСЬКИЙ
СЛОВНИК-ДОВІДНИК
З НАНОНАУКИ***

Київ
ПВП “Задруга”
2013

УДК 620.3:[61+54+53+57](03)=111=161.2

ББК 32.844.Ія2

Ч-37

Рекомендовано до друку Вченою радою фармацевтичного факультету

Національного медичного університету імені О. О. Богомольця

Протокол № 4 від 13 грудня 2012 року

Рецензенти:

- ❖ ***Р. С. Стойка*** – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, завідувач відділу регуляції проліферації клітин та апоптозу Інституту біології клітини НАН України;
- ❖ ***В. О. Покровський*** – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділом мас-спектрометрії нанорозмірних систем, заступник директора з наукової роботи Інституту хімії поверхні імені О. О. Чуйка НАН України;
- ❖ ***В. Л. Іващенко*** – доктор філологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу наукової термінології Інституту української мови НАН України;
- ❖ ***В. І. Карaban*** – доктор філологічних наук, професор кафедри теорії та практики перекладу з англійської мови Інституту філології Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Чекман І. С.

Ч-37

Словник-довідник з нанонауки: англо-укр. = English-Ukrainian nanoscience reference guide / І. С. Чекман, С. О. Радзієвська. – К.: Задруга, 2013. – 296 с. – Бібліогр.: с. 274–281.

ISBN 978-966-406-073-5

У словнику-довіднику подано визначення понад 800 найуживаніших нанонаукових термінів. Кожна словникова стаття складається з трьох частин: реєстрового слова англійською мовою, українського відповідника, визначення терміна українською мовою.

Для науковців різних напрямів діяльності, студентів та аспірантів вищих медичних навчальних закладів, усіх, хто цікавиться проблемами нанонауки.

The Reference guide contains over 800 most frequently used nanoscience terms. The material is given in the form of short entries. Each entry consists of three parts: the term in English, its Ukrainian equivalent, definition in the Ukrainian language.

It is intended for students of higher medical establishments, researchers, as well as for a broad audience interested in the field of nanoscience.

УДК 620.3:[61+54+53+57](03)=111=161.2
ББК 32.844.Ія2+81.2АНГ-4

ISBN 978-966-406-073-5

© Чекман І. С., Радзієвська С. О., 2013.

CONTENTS / ЗМІСТ

Abbreviations / Перелік умовних скорочень.....	5
The English alphabet / Англійський алфавіт.....	5
The Ukrainian alphabet / Український алфавіт.....	5
Preface.....	6
Передмова.....	14
З історії нанонауки.....	23
Nanoscience terms / Нанонаукові терміни	
A.....	52
B.....	64
C.....	75
D.....	93
E.....	100
F.....	109
G.....	116
H.....	124
I.....	128
J.....	133
K.....	134
L.....	135
M.....	141
N.....	158
O.....	207
P.....	212
Q.....	227
R.....	235
S.....	241
T.....	254
U.....	259
V.....	260
W.....	262
X.....	264
Postface	266
Післямова.....	270
References / Література.....	274
Alphabetical index in Ukrainian / Алфавітний покажчик українською мовою.....	282



ABBREVIATIONS / ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

грец. – грецька (мова)

лат. – латинська (мова)

нм – нанометр

THE ENGLISH ALPHABET / АНГЛІЙСЬКИЙ АЛФАВІТ

Aa	Bb	Cc	Dd	Ee	Ff
Gg	Hh	Ii	Jj	Kk	Ll
Mm	Nn	Oo	Pp	Qq	Rr
Ss	Tt	Uu	Vv	Ww	Xx
		Yy	Zz		

THE UKRAINIAN ALPHABET / УКРАЇНСЬКИЙ АЛФАВІТ

А а	Б б	В в	Г г	Ґ ґ	Д д
Е е	Є є	Ж ж	З з	И и	І і
Ї ї	Й й	К к	Л л	М м	Н н
О о	П п	Р р	С с	Т т	У у
Ф ф	Х х	Ц ц	Ч ч	Ш ш	Щ щ
Ь ь	Ю ю	Я я			

PREFACE

Everything pales into insignificance beside a book.

A. P. Chekhov (1860 – 1904),

Russian writer, playwright

For more than thirty years the world science has been paying great attention to the study of the nanosized materials, their synthesis, their properties, their use in daily activities, as well as their application in various sectors of the national economy. Certain properties of nanomaterials, compared with similar materials, emerge due to their size which is less than 100 nm. Institutes, laboratories, scientific groups, international centres are established worldwide to carry out research in the field of nanoscience.

The nanostructured materials possess unique physical (mechanical, thermodynamic, optical, magnetic, electric), chemical (electronic structure, quantum-chemical properties), biological (synthesis of cell nanostructures – proteins, antibodies, cytokines), pharmacological (antimicrobial activities of nanometals: nanocopper, nanosilver; targeted drug delivery to the nidus of pathologic process), toxicological (negative impact of some nanomaterials – fullerenes, dendrimers – on human body) and pharmaceutical (peculiarities of nanodrug development) properties in comparison with the properties of larger particles of the same material.

Although nanoscience is developing rapidly, the little is known about the interaction between the nanosized objects and the living systems. In biological liquids nanoparticles form compounds with proteins; the number and nature of these proteins located on particles' surface result in specific effects in living structures.

The nanosize paradox phenomenon of the properties of nanostructures, which appears during the transition from microsize to nanosize, has not been studied thoroughly, but has already been put into practice. Drugs containing



nanoiron, nanosilver, nanodispersed silica, liposomes are utilized in drug development and in treatment of various diseases.

Intensive research in the field of nanoscience causes the appearance of new words and word-combinations which are widely used in scientific publications. The necessity of making an inventory of nanoscience terms puts special emphasis on the importance of nanoscience reference guide compiling.

The Ukrainian linguists and experts in their respective fields focus on the present-day topical issues of modern philology, especially on normalization and standardization of terminological systems of various subject areas and on terms translation which can be explained by the growing informatization in science and technology.

In the context of international cooperation intensification, particular interest is raised to English as the dominant language in science nowadays. This interest promotes a wide distribution of research theories, conceptions, progressive ideas on other language areas. In modern linguistics this interest facilitates development, standardization, harmonization of terminological systems of various fields and subfields of science and technology. The results of practical steps in this direction are translation products that contribute to theory and methodology of research, in particular to harmonization between the national and international terminological systems, specifically to harmonization between nanoscience terminological systems of the Ukrainian and the English languages.

Dr. V. Ya. Zhalay, Director of the Science and Foreign Languages Teaching Center of the National Academy of Sciences of Ukraine, and researchers N. M. Bykhovets, T. G. Linnyk, A. F. Parkhomenko, I. I. Rakhmanova, L. M. Rubashova state that there is a need for finding new ways of lexicographical description of terminological systems. The new approach is justified by the fact that the existing dictionaries reflect the state of the language of science as it was thirty years ago.

The urgency of *English-Ukrainian nanoscience reference guide* compiling is predetermined by absence of up-to-date nanoscience terminological dictionaries that allow users not only to find information about certain

nanoscience concepts, but also to find the Ukrainian equivalents to the English terms.

Prof P. Yu. Hrytsenko, Director of the Institute of the Ukrainian Language of the National Academy of Sciences of Ukraine, underlines that since the end of the 20th century the introduction of new terminological systems for new areas of knowledge and spheres of intellectual activity has become the major problem of the Ukrainian terminology. Emphasis shifts in priorities of the Ukrainian society, which date back to the 80s of the 20th century, brought into focus the necessity of strengthening the role of the Ukrainian language and resulted in terminological systems elaboration for some new domains of knowledge, as well as terminological systems development for the existing disciplines.

The system of notions and terms in the field of nanoscience forms its foundation and plays the key role in its further theoretical and practical development, as well as functioning. Understanding the importance of the role of terminology, the authors felt the necessity of compiling a practical English-Ukrainian nanoscience reference guide and did their best in achieving the goal of filling this gap.

The complex approach to terms' analysis (e. g., comprehension, definition, translation, etc.) within the framework of modern translation studies makes publishing the reference guide of the most dynamic field a topical issue.

The notion of term has achieved widespread use and has gained popularity as the object of research. There have been numerous attempts to give it the accurate definition, however none of the suggested formulations can be viewed as extensive and thorough. Following the definition, given by Dr. V. L. Ivashchenko, Head of the Terminology Department of the Institute of the Ukrainian Language of the National Academy of Sciences of Ukraine, the authors view nanoscience terms as words or word-combinations as inherent elements of the nanoscience and nanotechnology terminological system that stand for certain notions of the field and serve as a means of receiving, fixing, storing, processing, transmitting professional knowledge and work experience in the subject area. For convenience in research "a nanoscience term" is used synonymously with "a nanotechnology term".



A term can exist only as an element of a terminological system. A terminological system is defined as a well-ordered set of terms that correspond adequately to the system of notions of that theory serving certain subject area. A terminological system of any field represents a definite multitude of interrelated elements that create a stable unity and consistency provided with integral properties and regularities.

The issue of compiling glossaries, which is becoming more and more topical nowadays, is one of the central to modern linguistics and is studied within the framework of technical scientific lexicography (terminography).

The main objective of the guide is to register and to define nanoscience terms so that they meet the world requirements to standards, and thus to contribute to the national terminography development. The adequate translation of the English terms into Ukrainian is a necessary step to attain this goal.

Nanoscience reference guide contains over 800 most frequently used nanoscience terms. The material is given in the form of short entries. Each entry offers the definition of the nanoscience term. The registered lexemes – one-word terms, two- and many-word terms, single-component and multi-component terminological units, as well as those that are hyphenated – are listed alphabetically. They are printed in bold. In some cases the etimological information is provided.

The entry length varies depending on the complexity of nanoscience phenomenon. Each entry consists of three parts: the term in English, its Ukrainian equivalent, definition in the Ukrainian language. It doesn't include all the cited literature since in most cases various sources were used. The authors tried to come up with the Ukrainian equivalents of the terms, conveying briefly and clearly their meanings with the help of the Ukrainian language means. Only widely known nanoscience terms served as exceptions to this rule.

The lexicographical work contains new terms which have appeared due to the latest achievements in the field of nanoscience.

The information on nanoscience key concepts has been taken from resources characterized by different degree of content-richness. In preparing the guide the following steps were taken: firstly, the terminological units were selected; secondly, they were translated into the Ukrainian language; thirdly, the definitions of terms were formulated in Ukrainian. The authors have used a wide variety of sources published in Ukraine and abroad (e.g., books, manuals, journal articles, conference proceedings, etc.) in order to produce definitions in natural Ukrainian that are both accurate and easy to understand.

The greatest advantage of the current lexicographical work is that it offers not only translation of the nanoscience terms from English into Ukrainian, but also provides definitions and explanations of the most frequently used terms, revealing the meaning of the key concepts.

The subject index in the Ukrainian language allows to use the guide for translation purposes.

Let's focus on the algorithm of nanoscience terms translation.

Firstly, it is essential to determine the subfield nanoscience term belongs to. This approach is justified by the interdisciplinarity of nanoscience, which utilizes the terms taken from medicine (e. g., *nanodrug*; *drug delivery*; *drug nanocrystal*; *drug nanosuspension*), pharmacology (e. g., *dual action drug*; *pharmacodynamics*; *pharmacokinetics*), physics (e. g., *electron density*; *Fermi wavelength*), chemistry (e. g., *chiral compound*), biology (e. g., *biological system*; *biomotors*), mechanics (e. g., *nanotribology*; *statistical mechanics methods*), etc. This step presupposes finding possible target language equivalents and choosing the one depending on the use of language in a given situation.

Secondly, to put notions into categories: a) objects, materials, instruments, mechanisms, devices, equipment, machinery (e. g., *atomic force microscope*, *nanotube*); b) processes, actions, effects (e. g., *crystallization*, *differentiation*, *energy transfer*); c) properties, states, conditions (e. g., *chirality*, *negative resistance*); d) quantity specifications: physical and geometrical values; dimensions (e. g., *near nanoscale*, *pH (hydrogen ion exponent)*); e) methods (e. g., *electronic structure method*, *top-down nanotechnology*).



Thirdly, to analyze the peculiarities of structure and semantics. In the current research terminological units are divided into: a) one-word-terms (e. g., *antibody*, *cell*, *footprinting*); b) two-component terminological word-combinations (e. g., *chemical deposition*, *membraneless structure*, *metalloceramic coating*); c) multi-component terminological units, which consist of three-, four- and more components (e. g., *quantum cellular automata*, *metal ion implantation*); d) composites (e. g., *nanorobotics*, *hedgehog proteins*, *quantum-dot device*); e) juxtaposites (e. g., *diastereoisomers*, *sol-gel*); f) combined terms (e. g., *ion-exchange chromatography*).

Translation of multi-component terms requires splitting the terminological unit into primary (main) and secondary components (which might consist of more than one word) and should be followed by the analysis of the semantic relations between the secondary components, as well as between the secondary components and the primary (main) component of the terminological unit.

Fourthly, in some cases the attention is paid to the origin of terms. The word *nanoscience* comes from the Greek *νάννοζ*, meaning ‘dwarf’, *nanometer* is a unit of measurement, it is equal to 10^{-9} m. The terminological dictionary contains the terms with international elements of Greek and Latin origin (e. g., *bacteriophage*, *biomembrane*), word elements borrowed from English (e. g., *capsid*, *nanoindenter*).

Various translation techniques, methods (transcoding: *colloid*, *nanoassembler*, *rotaxane*, *sol*, etc.; loan-translation: *magnetic data storage*, *single-electron transistor*, etc.) and the combinations of lexical, grammatical, and stylistic transformations are used in the process of nanoscience translation.

The definition analysis and context analysis are made for translation of polysemantic abbreviations. It should be mentioned that searching for the Ukrainian equivalents of the English terms is not an easy task. In some cases the authors have provided synonymous Ukrainian terms to the same English term, e. g.: *extracellular matrix (ECM)*.

While compiling the guide the authors took into account: firstly, proportionality of the formal and content organization of the term as a linguistic form of expression to the corresponding scientific concept, which is reflected in the logical formulation of the definitions of the registered lexemes; secondly, active functioning of the terminological units simultaneously in various science disciplines. This approach can be justified by the fact that nanoscience broadly covers several subject areas.

Consequently, intensive research in nanoscience, elaboration of research networks, international cooperative studies in this new, developing and most promising field demand from the Ukrainian scientists search for the Ukrainian equivalents to the English nanoscience terms and put special emphasis on the problem of nanoscience terminological system harmonization.

Nanoscience terms translation and development of terminological system in the field of nanoscience should be viewed as contribution to further development of the Ukrainian language. The functioning of the official language in the area of science and technology depends largely on knowledge-driven and cognition-driven development of the Ukrainian terminology. Terminographical research in the field of nanoscience plays an overwhelmingly important role in formation and consolidation of the Ukrainian professional language. At the same time standardization and normalization of nanoscience terminological system contributes to modern translation terminography development.

Nanoscience reference guide is designed to ensure its effective use by graduate and postgraduate students, who wish to master the terms, as well as researchers, all individuals who seek to gain some understanding of the terminology as it is currently used in the field of nanoscience.

The authors express their sincere gratitude for advisory support and constructive criticism to the reviewers of the guide: **Dr. V. L. Ivashchenko**, Senior Research Scientist, Doctor of Philology, Head of the Terminology Department at the Institute of the Ukrainian Language of the National Academy of Sciences of Ukraine; **Prof. V. I. Karaban**, Doctor of Philology, Professor of the Department of Theory and Practice of Translation from English



at the Institute of Philology of Taras Shevchenko National University of Kyiv; **Prof. V. O. Pokrovsky**, Head of the Mass Spectrometry of the Nanosized Systems Department, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Deputy Director for Science at the O. O. Chuiko Institute of Surface Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine; **Prof. R. S. Stoyka**, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Head of the Department for Cell Proliferation Regulation and Apoptosis at the Institute of Cell Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Prof. N. I. Pirogov, the world-famous scientist, surgeon, youth worker, trustee of St. Volodymyr University, stated, “Learn, read, ponder, and take out of books the most useful”. The authors of the guide will consider their mission fulfilled if the offered information on nanoscience finds practical implementation in the readers’ research and teaching activities.

The authors feel responsible for the definitions given in the terminology edition and would be thankful to everyone for comments and ideas on improving the reference guide.

ПЕРЕДМОВА

Усе блідніє перед книгою.

*А. П. Чехов (1860 – 1904),
російський письменник, драматург*

За останні 30 років світова наука приділяє значну увагу вивченню синтезу, властивостей, застосування у різних галузях діяльності людини наноматеріалів, що мають розміри, які не перевищують 100 нм і відрізняються від аналогічних частинок ненанорозмірів. Для розроблення проблематики різних аспектів нанонауки створені спеціальні інститути, лабораторії, наукові групи, міжнародні центри.

Наноструктурні матеріали проявляють унікальні фізичні (механічні, термодинамічні, оптичні, магнітні, електричні), хімічні (електронна структура, квантово-хімічні властивості), біологічні (синтез наноструктур клітини – білків, антитіл, цитокінів), фармакологічні (більш виражена протимікробна дія нанометалів міді, срібла, цільова доставка ліків до патологічного процесу), токсикологічні (негативний вплив на організм деяких наноматеріалів – фулеренів, дендримерів) та фармацевтичні (особливості розроблення лікарських форм нанопрепаратів) властивості порівняно з аналогічними частинками ненанорозмірів.

Незважаючи на швидкі темпи розвитку нанонауки, сьогодні відносно мало відомо про взаємодію нанорозмірних об'єктів із живими системами. У біологічних рідинах із наночастинками з'єднуються протеїни, кількість та природа яких на поверхні частинок призводить до специфічних ефектів у живих структурах.

Феномен нанорозмірного парадоксу властивостей наноструктур із переходом від мікро- до нанорозмірів достеменно ще не вивчений, але



вже знайшов практичне застосування. Препарати нанозаліза, наносрібла, нанодисперсного кремнезему (силікс), ліпосом уже застосовують для лікування різних захворювань.

Такий бурхливий розвиток нанонауки відповідно зумовив виникнення нових слів, словосполучень, які вже застосовують у наукових публікаціях. Важливість запропонованого довідкового видання зумовлена необхідністю інвентаризації термінології нанонауки як нової сфери досліджень, яка сьогодні інтенсивно розвивається.

На сучасному етапі розвитку філології спостерігаємо підвищений інтерес вітчизняних лінгвістів та фахівців різних галузей науки й техніки до питань розроблення та впорядкування галузевих терміносистем, перекладу термінів, що пояснюємо зростаючим потоком наукової і технічної інформації.

У контексті поглиблення міжнародних зв'язків особливий інтерес виникає до англійської мови як домінантної на цей час у сфері науки. У сучасному мовознавстві така зацікавленість робить певний внесок у поширення наукових теорій, концепцій, прогресивних новітніх ідей на інший мовний ареал, сприяючи розвитку, впорядкуванню й гармонізації терміносистем різних галузей і підгалузей наукового й технічного знання. Результатом практичних кроків у цьому напрямі, які знаходять реальне втілення в перекладацькій діяльності, є істотні досягнення у теоретичному й методологічному осмисленні проблематики узгодженості національної і міжнародної термінологій, зокрема між терміносистемами в українській та англійській мовах.

Директор Центру наукових досліджень і викладання іноземних мов НАН України, кандидат філологічних наук, доцент В. Я. Жалай та співробітники Н. М. Биховець, Т. Г. Линник, А. Ф. Пархоменко, І. І. Рахманова, Л. М. Рубашова вважають, що потреба в нових підходах до лексикографічного опису терміносистем усвідомлюється на тлі нинішньої ситуації в галузевій лексикографії, де наявні словники нерідко відбивають стан розвитку мови науки 30-літньої давності, а

тому далеко не завжди їх матеріал є актуальним для сучасного наукового мовлення.

Актуальність створення словника-довідника із нанонауки зумовлена відсутністю новітніх словників нанонаукових термінів, які б дозволили користувачам не лише отримати довідку про співвідношення з терміном наукове поняття, а й мати змогу віднайти еквівалентний англійському український термін.

Директор Інституту української мови НАН України, доктор філологічних наук, професор П. Ю. Гриценко слушно підкреслює, що з кінця ХХ ст. в українському термінознавстві набула особливої гостроти проблема термінологічного забезпечення нових галузей знань і сфер інтелектуальної діяльності. Зміни від поч. 80-х років ХХ ст. мовних пріоритетів українського суспільства, насамперед посилення ролі української мови, актуалізували необхідність створення відповідних українськомовних термінологічних систем для одних сфер та удосконалення, розширення наявних (недосформованих через недостатнє їх практичне використання) – для інших.

У практичному розвитку нанонауки, її теоретичному обґрунтуванні важливе значення має система понять і термінів, які становлять її фундамент і забезпечують розвиток та функціонування. Розуміючи важливість ролі термінології, автори відчували потребу в англо-українському словнику із нанонауки, поставивши собі за мету заповнити, наскільки це можливо, цю прогалину й укласти практичний словник-довідник.

Спрямування сучасних перекладознавчих досліджень на комплексний підхід до вивчення, розуміння, визначення та перекладу термінів робить актуальним видання словника-довідника найбільш динамічної галузі знання, який максимально відповідатиме дійсному стану розвитку нанонауки.

Незважаючи на популярність терміна як об'єкта дослідження та численні спроби дати йому визначення, навряд чи яке-небудь з них



може бути вичерпним. Спираючись на визначення терміна, запропоноване завідувачем відділу наукової термінології, доктором філологічних наук, В. Л. Іващенко, автори до нанонаукових термінів відносять слова або словосполучення, що є органічними елементами терміносистеми нанонауки й нанотехнологій, які позначають певні поняття в цій сфері та слугують засобом отримання, фіксації, зберігання, оброблення, перероблення, трансляції професійних знань і професійного досвіду в цій галузі. Для зручності наукового опису поняття “нанонауковий термін” вживаємо як синонімічне до поняття “нанотехнологічний термін”.

Термін може існувати лише як елемент терміносистеми, тобто впорядкованої сукупності термінів, які адекватно передають систему понять тієї теорії, яка описує певну спеціальну сферу людських знань чи діяльності.

Проблема укладання фахових термінологічних словників є однією з найактуальніших у сучасній лінгвістиці й досліджується у межах науково-технічної лексикографії (термінографії).

Основне завдання довідника – зафіксувати та розробити дефініції нанонаукових термінів, які б відповідали світовим стандартам з метою наблизити національну термінографію до світового рівня, для чого важливо правильно відтворити англійські терміни українською мовою.

Довідковий матеріал у словнику наведено у вигляді коротких статей, в яких у доступній формі розпрацьовано визначення понад 800 найуживаніших нанонаукових термінів. Реєстрові лексеми – це однослівні терміни й термінологічні словосполучення, які розміщено в алфавітному порядку. Англійські реєстрові терміни та їх українські відповідники подано жирним шрифтом. В окремих випадках наведено етимологічну довідку.

Залежно від характеру пояснюваного нанонаукового явища, обсяг статті варіює. Кожна словникова стаття складається з трьох частин: реєстрового слова англійською мовою, українського відповідника,

визначення терміна українською мовою. Вона не містить паспортизації джерел, оскільки визначення термінів розроблялися на основі кількох джерел. Автори добирали українські еквіваленти англійських термінів, намагалися коротко й чітко передати їх засобами рідної мови. Винятком були лише добре засвоєні терміни, які широко вживаються у нанонауці.

Словник містить нові термінопоняття, появу яких обумовлено останніми досягненнями нанонауки.

Складність написання запропонованого довідника полягала ще й у тому, що необхідний поняттєвий апарат зосереджено в працях різного рівня інформативності. Під час підготовки словника-довідника використано чимало наукових джерел. Основною базою добору термінів стали недавно опубліковані в Україні та за кордоном глосарії, книги. За критерій добору слугували вмотивованість і поширеність термінологічних одиниць у галузі. Роботу було виконано в такій послідовності: укладання реєстру термінів і термінословосполучень; їх переклад українською мовою з англійської; формулювання дефініцій термінів з опрацюванням вітчизняної та зарубіжної наукової літератури – монографій, посібників, статей, матеріалів конференцій тощо.

Наукова цінність пропонованого словника-довідника полягає в тому, що він містить не лише переклад з англійської мови на українську основних термінів, які використовуються у сфері нанонауки, а й пропонує їхнє визначення, розкриваючи зміст ключових понять цієї нової галузі науково-практичної діяльності людства.

Для зручності користування у словнику-довіднику вміщено предметний покажчик українських термінів, який дозволяє виконувати ще одну важливу методичну функцію – перекладацько-довідкову.

Зупинимося на особливостях перекладу нанонаукових термінів. Насамперед визначено належність терміна до певної галузі нанонауки, напр.: медицини (*nanodrug* / *нанопрепарат*; *drug delivery* / *доставка ліків*; *drug nanocrystal* / *нанокристалеві ліки*; *drug nanosuspension* /



лікарська наносуспензія), фармакології (*dual action drug* / лікарський засіб подвійної дії; *pharmacodynamics* / фармакодинаміка; *pharmacokinetics* / фармакокінетика), фізики (*electron density* / густина електронів; *Fermi wavelength* / довжина хвилі Фермі), хімії (*chiral compound* / хіральної сполука), біології (*biological system* / біологічна система; *biomotors* / біомотори), механіки (*nanotribology* / нанотрибологія; *statistical mechanics methods* / методи статистичної механіки) тощо. Такий підхід можна пояснити міждисциплінарністю нанонауки.

До словника ввійшли терміни на позначення: а) предметів техніки, до яких належать матеріали, інструменти, механізми (напр.: *atomic force microscope* / атомний силовий мікроскоп, *nanotube* / нанотрубка); б) процесів, дій, явищ (напр.: *crystallization* / кристалізація, *differentiation* / диференціація, *energy transfer* / передача енергії); в) властивостей, ознак, станів (напр.: *chirality* / хіральність, *negative resistance* / негативний опір); г) показників (напр.: *near nanoscale* / ближній наноскейл, *pH (hydrogen ion exponent)* / гідрогенний показник); д) методів (напр.: *electronic structure method* / метод електронної структури, *top-down nanotechnology* / нанотехнологія “згори донизу”).

До реєстру включено терміни різні за структурою та компонентним складом, зокрема: а) терміни-однослови: прості, похідні, складні (напр.: *antibody* / антитіло, імуноглобулін, *cell* / клітина, *footprinting* / футпринтинг); б) двокомпонентні терміни-словосполучення: вільні, зв'язані (напр.: *chemical deposition* / хімічне осадження, *membraneless structure* / безмембранні структури, *metalloceramic coating* / металокерамічні покриття); в) багатоконпонентні (три-, чотири- і більше) терміни (напр.: *quantum cellular automata* / квантові клітинні автомати, *metal ion implantation* / імплантація іонів металів); г) композити (напр.: *nanorobotics* / наноробототехніка); *hedgehog proteins* / білки хеджсехог (їжакоподібні білки), *quantum-dot device* / нанопристрій на квантових точках); г) юкстапозити

(напр.: *diastereoisomers* / діастереоізомери, *sol-gel* / золь-гель (колоїдний розчин-гель); д) комбіновані терміни (напр.: *ion-exchange chromatography* / іонообмінна хроматографія).

До словника ввійшли також нанонаукові терміни з міжнародними терміноелементами латинського або давньогрецького походження (напр.: *bacteriophage* / бактеріофаг, *biomembrane* / біомембрана), а також запозичення з англійської мови (*capsid* / капсид, *nanoindenter* / наноіндентор). Зауважимо, що префікс *нано-* походить з грец. *νάννοϛ* й означає «карликовий», *нанометр* – одиниця, що дорівнює 10^{-9} м.

Під час перекладу термінів зроблено вибір словникового варіантного відповідника (одноеквівалентні та багатоеквівалентні перекладні відповідники). Зокрема, використано такі основні способи та прийоми перекладу нанонаукових термінів: транскодування (напр.: *colloid* / колоїд; *nanoassembler* / наноасемблер; *rotaxane* / ротаксан; *sol* / золь), калькування (напр.: *magnetic data storage* / магнітне зберігання даних; *single-electron transistor* / одноелектронний транзистор) тощо.

Для здійснення перекладу нанонаукових термінів та їх визначень використано також лексичні, граматичні, стилістичні перекладацькі трансформації, які переважно сполучаються одна з одною, приймаючи в такий спосіб характер складних комплексних трансформацій.

Багатозначні терміни-аббревіатури подавалися шляхом аналізу дефініції терміна в поєднанні з вивченням контексту, в якому функціонує такий термін. Віднаходження українських відповідників англійських термінів пов'язане з низкою проблем, зокрема в деяких випадках той самий термін перекладено синонімічними українськими термінами, наприклад: *extracellular matrix (ECM)* – *екстрацелюлярний матрикс*, *позаклітинний матрикс*.

У процесі перекладу враховувалися: співмірність формально-змістової організації терміна як мовної форми вираження та відповідного наукового поняття, що знайшло відображення у логічному



формулюванні визначень реєстрових терміноодиниць; активне функціонування термінів водночас у різних галузях знань. Такий підхід можна пояснити міждисциплінарністю нанонауки, яка ґрунтується на досягненнях фізики, хімії, механіки, біології, медицини, фармакології та інших класичних дисциплін.

Отже, стрімкий розвиток нанонауки, інтенсифікація міжнародних зв'язків у цій відносно новій, але надзвичайно перспективній сфері вимагають від українських вчених віднаходження еквівалентів, відповідників, що спричиняє пильну увагу до проблеми міжмовної гармонізації терміносистеми нанонауки. При цьому переклад нанонаукових термінів українською мовою й розвиток терміносистеми нанонауки можна розглядати як засіб подальшого розвитку української мови, адже повноцінне функціонування національної мови в науково-технічній сфері великою мірою залежить від пізнавально-інформаційної досконалості термінології. Саме тому розроблення, упорядкування та унормування терміносистеми нанонауки є перспективним напрямом сучасної перекладознавчої термінографії.

Словник-довідник із нанонауки є добре структурованим, зручним у роботі, орієнтований на студентів, аспірантів, викладачів, фахівців-практиків, наукових співробітників, усіх, хто цікавиться нанотехнологіями, а також на професійне спілкування, взаєморозуміння фахівців із різних напрямів нанонауки. Сподіваємося, що пропонований словник-довідник також допоможе перекладачам англomовної наукової літератури.

Автори висловлюють щире подяку рецензентам: **В. І. Карбану** – доктору філологічних наук, професору кафедри теорії та практики перекладу з англійської мови Інституту філології Київського національного університету імені Тараса Шевченка; **В. Л. Іващенко** – доктору філологічних наук, старшому науковому співробітнику, завідувачеві відділу наукової термінології Інституту української мови НАН України; **В. О. Покровському** – доктору фізико-математичних

наук, професору, завідуючому відділом мас-спектрометрії нанорозмірних систем, заступнику директора з наукової роботи Інституту хімії поверхні імені О. О. Чуйка НАН України; **Р. С. Стойці** – доктору біологічних наук, професору, члену-кореспонденту НАН України, завідувачеві відділу регуляції проліферації клітин та апоптозу Інституту біології клітини НАН України за конструктивні, слушні зауваження та доброзичливі побажання.

Відомий учений, хірург, попечитель Університету Святого Володимира, вихователь молоді М. І. Пирогов зауважив: “Вчіться, читайте, розмірковуєте і здобуйте з книг саме корисне”. Укладачі словника-довідника із нанонауки вважатимуть, що виконали свою місію, якщо читачі знайдуть у ньому корисне для своєї наукової та педагогічної діяльності.

Автори відчують також відповідальність за правильні визначення термінів, тому всі зауваження й побажання читачів, спрямовані на поліпшення змісту словника-довідника, приймуть із вдячністю.



З ІСТОРІЇ НАНОНАУКИ

Немає нічого сильнішого, ніж слово.

*Менандр (343 – 291 рр. до н.е.),
давньогрецький поет, драматург*

Наприкінці ХХ ст. у лексикон землян досить швидко ввійшло коротке слово «нано», яке легко приєдналося до вже знайомих понять й утворило низку похідних слів. Чимало людей планети не тільки розуміють значення термінів “нанонаука”, “нанотехнологія”, “наноелектроніка”, “нанохімія”, “нанобіологія”, “наномедицина”, “нанофармакологія”, а й здійснюють дослідження у цих напрямках. Префікс *нано* означає одну мільярдну метра, або 10^{-9} м.

Сьогодні вчені світу інтенсивно вивчають властивості таких синтезованих наноструктур: ліпосоми (liposome), наночастинки (nanoparticle), нанострижні (nanorod), нанотрубки (nanotube), фулерени (fullerene), наносфери (nanosphere), квантові точки (quantum dot), дендримери (dendrimer), нанодротики (nanowire), нанокompозити (nanocompsite), нановолокна (nanofibre), нанокапсули (nanocapsule) та інші.

Синтезовані нанорозмірні структури металів: алюмінію, вісмуту, заліза, золота, кадмію, кремнію, магній, марганцю, міді, свинцю, срібла, титану, цинку, цирконію тощо. Досліджуються нові явища, характерні для наноматеріалів: гігантський магнітний опір, ефекти розмірного квантування. Створюється нова сучасна апаратура для вивчення наночастинок розміром менше 1 нм (електронний мікроскоп, фазово-контрастний мікроскоп, скануючий тунельний мікроскоп та багато інших).

Вітчизняні та зарубіжні вчені поглиблено вивчають фізико-хімічні, біологічні, біохімічні, фармакологічні, токсикологічні механізми дії

нанорозмірних матеріалів, що сприяє прискореному синтезу нових нанопрепаратів для профілактики, діагностики та лікування різних захворювань, а також розробленню сучасних економічно вигідних та екологічно безпечних нанотехнологій одержання таких наноструктур.

Історія нанонауки сягає у глибоку давнину, коли ще люди не знали цього поняття. Народи стародавнього світу отримували матеріали за допомогою нанотехнологій, звісно, не усвідомлюючи цього. Прикладами емпіричного періоду застосування нанотехнологій є виробництво кольорового скла, глиняних та керамічних виробів у Стародавніх Греції, Китаї, Римі, Єгипті, Київській Русі.

Ідея мініатюризації з позицій науково-практичної реалізації володіла людством з давніх часів. Про це свідчать народні билини, перекази, фантастичні літературні твори. Так, знаменитий англійський письменник Джонатан Свіфт (1667–1745) у романі «Мандри Гулівера» описав маленьких людей – ліліпутів. Відомий російський письменник Микола Семенович Лесков (1831–1895) у повісті «Сказ про тульського косоного Шульгу і про сталеву блоху» описав майстерність Шульги, який зумів підкувати блоху, привезену з Англії російським царем Олександром Павловичем. Унікальний український майстер Микола Сергійович Сядристий розширив уявлення про людські можливості, створивши художні мікромініатюри на зрізі зернят, вишневих і тернових кісточках. М. С. Сядристий створив найменшу в світі книгу з пелюсток безсмертника і наймініатюрніші в світі шахи. Польський фантаст і філософ Станіслав Лем (1921–2006) у романі «Непереможений» описує своєрідну цивілізацію, яка використовує самоорганізуючі системи, біосенсиори, пристрої.

Австрійський фізик-теоретик, один із засновників квантової механіки, лауреат Нобелівської премії з фізики Ервін Шредингер (1887–1961) у лютому 1943 р. в столиці Ірландії Дубліні прочитав лекцію на тему: «Що таке життя з позицій фізики». У цій лекції, яка пізніше вийшла окремою книгою, вперше у світі було висунуто ідею аперіодичного кристала – мікросистеми великої інформаційної ємності. Е. Шредингер



підкреслював: «Ми можемо цілком точно назвати дані утворення аперіодичним кристалом, або твердим тілом: тому доцільно вважати, що ген чи хромосомне волокно нагадують аперіодичне тверде тіло».

Колоїдні розчини люди отримували й застосовували з давніх часів. У цих дисперсних системах складові частинки мають нанорозміри. Колоїдні розчини є у живій природі, в тому числі в організмі людини (кров, спинномозкова рідина тощо). За останні роки розроблені нанотехнології синтезу колоїдних розчинів металів, органічних матеріалів. Ліпосоми вже застосовуються понад 40 років, але тільки недавно з'ясували, що ці структури мають нанорозміри.

Істотний внесок у розвиток теоретичних досліджень властивостей наночастинок зробив американський вчений російського походження, фізик-теоретик Георгій Антонович Гамов (1904–1968). Ще у 20-і роки ХХ ст. він вперше розв'язав рівняння Ервіна Шредингера. Як встановив Г. А. Гамов, особлива властивість квантових частинок, зокрема електронів, проявляється у їхній здатності проникати через перешкоду, навіть коли енергія нижча від потенційного бар'єра. Якщо електрону для подолання перепони необхідна більша енергія, ніж він нею володіє, то електрон не відштовхнеться від перепони, а з втратою енергії (подібно до хвилі води) подолає цю перешкоду. Відкрите Г. А. Гамовим явище отримало назву «тунельний ефект», або «тунелювання». Це дало змогу пояснити багато фізичних явищ, зокрема, процеси, що відбуваються під час виділення частинок з ядра, що стало основою для сучасної атомної науки і техніки, а також для створення тунельного мікроскопа, який сприяв вивченню наночастинок розмірами менше 0,5 нм.

У 1932 р. на основі цих теоретичних досліджень нідерландський вчений Фріц Церніке (1888–1966) відкрив метод фазового контрасту і сконструював перший фазово-контрастний мікроскоп, отримавши за це Нобелівську премію (1953 р.). У 1939 р. німецькі фізики Ернст Август Руска і Макс Кноль сконструювали електронний мікроскоп, що забезпечило можливість дослідження нанооб'єктів розміром 10 нм.

1956 рік позначений створенням американським інженером Джоном Алоїзіусом О'Кіфі растрового мікроскопа, а також ще відкриттям «ефекту беззношування» російськими вченими Дмитром Миколайовичем Гаркуновим та Ігорем Вікторовичем Крагельським. В основі цього ефекту – утворення «серпоподібної плівки» між частинами машин завтовшки близько 10 нм, що труться між собою. Така плівка в десятки разів знижує втрати у процесі тертя.

За конструювання у 50-х роках ХХ ст. тунельного діода японському фізику Лео Есаки спільно з Айваром Джайевером і Брайаном Девідом Джозефсоном присуджено Нобелівську премію з фізики (1973 р.). Російський фізик Юрій Сергійович Тиходєєв уперше запропонував розрахунки параметрів і варіанти застосування приладів на основі багаточарових тунельних структур.

50-ті роки ХХ ст. ознаменовані розробкою академіком Б. Є. Патоним й академіком Б. О. Мовчаном за допомогою технології молекулярних пучків принципово нового методу синтезу композитів металів з метою створення їх надзвичайно міцних сплавів для застосування у різних галузях діяльності людини. Сьогодні це нанотехнології отримання наночастинок металів – срібла, міді, заліза, вісмуту тощо.

1959 рік відзначився історичною подією, яка мала важливе значення для подальшого розвитку нанонауки. Американський фізик-теоретик, професор Каліфорнійського технологічного інституту, лауреат Нобелівської премії з фізики за дослідження з квантової електродинаміки (1965 р.) Р. Ф. Фейнман (1918–1988) у грудні 1959 року на щорічному засіданні Американського фізичного товариства зробив доповідь «Внизу багато місця: запрошення увійти в нову галузь фізики» (There is plenty of room at the bottom: an invitation to enter a new field of physics). Лекція була тим поштовхом, що стимулював теоретичні, а пізніше – і практичні дослідження у галузі нанонауки. Аудиторія та читачі надрукованого варіанта лекції сприйняли її як нереальну фантастику. Сам же Р. Ф. Фейнман стверджував, що в майбутньому можна буде маніпулювати окремими атомами, і людство зможе реалізувати фантастичні ідеї: «Жоден



фізичний або хімічний закон не перешкоджає нам змінювати взаємне розташування атомів...». Цей видатний учений передбачив можливість використання атомів як звичайного будівельного матеріалу. За 20 років це передбачення здійснилося. Фактично відтоді розпочалися науково обґрунтовані дослідження з нанонауки, нанотехнологій і наномедицини. Американця Р. Ф. Фейнмана і росіянина Л. Д. Ландау вважають найвидатнішими фізиками-універсалами ХХ століття.

Ральф Лейтон, один із бібліографів Р. Ф. Фейнмана, назвав його “шаманом фізики”. До цього слід додати три факти з науково-педагогічної діяльності Р. Ф. Фейнмана. Він доклав чимало зусиль до розробки атомної бомби, був одним із керівників Манхеттенського проекту, засновник школи фізиків-теоретиків. Лектор, який умів цікаво, з тонким почуттям гумору викласти складні наукові питання, викладач з великої літери, популяризатор науки фізики. Один із американських фізиків, який співпрацював із Р. Ф. Фейнманом, Фрімен Дайсон писав: «Я не чув жодної лекції Фейнмана, на якій би аудиторія не реготала».

На початку 60-х років ХХ століття були отримані сплави металів, що містили наночастинки. В Інституті електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України (академік Б. Є. Патон і академік Б. О. Мовчан) за допомогою електронно-променевої технології (молекулярних пучків) вдалося сформувати спеціальні сплави металів, що мають надзвичайно високу міцність та набагато легші за сталь. Їх використовували для побудови космічних апаратів, у військовій галузі, авіації, металургії. Отримання цих матеріалів ґрунтувалося на новітніх наукових технологіях. У ті часи такі методи не мали назви “нанотехнології”, але з сучасних позицій вони є типовими нанотехнологіями.

1964 рік. Гордон Мур, почесний президент й один із засновників американської корпорації “Intel” (Integrated Electronics Technologies Incorporated), сформулював закономірність: число транзисторів на кристалі інтегральних мікросхем буде подвоюватися кожні два роки. Це отримало назву першого закону Мура. Встановлена закономірність, характерна і для їхньої ємності. Впровадження мікроелектроніки в різні

сфери діяльності людини сприяло прискореному розвитку нанотехнологій.

1966 рік. Американський фізик Рассел Янг розробив п'єзоелектричний пристрій (п'єзо-двигун), який сьогодні застосовують у скануючих тунельних мікроскопах для вивчення розміру наночастинок і властивостей наноматеріалів.

1968 рік. Виконавчий віце-президент компанії "Bell" Альфред Чо і співробітник відділу досліджень напівпровідників Джон Артур обґрунтували можливість використання нанотехнологій для обробки поверхні різних матеріалів і досягнення атомної точності для створення електронних приладів.

1974 рік ознаменований тим, що японський фізик Норіо Танігучі вперше ввів в науковий обіг термін «нанотехнології» у доповіді «Про концептуальні основи нанотехнологій» на міжнародній конференції «International Conference on Precision Engineering». Н. Танігучі запропонував називати структури розмірами від 1 до 100 нанометрів «наночастинками», а методи їх отримання – «нанотехнологіями».

1975 рік. Німецькі вчені-ботаніки з Боннського університету Вільгельм Бартлотт і Кристоф Найнуйс відкрили і запатентували явище самоочищення поверхні деяких рослин (Lotus-effect[®]). Цей феномен характерний для ієрархічних наноструктурованих поверхонь. Наприклад, структура листя лотоса характеризується співіснуванням мікророзмірних горбків та нанорозмірних воскових ворсинок. Адгезія частинок бруду на таких поверхнях, саме завдяки наноструктурованості, надзвичайно мала. Тому забруднювачі можуть легко видалятися краплями води, що вільно скочуються поверхнею листя. Тобто спостерігається явище самоочищення. Накопичені знання у галузі нанотехнологій дали змогу повному поглянути на унікальні природні явища.

У 1980 – 1981 роках почали розробляти методи отримання кластерів під час випаровування за допомогою лазера у надзвукових соплах. Ці методи уможливили отримання кластерів з кількістю атомів від 40 до 100. Зокрема, в 1984 р. німецькі вчені одержали вуглецеві



кластери, а професор Герберт Гляйтер розробив концепцію наноструктури твердого тіла.

1981 рік ознаменований новим відкриттям. Швейцарські вчені з Цюріхської дослідницької лабораторії IBM Герд Бінніг і Генріх Рорер сконструювали принципово новий скануючий тунельний мікроскоп (Нобелівська премія за 1986 р.), за допомогою якого можна розглядати атомні структури з роздільною здатністю до 0,1 нм, виводити зображення окремих молекул й атомів на екран комп'ютерного монітора, а також безпосередньо досліджувати розміри наночастинок. Окрім цього, можна не тільки побачити атом, а й спеціальним нанопінцетом перенести атом з однієї молекули в іншу. Тунельний мікроскоп дає змогу синтезувати наноречовини за принципом «знизу вгору». Завдяки цьому приладу фізики, хіміки, фізико-хіміки, фахівці з матеріалознавства отримали можливість конструювати наномашини, механічні двигуни, обчислювальні пристрої тощо.

Перші квантові розрахунки структур вуглецевих кластерів до 20 атомів були зроблені в 1959 році. Вчені дійшли висновку, що такі кластери мають вигляд лінійних ланцюгів від C_2 до C_{10} , а в разі більшої кількості атомів повинні набути кільцеподібної форми. Зі збільшенням кількості атомів карбону у певний період можуть формуватися дво- і тривимірні структури. Питання про те, яку ж форму вони мають насправді, довго залишалося дискусійним. Наприклад, у середині 60-х років англійський хімік-теоретик Джон-Едвард Леннард-Джонс припустив, що графітові аркуші можуть згортатися, утворюючи «порожністі молекули».

Вуглецеві кластери вперше були отримані в 1984 році, а саму молекулу C_{60} виявили в 1985 році при дослідженні мас-спектрів парів графіту після лазерного опромінення твердого зразка. Так з'явилася ще одна алотропна форма карбону – «фулерен». Названа ця структура на честь відомого американського архітектора-авангардиста, філософа, поета та інженера Ричарда Бакмінстера Фулера. Він розробив дизайн

будівельних конструкцій, форма яких аналогічна формі молекули фулерену C_{60} .

Російські вчені Дмитро Анатолійович Бочвар й Олена Григорівна Гальперн ще у 1973 р. вперше здійснили квантово-хімічні розрахунки наномолекули фулерену і довели її стабільність. Через 12 років їхні теоретичні дослідження знайшли практичне підтвердження. У 1985 році англійський астрофізик і хімік Гарольд Крото із Сассекського університету, американські хіміки Роберт Керл, Джеймс Хіт і Шон О'Брайен під науковим керівництвом Ричарда Смоллі з університету Райса (США) отримали новий клас сполук – фулерени і дослідили основні їх властивості. Молекула 60-атомного фулерену містить 20 правильних шестикутників і 12 п'ятикутників. За це відкриття Гарольд Крото, Роберт Керл і Ричард Смоллі у 1996 році отримали Нобелівську премію з хімії.

1986 рік дав новий імпульс розвитку нанонауки і нанотехнологій. Американський учений Кім Ерік Дрекслер, який працював у лабораторії штучного інтелекту Массачусетського технологічного інституту, випустив книгу «Машини творення: настання ери нанотехнологій». К. Е. Дрекслер висловив припущення щодо можливості створення універсальних молекулярних роботів, які працюють за спеціальною програмою і можуть збирати різні прилади (в тому числі і собі подібні) з навколишніх молекул. Хоча висловлені в книзі ідеї сприймалися як наукова фантастика, але вони зацікавили вчених і дослідників. К. Е. Дрекслер уже тоді передбачив чимало нанотехнологій, які за кілька років почали впроваджуватися у практичні розробки.

У 1988 році французький учений Альберт Фер і німецький дослідник Петер Грюнберг відкрили нове фізичне явище – ефект гігантського магнітоопору. Суть його полягає в тому, що незначна зміна магнітного поля спричиняє виражену зміну електричного опору всієї системи. Практична реалізація цього фізичного явища полягала у розробці комп'ютерних нанотехнологій, одержанні дисків значно меншого розміру та більшої ємності. Вже у 1997 році на основі ефекту гігантського магнітоопору були розроблені системи зчитування інформації, які швидко



стали промисловим стандартом. За відкриття цього ефекту згаданим ученим у 2007 році присуджена Нобелівська премія в галузі фізики.

У 1989 році американські дослідники Дональд Ейглер й Ерхард Швейцер із Каліфорнійського наукового центру компанії “IBM” за допомогою скануючого тунельного мікроскопа та 33 атомів інертного газу ксенону на очищеній у вакуумі й охолодженій до 4К поверхні монокристалу нікелю зробили напис «IBM». Ця подія засвідчила можливість створення молекулярних автоматів із застосуванням сучасних нанотехнологій.

1991 рік – відкриття вуглецевих нанотрубок японським ученим Суміо Іджимою з компанії “NEC” (Nippon Electric Corporation). Досліджуючи фулерени, він з’ясував, що водночас зі сферичними вуглецевими структурами можуть утворюватися циліндричні структури – нанотрубки. Це графітові наноциліндри з вуглецевим осердям. Електронна мікроскопія показала наявність порожнистих структур діаметром 0,5–2 нм та завдовжки 5-7 нм. Циліндричні стінки склалися з шестигранних кілець вуглецю, а по краях розміщувалися кришечки з семи- або восьмигранників.

Нанотрубки володіють властивістю самоорганізації, що може знайти застосування у багатоканальній системі передачі інформації. За міцністю нанотрубки перевищують сталь, вони легші за пластик. Ці структури мають властивість металів, напівметалів і напівпровідників. Австралійським ученим вдалося синтезувати ще одну форму карбону – нанопіну, що складається з дрібної сітки (піни) з нанотрубок. Нанопіна виявляє магнітні властивості, якими зазвичай не володіє карбон. Окрім того, під дією інфрачервоного випромінювання нанопіна нагрівається, що може використовуватися у лікуванні злоякісних пухлин.

1992 рік. У природному вуглецевому мінералі шунгіті були виявлені фулерени. Подальші дослідження наноматеріалів показали наявність природних наноструктур у таких матеріалах, як крига і метеорити. Отримали розвиток нанобіологія та біоміметика. Нанобіологія поєднує знання біології та нанотехнологій, вивчає природні наноструктури і

наномеханізми, розв'язує біологічні та медичні задачі за допомогою нанотехнологій. Біоміметика, у свою чергу, досліджує способи створення штучних наносистем на основі структур та механізмів, які існують у природних нанооб'єктах. У 1992 році вийшла друком нова книга К. Е. Дрекслера «Наносистеми. Молекулярні механізми, виробництво і програмування». У ній автор описав можливість практичного застосування молекулярних нанотехнологій.

Ці та інші дослідження сприяли реалізації нанотехнологічних розробок у промисловості, біології, медицині, фармакології, фармацевтиці. У 1994 році почали виробляти матеріали на основі наночастинок – нанопрепарати срібла, нанопорошки, нанопокриття, хімічні нанореактиви.

1997 рік – організація в Англії першого в Європі Інституту наноструктурних матеріалів. При університетах світу створюються інститути, лабораторії з вивчення властивостей наноматеріалів.

У США в 2000 році засновано науковий центр «Національна Нанотехнологічна Ініціатива» (ННІ), де зосереджуються основні дослідження з нанонауки, а в серпні 2001 року затверджено програму реалізації ННІ. Заплановано організувати довготривалі (10–20 років) дослідження з найважливіших проблем нанонауки з конкретним впровадженням отриманих результатів у народне господарство. Започатковано активне співробітництво приватних і державних промислових установ для швидкого вирішення та конкретної реалізації цілей та завдань ННІ. Виконання ННІ покладено на такі державні організації: Міністерство торгівлі та Національний інститут стандартів і технологій, Міністерство оборони, Міністерство енергетики, Національне агентство з аеронавтики і космонавтики, Національний інститут здоров'я, Національний науковий фонд.

Головну увагу приділено фундаментальним дослідженням (приблизно 1/3 усіх асигнувань). Слід зауважити, що 70% цих робіт фінансує Національний науковий фонд. Це основна стратегія діяльності фонду, яка полягає в об'єднанні спеціалістів різних наукових і виробничих напрямків у розв'язанні важливих державних завдань, зокрема в галузі



нанотехнологій. Крім фундаментальних досліджень, проводитимуть розробки з метою створення науково-дослідних центрів, науково-технічної бази, соціальних та навчальних програм. Значні кошти спрямовані на дослідження для оборонної промисловості.

Державним бюджетом США в 2001 році на цей напрям науки планувалося виділити 270 млн доларів, але виділили значно більше – 422 млн. Комерційні компанії внесли вдесятеро більше коштів. 3 грудня 2003 року у США затверджений закон «Дослідження і розвиток нанотехнологій у XXI столітті». Для його реалізації і прискорення досліджень залучено ще п'ять державних організацій: Національний науковий фонд, Міністерство енергетики, Національний інститут стандартів і технологій, Національне аерокосмічне агентство (NASA), Управління з охорони навколишнього середовища – з фінансуванням 3,7 млрд доларів терміном на чотири роки.

Країни Євросоюзу також приділяють велику увагу розвитку нанотехнологій. У ФРН з 1998 р. створено вже п'ять дослідницьких центрів для проведення досліджень у галузі нанотехнологій, які фінансуються Міністерством освіти, науки, досліджень і технологій. Дослідницькі центри з цієї тематики створені в Інституті Макса Планка, Інституті Фраунгофера, багатьох університетах Німеччини.

У Великобританії науковими розробками з нанотехнологій керує Рада з фізико-технічних досліджень (EPSRC). Національна фізична лабораторія розробила Національну ініціативу з нанотехнологій (National Initiative on Nanotechnology), в якій накреслені головні напрямки досліджень у цій сфері. Ця програма виконується з 1998 року.

Національний центр наукових досліджень (CNRS) Франції затвердив програму з вивчення нанопорошків та нанокompatитних матеріалів, згідно з якою фінансуються дослідження у понад 40 фізичних і 20 хімічних лабораторіях. Крім того, створено «Французький клуб з нанотехнологій» (French Club Nanotechnologie), що координує дослідження у цій галузі та організовує співпрацю між науковими і промисловими установами.

У Швеції вже в 1998 році для прискорення досліджень з нанотехнологій засновано 4 великих наукових центри: Angstrom Consortium; Nanometer Structures Consortium; Cluster-based and Ultrafine Particle Materials; Brinell Center, які фінансуються державою, а також Євросоюзом. Крім того, до виконання досліджень з нанотехнологій залучені великі промислові підприємства.

Стратегію розвитку досліджень у галузі нанотехнологій та впровадження їх у виробництво у Швейцарії визначено державною програмою «Top NANO 21 Projects». Над розвитком науково-практичних досліджень з нанотехнологій тут працюють у таких центрах:

1. IBM Research Laboratory (Zurich). Основні дослідження з нанонауки зосереджені на вивченні поверхні наночастинок, нанозондів, особливостей виконання молекулярних маніпуляцій.
2. Paul Scherrer Institute. Розробляють нанотехнології отримання нанообладнання, нанодатчиків, вивчають їхні властивості.
3. ETH Zurich. Проводять дослідження у сфері наноелектроніки.
4. L'Ecole Polytechnique Federale de Lausanne. У цьому науковому центрі вивчають процеси самоскладання наночастинок.

Дослідження з нанонауки, нанотехнологій та нанофармакології проводяться також в Австрії, Італії, Бельгії, Голландії, Польщі та інших країнах Європи. В 2002 році організована «Європейська асоціація нанобізнесу» (ENA) з метою сприяння розвитку нанонауки і нанотехнологій та створення конкурентоспроможної європейської нанопромисловості з фінансуванням понад мільярда доларів на рік.

Бурхливий розвиток досліджень з нанонауки розгорнувся також у Японії. Держава та фірми поглиблюють дослідження з нанонауки, розробляють нові методики з нанотехнологій, мікроскопії. За короткий термін тут розроблені нові типи скануючих тунельних мікроскопів та електронних мікроскопів з високою роздільною здатністю, які уможливили дослідження властивостей не лише наночастинок, а й окремих атомів і молекул. Японська економічна асоціація (Кейданрен) в 2000 році організувала спеціальний відділ з нанотехнологій при



промислово-технічному комітеті. У 1991 році в Японії затвердили загальний план розвитку досліджень з нанотехнологій і почала функціонувати програма розвитку техніки маніпулювання атомами та молекулами (проект «Атомна технологія»), а також розроблено конкретний план реалізації проекту «Нанотек для нового суспільства» (n-Plan 21). Засновано спеціальний центр з вивчення наноматеріалів, перед яким поставлено завдання розробки так званих «революційних» наноматеріалів, що необхідні для впровадження в різні галузі діяльності суспільства та виробництва. Це магнітні запам'ятовуючі середовища та конструкції, високоефективні сонячні батареї, надпотужні комп'ютери, засоби передачі інформації. Розроблено також спеціальну програму з розвитку нанотехнологічного матеріалознавства. Дослідження з нанонауки в Японії планують проводити за такими напрямками:

1. Інформаційні технології, біологічні науки, енергетика, екологія, матеріалознавство, напівпровідникові нанотехнології, високофункціональні матеріали, нанометрова техніка для систем з оптичними дисками, фотонна техніка, фемтосекундні технології.
2. Залучення значних капіталовкладень від промислових підприємств у нанонауку з конкретним механізмом розподілу фінансів. Всебічний розвиток венчурних підприємств та фірм, діяльність яких сприятиме проведенню досліджень з нанонауки.
3. Інтенсифікація наукових розробок протягом 5–10 років з метою реального впровадження їхніх результатів у практичну діяльність суспільства. Японія має стати флагманом майбутньої науково-технічної революції.
4. Впровадження державної стратегії щодо ефективного співробітництва державних, приватних, наукових відомств та громадських організацій у цю нову галузь науки і виробництва.
5. Створення реальних передумов для формування такого суспільства, в якому люди могли б жити щасливіше в здоровому екологічному середовищі.

За програмою «Нанотек для нового суспільства» (n-Plan 21) дослідження з нанонауки в Японії розподілені на три категорії.

1. Флагманські розробки, що мають закінчитися за короткий період часу (5–10 років) впровадженням конкретних інформаційних технологій для покращання системи зв'язку. Зокрема, це створення надзвичайно малих (мініатюрних) напівпровідникових приладів, підвищення щільності запису до 1 терабіт/кв. дюйм, а також підвищення пропускну здатності оптичних ліній зв'язку до 1 петабіт/кв. дюйм, а радіоліній – до 10 гігабіт/кв. дюйм.
2. Перспективні проекти зосереджуються на розробці довготривалих нанотехнологій (10–20 років). Виконання цієї програми спрямоване на створення цілком нових нанопристроїв, наноплівки, нанотрубок, напівпровідникових приладів, розробку високоточної вимірювальної апаратури, організацію великих промислових виробництв із застосуванням нанотехнологій як «зверху вниз», так і «знизу вгору».
3. Фундаментальні дослідження планується зосередити на вивченні механізмів дії наночастинок (квантових точок, нанокристалів, кристалічних ґраток, атомів, молекул, геномів, білків), їхніх фізичних та фізико-хімічних властивостей. Більш складними дослідженнями є розробка обчислювальних систем нового типу, а також процесів, що координуються з ресурсозбереженням, енергетикою та самозбіркою наносистем. До фундаментальних досліджень японські вчені відносять вивчення різноманітних властивостей наносистем, їхніх фізичних, електричних, магнітних, біологічних, фармакологічних, токсикологічних властивостей та розроблення принципово нових методів теоретичного й експериментального вивчення і застосування в клінічній практиці.

Компанії світу різних напрямків діяльності активно інвестують у нанотехнологічні проекти. Наприклад, компанія «Dow Chemical» зі щорічним обсягом продажу продукції близько 33 млрд доларів США і клієнтами у 180 країнах світу об'єднала свої зусилля з компанією



«Starpharma» (Мельбурн, Австралія) і компанією «Dendritic NanoTechnologies, Inc» (DNT) для розробки нанопродуктів за допомогою наномасштабних полімерів. Компанія DNT отримала більше 30 патентів на дендримери й продала ліцензії на понад 200 типів цих структур іншим фармацевтичним, діагностичним і біотехнологічним компаніям. DNT розробляє продукти для роботи з білками й антитілами, створює протизапальні лікарські засоби, а також вивчає можливості цільової доставки препаратів до осередку патологічного процесу та нанодіагностики різних захворювань.

Компанія «Starpharma» в 2004 році однією з перших започаткувала розробку нанопрепаратів на основі дендримерів для боротьби з вірусом імунодефіциту людини (ВІЛ). Компанія «Dow Chemical» також здійснює наукові розробки з пошуку лікарських засобів на основі дендримерів.

У 2004 році створено Європейську дорадчу раду в галузі наноелектроніки (European Nano-Electronics Initiative Advisory Council). Основні напрямки її наукової діяльності такі:

1. Підвищення ефективності і конкурентоспроможності європейської наноелектроніки, збільшення інвестицій у цю галузь.
2. Посилення фінансування та проведення науково-дослідних робіт з нанотехнологій із виходом отриманих наноматеріалів на європейський і світовий ринки.
3. Усунення перепон для координації та прискорення розвитку нових нанотехнологій для різних галузей народного господарства.
4. Зацікавлення країн Євросоюзу у вкладенні інвестицій у розвиток нанонауки і нанотехнологій.
5. Підвищення рівня сприйняття, розуміння й визнання нанотехнологій у суспільстві з метою залучення різних спеціалістів для розвитку нанонауки.

Значну увагу приділяють дослідженням з нанонауки в Росії. При президентові країни діє «Комітет з нанотехнологій». Затверджено

державну програму «Стратегія розвитку наноіндустрії». Головною організацією з її реалізації визначено Російський науковий центр «Курчатовський інститут». Наукові дослідження проводяться за програмами: «Фізика наноструктур» (керівник – академік РАН, лауреат Нобелівської премії Ж. І. Алфьоров), «Перспективні технології у мікро- і наноелектроніці» (керівник – академік РАН К. А. Валієв). З метою прискореного розвитку та координації робіт у цій сфері в 2007 році в Російській академії наук створено нове відділення – «Нанотехнології та інформаційні технології».

Постановою уряду РФ від 2 серпня 2007 року за № 498 було затверджено Федеральну програму «Розвиток інфраструктури наноіндустрії у Російській Федерації на 2008–2010 роки». Для інтенсифікації наукових досліджень та прискорення їх впровадження в різні галузі діяльності суспільства федеральним законом від 19 липня 2007 року за № 139-ФЗ «Про Російську корпорацію нанотехнологій» створено «Російську корпорацію нанотехнологій» («Роснанотех»).

В Україні також здійснюють наукові розробки з нанонауки і нанотехнологій. У Національній академії наук України в межах спеціальної програми «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології» тривають дослідження з фізики металів і сплавів, хімії поверхні, порошкових технологій, мікроелектроніки, колоїдних нанорозчинів, сорбентів, лікарських засобів. Міністерством освіти і науки України спільно з Міністерством промислової політики затверджено Українсько-Російську міжвідомчу науково-технічну програму «Нанофізика і наноелектроніка». Застосування наноматеріалів у клінічній практиці вивчають в інститутах Академії медичних наук України, національних та медичних університетах країни.

Понад 50 років в Інституті електрозварювання імені Є. О. Патона (директор – академік Б. Є. Патон) проводяться дослідження з розробки сучасних нанотехнологій, результати яких впроваджені в авіаційну та військову промисловість, космічну галузь, а в останні роки – і в медицину. Академіки Б. Є. Патон і Б. О. Мовчан розробили оригінальну електронно-



променевою технологією отримання наночастинок неорганічного й органічного походження. У січні 2008 року Інститут електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України та Національний медичний університет імені О. О. Богомольця заснували спільну лабораторію «Електронно-променева нанотехнологія неорганічних матеріалів для медицини» з розробки нових нанопрепаратів. З метою продовження досліджень з наномедицини в 2010 році при Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця створено Інститут нанофармакології. Науковці Інституту епідеміології та інфекційних хвороб імені Л. В. Громашевського НАМН України (директор – професор В. Ф. Марієвський) спільно з дослідниками лабораторії електронно-променевої технології неорганічних матеріалів для медицини Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона (директор – академік Б. Є. Патон) та Національного медичного університету імені О. О. Богомольця (ректор – академік НАМН В. Ф. Москаленко) встановили, що наночастинки срібла та міді виявляють більш виражену протимікробну дію щодо *Staphylococcus aureus*, ніж звичайні препарати цих металів.

В Інституті металофізики імені Г. В. Курдюмова (директор – академік НАН України О. М. Івасишин) розроблено методи одержання нанорозмірних дисперсних систем за допомогою електровибуху провідників й електричного пробою рідких середовищ. Ця методика дає змогу отримувати нанопорошки металів, а також вуглецеві наноматеріали: наноалмази, нанотрубки та фулерени. Встановлена висока сорбційна активність нанодисперсного апатиту кальцію, який може застосовуватися як трансплантат при переломах кісток. Виявлено ранні стадії кристалізації в аморфних стрічках. Однією зі структурних складових сплавів системи Fe-Si-B у рідкому та аморфному станах є кристалічні кластери розміром 3–4 нм. На базі Інституту металофізики проводяться міжнародні конференції з нанотехнологій, на яких узагальнюються результати досліджень з нанонауки у світовому масштабі.

Значний цикл досліджень з нанохімії здійснений в Інституті біоколоїдної хімії імені Ф. Д. Овчаренка НАН України (директор –

доктор хімічних наук, професор З. Р. Ульберг). З'ясовано молекулярні структури комплексів нанометал-біомолекули та принципи виникнення таких комплексів; виділено основні механізми, що визначають процеси сорбції, гетерокоагуляції й адгезії наночастинок на поверхні клітин.

В Інституті фізики НАН України (директор – академік НАН України Л. П. Яценко) розроблено метод створення штучних наноструктур за допомогою стимульованих електричним полем поверхневих хімічних реакцій на поверхні розділу рідина-грань (III) золота (академік НАН України А. Г. Наумовець і професор О. А. Марченко), що має важливе значення для виявлення високої активності нанорозмірних частинок цього металу. У процесі дослідження міжчастинкової взаємодії орієнтованих анізотропних феромагнітних наночастинок зафіксовано виникнення коерцитивного поля з формуванням «супермагнітного» стану з корельованим напрямком магнітних моментів (член-кореспондент НАН України С. М. Рябченко та співавтори).

В Інституті фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова (директор – академік НАН України В. Ф. Мачулін) з'ясовано екситонну природу переходів у гетероструктурах із квантовими точками InAs-InP та ідентифіковано екситони, що формуються з участю важких і легких діркових станів (академік НАН України М. П. Лисиця та співавтори). За допомогою розробленої технології формування люмінесціюючих Si-нанокластерів встановлено істотне збільшення концентрації випромінюючих центрів під час відпалу в атмосфері H_2 або O_2 , що дає змогу приблизно на порядок збільшити інтенсивність свічення (член-кореспондент НАН України В. Г. Литовченко і співавтори). За допомогою поляризаційної модуляції випромінювання встановлено особливості поверхневого плазмонного резонансу в нанорозмірних плівках золота, нанесених на поверхню призми повного внутрішнього відбиття (Б. К. Сердега і співавтори).

В Інституті експериментальної патології, онкології і радіобіології імені Р. Є. Кавецького (директор – академік НАН України В. Ф. Чехун) спільно з Інститутом електрозварювання імені Є. О. Патона (директор –



академік Б. Є. Патон) розробляють нові варіанти колоїдних систем із магнітними наночастинками Fe_3O_4 з метою створення протипухлинних препаратів.

Українські вчені відомі своїми дослідженнями властивостей наноструктур кремнію. Член-кореспондент НАН України М. Я. Валах і співробітники отримали цікаві дані про можливість керування характеристиками самоорганізованих Si-Ge наноструктур шляхом зміни традиційного ненапруженого кремнієвого буферного шару. Це зумовлює зміну розміру, форми, поверхневої щільності та компонентного складу сформованих наночастинок.

У Донецькому фізико-технічному інституті імені О. О. Галкіна НАН України (член-кореспондент НАН України В. М. Варюхін) встановлені якісні зміни властивостей кобальтиту лантану у процесі переходу до нанорозмірних частинок. Це дає підстави стверджувати, що магнітний стан кобальтиту лантану зумовлюють розміри його елементарної поверхні.

В Інституті магнетизму НАН та МОН України (директор – академік НАН України В. Г. Бар'яхтар) встановлено, що зміни амплітуд осциляцій спричинюють також зміни осциляцій гігантського магнетоопору в металевих магнітних наноструктурах. Такий ефект спостерігається в дво- і тришарових плівках ФМ/РЗМ із зміною у них товщин немагнітних металевих прошарків (член-кореспондент НАН України А. М. Погорілий, В. Ф. Лось).

У науково-технічному комплексі «Інститут монокристалів» (директор – академік НАН України В. П. Семиноженко) розроблено наноматеріали, які можна застосовувати в медичній практиці та фармації.

В Інституті хімії поверхні імені О. О. Чуйка НАН України (директор – академік НАН України М. Т. Картель) спільно з Вінницьким національним медичним університетом (ректор – академік НАМН В. М. Мороз) розроблено і впроваджено в медичну практику новий препарат сорбційно-детоксикаційної дії на основі нанокремнезему – силікс. На кафедрі фармакології та клінічної фармакології (завідувач –

член-кореспондент НАН України – І. С. Чекман) Національного медичного університету імені О. О. Богомольця розроблено нову лікарську форму силіксу – суспензію нанодисперсного кремнезему. Вона мінімізує токсичність і негативний вплив на функцію печінки таких сполук, як натрію фторид і натрію нітрит, а також протитуберкульозних препаратів – ізоніазиду, піразинаміду, етамбутолу, що різняться механізмом негативного впливу на організм і хімічною структурою. За фармакологічною активністю суспензія нанодисперсного кремнезему перевищує препарати звичайного кремнезему.

Майже півстоліття ведуться дослідження з нанотехнологій в Інституті загальної та неорганічної хімії імені В. І. Вернадського НАН України (директор – академік НАН України С. В. Волков). Тут винайшли технологію синтезу дрібнодисперсних систем із сажі (згодом її назвали нанотрубками) і методику розчинення металів у полімерному середовищі, яку застосовують у магнітному записі інформації та хімічних засобах одержання наночастинок.

Тривають дослідження з нанотехнологій в інших інститутах НАН України: фізичної хімії імені Л. В. Писаржевського (директор – академік НАН України В. Г. Кошечко), фізико-технічному інституті низьких температур імені Б. І. Веркіна (директор – член-кореспондент НАН України С. Л. Гнатченко), проблем матеріалознавства імені І. М. Францевича (директор – академік НАН України В. В. Скороход), біохімії імені О. В. Палладіна (директор – академік НАН України С. В. Комісаренко), фізико-хімічному інституті імені О. В. Богатського (директор – академік НАН України С. А. Андронаті). В Інституті теоретичної фізики імені М. М. Боголюбова НАН України (директор – академік НАН України А. Г. Загородній) здійснюються теоретичні дослідження квантово-хімічних властивостей наночастинок.

Одним із перших вітчизняних препаратів з ліпосом є ліпін – спільна розробка Інституту фармакології і токсикології АМН України (директор – член-кореспондент НАМН Т. А. Бухтіарова) і Харківського



фармацевтичного підприємства «Біолік». Основний компонент препарату – нанокапсули фосфатидилхоліну, який є природним компонентом біомембран. Препарат виявляє антигіпоксичну дію, пригнічує процеси перекисного окиснення ліпідів, підвищує неспецифічний імунітет, модулює функцію адренорецепторів.

Дослідження у сфері нанонауки, нанотехнологій і наномедицини здійснюються в наукових колективах НАМН України, зокрема, Інституті епідеміології та інфекційних хвороб імені Л. В. Громашевського НАМН України (директор – професор В. Ф. Марієвський), Інституті гематології і трансфузіології (директор – професор П. М. Перехрестенко), Інституті очних хвороб (директор – член-кореспондент НАМН України Т. В. Пасічникова) та інших. Цікаві розробки з нанотоксикології органічних та неорганічних наноматеріалів є в Інституті гігієни і медичної екології (директор – академік НАМН А. М. Сердюк) та в Інституті медицини праці НАМН України (директор – академік НАН України Ю. І. Кундієв).

Дослідження різних аспектів цього напрямку науки проводяться також у багатьох вищих навчальних медичних (фармацевтичних) закладах: Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця (ректор – академік НАМН України В. Ф. Москаленко), Харківському національному медичному університету (ректор – член-кореспондент НАМН В. М. Лісовий), Львівському національному медичному університеті (ректор – член-кореспондент НАМН Б. С. Зіменьковський), Національному фармацевтичному університеті (ректор – член-кореспондент НАН В. П. Черних), Вінницькому національному медичному університеті (ректор – академік НАМН В. М. Мороз), Запорізькому медичному університеті (ректор – професор Ю. М. Колесник), Дніпропетровській медичній академії (ректор – академік НАМН Г. В. Дзяк), Одеському медичному університеті (ректор – академік НАМН В. М. Запорожан), Тернопільському медичному університеті (ректор – член-кореспондент НАМН Л. А. Ковальчук), Луганському медичному університеті (ректор – професор В. М. Івченко),

Полтавській медичній стоматологічній академії (ректор – професор В. М. Ждан), Національній медичній академії післядипломної освіти (ректор – академік НАМН Ю. В. Вороненко).

Нанонаука, яка сьогодні стрімко розвивається, охоплює різні напрямки: нанотехнології, наноелектроніку, нанофізику, нанохімію, нанобіотехнології, наномедицину, нанофармакологію, нанофармацію. Розглянемо історико-соціальні аспекти нанотехнологій, наномедицини, нанофармакології і нанофармації.

Нанотехнології. Відомий український учений Б. О. Мовчан дав таке визначення нанотехнологій: «Нанотехнології (*nanos* – карлик, гномик; *techno* – майстерність, ремесло; *logos* – наука) – сукупність наукових знань, способів і засобів, направленою, регульованою складання (синтезу) із окремих атомів і молекул різних речовин, матеріалів та виробів з лінійним розміром елементів структури до 100 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$; $1 \text{ нм} = 10 \text{ \AA}$)». За даними Інтернету (Pubmed), на 01.04.2013 у світовій літературі налічувалось 39695 публікацій з нанотехнологій. Перша стаття, що характеризує нанотехнології, надрукована у 1978 році.

У наукових центрах світу використовують різні методи синтезу наноматеріалів. Методи отримання наноматеріалів можна класифікувати на природні та синтетичні. Природні – це синтез фізіологічно активних речовин, синтез наносполук мікроорганізмами. Синтетичні методи умовно поділяють на «зверху – вниз» та «знизу – вгору».

Завдяки малому розмірові наночастинки мають інші, часто унікальні властивості порівняно із звичайною формою того самого матеріалу. Які ж загальні властивості наночастинок, що зумовлюють таке активне їх дослідження та впровадження у практичну діяльність людини?

1. Основна властивість наноматеріалів суттєво змінюється внаслідок зменшення їхніх розмірів від грудочкових форм до маленьких нанорозмірів від 0,1 до 100 нм. Золото, інертне у формі звичайного металу, стає високореакційним у вигляді наночастинок, наноплівок, що робить цей благородний метал каталізатором багатьох біохімічних реакцій. Розмір наночастинок



означає, що більшість атомів містяться на поверхні і, таким чином, поведінка цих поверхневих атомів змінює хімічні, фізичні, фізико-хімічні, біологічні та фармакологічні властивості наноматеріалів. Електрони атомів, стиснуті (ущільнені) в меншому, ніж зазвичай, просторі, також змінюють властивості наночастинок. Наночастинки можуть легше проникати в людський організм і бути біологічно активнішими завдяки великій площі їхньої поверхні на одиницю маси порівняно з макророзмірними частинками.

2. Поверхневий натяг і поверхнева енергія наночастинок істотно впливають на їхні різнобічні властивості і залежать від розміру частинок. Величина поверхневого натягу, поверхневої енергії та розміри наночастинок визначають на термодинамічні властивості таких наноструктур, а також умови їх фазових перетворень. У наночастинках виникають фази, які не існують у даній речовині при ненановому (масивному) стані. Зі зменшенням розміру частинки поверхнева енергія зростає.
3. Перехід від макророзмірів до нанорозмірів супроводжується зміною міжатомних відстаней та періодів кристалічної решітки, що зумовлює виникнення своєрідних властивостей наноструктур.
4. Головною причиною змін термодинамічної характеристики нанокристалів порівняно із звичайними розмірами речовини є зміни функції розподілу частот атомних коливань, що в науковій літературі називають “функцією розподілу частот”.
5. Для наночастинок характерні магнітні властивості. Особливості магнітних властивостей наночастинок зумовлені дискретністю їхніх електронних та фонових станів. Однією із таких особливостей є осциляційна залежність сприйнятливості наночастинок парамагнітних металів від напруги магнітного поля.
6. Оптичні властивості наночастинок. Розсіювання і поглинання світла наночастинок порівняно з макроскопічними розмірами

цього матеріалу відрізняються. Найкращим об'єктом для дослідження властивостей наночастинок є золото. Гранульовані плівки з наночастинок золота ($D = 4$ нм) мають виражений максимум поглинання у ділянці $\lambda = 560-600$ нм. Подібні спектри поглинання мають наночастишки Ag, Cu, Mg, Li, Na, K.

Цікавим і перспективним напрямком досліджень з нанонауки є встановлення ролі природних нанотехнологій у фізіологічних, біохімічних та імунологічних процесах у живих структурах. Чимало біологічних об'єктів, органел клітин і фізіологічноактивних речовин мають нанорозміри. Фізіологічно активні речовини організму (амінокислоти, медіатори, вітаміни, альбумін, АТФ, фруктоза, ДНК, РНК, фібриноген, глутатіон та інші) мають нанорозміри, що зумовлює їхню високу біохімічну та фармакологічну активність, властивість регулювати обмін речовин в організмі людини.

До природних наноструктур належать також біомембрани, іонні канали, нанопори, колоїдні розчини організму (кров, міжклітинна рідина). Основний принцип природи: малими засобами здійснювати значну роботу. Завдяки наноструктурам у біологічних матеріалах реалізується природний принцип високої ефективності та мінімальних витрат енергії, тобто в живих структурах наявні природні нанотехнології, які необхідно глибше дослідити. Максимальна економія енергії під час реалізації фізіологічних, біохімічних, імунологічних, генетичних процесів у живих структурах – це також один із основних природних біологічних принципів. Неефективні енергозатратні процеси за час еволюції поступово зникали і замінювалися ефективнішими. Вивчення й експериментальне підтвердження наявності природних нанотехнологій матиме важливе значення для їх застосування в різноманітних видах діяльності організму, сприятиме глибшому розумінню фізіологічних законів функціонування органів і тих обмінних процесів, які обумовлюють життєдіяльність живих систем. Здатність відтворювати біологічні форми з нанорозмірною точністю знайде застосування у тканинній інженерії, адресній доставці лікарських засобів, моделюванні та розробці сенсорних й імунологічних



систем, засобів візуалізації та діагностики. Природні нанотехнології високоефективні, енергетично малозатратні, зумовлюють швидкий перебіг діяльності організму та його здатність реагувати на зовнішні позитивні і негативні фактори.

Одним із важливих питань науки загалом і біології та нанобіології зокрема є встановлення взаємозв'язку між морфологічною будовою та функцією живих структур від найпростіших до високоорганізованих. Відомо, що біологічні (природні) матеріали мають оптимальну структуру, яка зумовлює максимальне виконання властивої їм функції з мінімальною затратою енергії. Природа за мільйони років еволюції розробила і вдосконалила економний принцип побудови неорганічних і біологічних структур, який забезпечував ефективне та найдоцільніше співвідношення конструювання їхніх атомів, молекул, клітин, органів і мікро- та макроорганізмів, зокрема міцність, силу, стійкість, можливість взаємодії з іншими об'єктами, постійне функціонування величезної кількості не тільки органічних, а й неорганічних структур. В процесі розвитку нераціональні макро-, мікро- та наноструктури або системи, які неефективно функціонували поступово зникали, тому що природа не може використовувати матеріали або процеси, що потребують значних затрат енергії на виконання відповідних функцій і створення морфологічних структур організму.

Питання еволюційного розвитку живої та неживої природи цікавить вчених давно. Зацікавленість еволюційною моделлю розвитку твердих, рідких і газоподібних структур значно зросла у зв'язку з синтезом наноматеріалів органічного та неорганічного походження, вивченням їхніх властивостей та розвитком нанотехнологій.

Для біології, медицини і фармакології особливого значення набуває вивчення ролі наномеханізмів у фізіологічних, біохімічних, фізико-хімічних, імунологічних процесах організму. Фізіологічно активні речовини за нанорозмірами поділено на чотири групи. До першої належать речовини розміром до 100 нм: лейкоцити, еритроцити, компоненти клітини (ядро, мітохондрії), ракові клітини, бактерії і

бактеріофаги. До другої групи – наночастинки розміром від 100 нм до 10 нм. Це антитіла, рибосоми, гранули глікогену, ліпосоми тощо. Третю групу становлять речовини розміром від 10 нм до 1 нм, до неї належать альбумін, гемоглобін, мембрана клітин, фібриноген, рецептори (серетоніновий, β -рецептор тощо), інсулін, жиророзчинні вітаміни (ергокальциферол, ретинол), фолієва кислота, лікарські засоби (дигоксин, кверцитин), хлорофіл рослин, фулерени. Четверту групу становлять речовини розміром менше 1 нм, зокрема АТФ, фруктоза, медіатори (ацетилхолін, адреналін, норадреналін), α -адреноміметик мезатон, амінокислоти, молекули води, CO_2 , NO , атоми кисню, водню.

Про наявність в організмі фізіологічних процесів на основі природних нанотехнологій можуть свідчити такі факти.

1. Фізіологічно активні речовини мають нанорозміри.
2. Мембрани клітин, стінки капілярів мають також нанорозміри, що сприяє ефективному перебігу фізіологічних процесів з участю біологічно активних речовин нанорозміру.
3. Завдяки маленькому розміру наночастинки можуть проникати через клітини мембран і розподілятися в організмі.
4. Із сучасних позицій нанонауки функціонування органів, клітин, субклітинних структур, кальцієвих каналів, натрій-калієвого насосу відбувається за законами природних наномеханізмів. Узагальнюючи дані літератури та власні дослідження, можна стверджувати, що в організмі відбуваються фізіологічні процеси, основою яких є наномеханізми, що потребують поглиблених наукових досліджень.

Не всі викладені положення щодо природних наномеханізмів у функціонуванні організму експериментально підтвержені, вони дискусійні і потребують подальших всебічних досліджень спеціалістами різних напрямів, щоб визначити роль наномеханізмів у перебігу фізіологічних процесів в організмі.

На особливу увагу також заслуговує вивчення токсичності наноматеріалів органічної та неорганічної структури. Токсичність наноматеріалів залежить від способу отримання, розмірів, фізичної



природи, структури, біологічних структур, на які вони впливають. Сьогодні перед вченими світу стоїть важливе наукове і соціальне завдання – ґрунтовно дослідити можливий токсичний вплив наноструктур на живі клітини і довкілля, а також запропонувати як ефективні методи безпечної роботи з такими матеріалами, так і антидоти з метою запобігання їх негативній дії чи її послаблення.

Розглядаючи теоретичні досягнення нанонауки та впровадження розробок нанотехнологій у практичну діяльність людини, слід враховувати їхній вплив на психологію суспільства. Тому особливого значення набувають дослідження не тільки позитивної дії наноматеріалів, що застосовуватимуться у промисловості, медицині, сільському господарстві, а й вивчення медико-психологічних аспектів взаємодії наночастинок з живою і неживою природою.

Застосування наноматеріалів у клінічній практиці є важливим аспектом нанонауки. Вже використовують порошок нанодисперсного кремнезему – силікс, мазь наносрібла, капсули нанозаліза, ліпосоми та інші. Продовження досліджень з нанонауки, нанобіології, нанофармакології і нанофармації сприятимуть розкриттю нових механізмів дії нанорозмірних матеріалів, впровадженню у практику не тільки нових приладів для медицини, а й отриманню ефективних лікарських засобів.

Світова наука вважає розробку принципово нових лікарських препаратів для профілактики та лікування різних захворювань одним з актуальних питань медичної практики. У створеній в 2008 році спільній науковій лабораторії “Електронно-променева нанотехнологія неорганічних матеріалів для медицини” Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона (директор – академік НАН України Б. Є. Патон) і Національного медичного університету імені О. О. Богомольця (ректор – академік НАМН України В. Ф. Москаленко) розроблено технологію отримання наночастинок міді та срібла, вивчення їх фармакологічних активностей, а також методи визначення розмірів таких наночастинок. Ці наукові розробки проводяться спільно з Інститутом біохімії

імені О. В. Палладіна НАН України, Інститутом епідеміології та інфекційних хвороб імені Л. В. Громашевського АМН України, кафедрами Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Харківського національного медичного університету, Львівського медичного університету імені Данила Галицького, Одеського національного медичного університету, Тернопільського медичного університету імені І. Я. Горбачевського, Дніпропетровської медичної академії.

Актуальні проблеми нанотехнологій, наноелектроніки, нанофізики, нанохімії, нанобіології, наномедицини, нанофармації висвітлюються у відомих наукових журналах та інших виданнях: це «Nanotechnology», «Journal of Nanoscience and Nanotechnology», «Journal of Computational and Theoretical Nanoscience», «National Nanotechnology», «Nano Letters», «Nanomedicine», «Small», «Lab Chip», «Langmuir», «IEE Proceedings Nanobiotechnology», «Journal Biomedical Nanotechnology», «Nano Today», «ACS Nano», «Nano Research», «Nanoscale», «Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures», «Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine» та інші. У 2004 році в США вийшла десятитомна «Енциклопедія з нанонауки і нанотехнологій». Щорічно відбуваються конгреси, конференції, симпозіуми, де обговорюються досягнення в галузі нанонауки. В багатьох країнах у вищих навчальних закладах створюються нові кафедри, факультети, інститути, міжнародні центри з цього напрямку наукової діяльності.

У США, країнах Євросоюзу, Японії, Китаї, Росії та інших державах дослідження з нанонауки та нанотехнологій визначені вищими національними пріоритетами, затверджуються спеціальні програми, на реалізацію яких виділяються значні кошти. Розробки з нанотехнологій почали використовувати в електроніці, матеріалознавстві, військовій галузі, біології, медицині, енергетиці, охороні довкілля, сільському господарстві. Все це переконливо свідчить, що з 80-х років ХХ століття розпочалась ера нанонауки і нанотехнологій. Реалізація досліджень у цій сфері сприятиме значному прогресу в різних сферах діяльності людини.



На даний час в Україні поки що відсутня нормативно-правова база, що регулює питання безпечного використання об'єктів, лінійні розміри яких знаходяться в нанодіапазоні. Саме тому необхідною є організація системи сертифікації в галузі нанотехнологій, яка могла б забезпечити оцінку відповідності наноматеріалів заявленим характеристикам і параметрам безпечності, гарантії якості нанопродукції на всіх стадіях виробництва та споживання, підтвердження відповідності підприємств та об'єктів наноіндустрії міжнародним вимогам безпеки виробництва.

Отримані за допомогою нанотехнологій наноматеріали нині застосовуються в різних галузях діяльності людини. Вони входять до складу сплавів нанометалів, каталізаторів, плівок в електроніці, магнітних матеріалів, біосенсорів, медикаментів, спеціальних засобів для доставки лікарських препаратів до уражених тканин, захисних покриттів, що наносяться на матеріали, тощо.

NANOSCIENCE TERMS / НАНОНАУКОВІ ТЕРМІНИ

A

A-DNA / А-ДНК – специфічна правобічна спіральна форма ДНК (має 11 пар нуклеотидів на кожен виток), якої набувають молекули ДНК, коли вони частково зневоднені. Така А-форма ДНК притаманна волокнам за відносної вологості 75% і потребує наявності натрію, калію або цезію як контріонів (протилежно заряджених іонів). Ця форма є біологічно цікавою, оскільки вона дуже близька до конформації, якої набувають гібриди ДНК–РНК або двоспіральні ділянки РНК–РНК; причиною цього є наявність 2² гідроксильних груп, що перешкоджають РНК утворювати В-форму.

***Ab initio* calculations / неемпіричні розрахунки** (з лат. *ab initio* – з першооснов) – розрахунки, виконані шляхом використання лише фундаментальних фізичних констант, тобто без експериментальних даних або емпіричних чисел.

Ab initio* methods / методи *ab initio – методи теоретичної квантової хімії, якими розв'язується рівняння Шредингера для електронів молекулярної системи, виходячи виключно із законів квантової механіки – перших принципів. Ці методи є дуже точними, бо не нав'язують ніяких параметрів системі, однак є надто складними щодо обчислювання. Термін *ab initio* вперше у квантовій хімії застосували Роберт Парр (Robert Parr) та Девід Крейг (David Craig) у 1950 році.

ABC transporters / переносники ABC – клас мембранних транспортних білків, які «переносять» через клітинні мембрани: цукрові молекули (клітини їх використовують як «паливо»); неорганічні іони (необхідні для прискорення певних клітинних процесів); поліпептиди (білкові молекули); деякі протиракові лікувальні засоби та антибіотики.

Absorbate / абсорбат – компонент системи, що поглинається абсорбентом у процесі обробки.

Absorbent / абсорбент – рідка фаза, яка поглинає абсорбат у процесі абсорбції.

Absorption / абсорбція – вбирання поживних речовин, води тощо шляхом асиміляції (наприклад, перенесення продуктів травлення з шлунково-кишкового тракту через клітинні мембрани з кишечника в кров).

Acceptor / акцептор (з лат. *acceptor* – одержувач) – атом, група атомів, молекула або хімічна сполука, що приєднує електрон, електронну пару або протон від донора, яким може бути інша частинка (атом, група атомів, сполука або кристал), внаслідок чого утворюється ковалентний донорно-акцепторний зв'язок. Акцептор може бути флуоресцентним.

Active site / активний центр – ділянка поверхні ферменту, що пов'язує молекули субстрату і перетворює їх на новий хімічний продукт. Активний центр, як правило, розташований не на виступаючій частині ферменту, а, скоріш, у заглибленні, що сприяє утворенню контрольованого середовища, в якому може відбуватися хімічна реакція. У каталітичному процесі завдяки активним центрам каталізатора відбувається прискорення хімічних реакцій, в яких бере участь частина каталізатора. Водночас каталізатор може містити декілька видів активних центрів, тому він може брати участь у кількох хімічних реакціях.

Acoustic microscopy / акустична мікроскопія – аналітичний метод, за допомогою якого звукові хвилі, використовуючи акустичні лінзи, передаються або відбиваються від матеріалу для виявлення питомої маси, механічних або звукових властивостей матеріалів.

Activation energy (energy barrier) / енергія активації (енергетичний бар'єр) – енергія, яку необхідно надати системі, щоб відбулася реакція. Розраховується як різниця між нижчими енергетичними рівнями перехідного стану та реагентів з урахуванням температурної поправки й енергії нульових коливань.

Active transport / активний транспорт – перенесення молекул хімічної речовини або лікарського засобу через біологічну мембрану проти градієнта концентрації (транспорт «догори»), що потребує витрат метаболічної енергії. Активний транспорт малих молекул або іонів здійснюється за допомогою спеціальних транспортних систем (молекул-носіїв), які містяться у мембрані. Активний транспорт великих молекул відбувається завдяки процесам ендоцитозу й екзоцитозу, внаслідок чого змінюється форма мембрани.

Actuator / актуатор – пристрій, що передає дію з керуючого пристрою на об'єкт керування. Актуатор розглядають як складову об'єкта керування. Керуючим пристроєм може бути будь-яка динамічна система. Вхідні та вихідні сигнали виконавчих пристроїв та методи їхньої дії можуть мати різну природу. Актуатор перетворює електричну, магнітну, теплову або хімічну енергію на інший вид енергії, як правило, на механічну, що призводить до виконання заданої керуючим пристроєм дії.

Adatom / адатом, адсорбований атом – атом, який передав свою кінетичну енергію клітині субстрату.

Address-message concept / концепція адресного повідомлення – стосується сполук, в яких частина молекули слугує для зв'язування (адреса), інша частина – для біологічної дії (повідомлення).

Adhesion / адгезія (з лат. *adhaesio* – прилипання) – взаємне прилипання двох різнорідних твердих тіл або рідин в результаті їхнього контакту.

Adhesion molecules / адгезивні молекули – глікопротеїнний молекулярний «ланцюжок», що виходить з поверхні мембрани деяких клітин і змушує клітини (які мають «відповідні» адгезивні молекули) прилипати одна до одної.

Adsorption / адсорбція – явище концентрації речовини з об'єму фаз на поверхні розділу фаз; процес відокремлення речовини від однієї фази, що супроводжується її накопиченням та концентрацією на поверхні іншої. Конденсована фаза, на поверхні якої відбувається адсорбція, – це адсорбент (адсорбуючий шар), а хімічна сполука чи суміш речовин, які

знаходяться в адсорбованому стані на поверхні або в об'ємі пор адсорбенту, тобто концентруються чи адсорбуються на поверхні цього шару, є адсорбатом. У напівпровідникових газових датчиках адсорбент являє собою напівпровідникову, чутливу до газу плівку, а адсорбат – газоподібні молекули. Адсорбція, таким чином, відрізняється від абсорбції – процесу, під час якого речовина переміщується з однієї фази до іншої (наприклад, рідини), глибоко проникаючи в другу фазу й утворюючи так званий розчин. Сорбція – загальна назва явищ і процесів масопередачі, де відбувається поглинання твердим тілом чи рідиною речовини з навколишнього середовища. Термін «сорбція» використовують на позначення обох процесів. За типом взаємодії між адсорбатом та адсорбентом розрізняють різні види процесів адсорбції: фізична адсорбція, хемосорбція й іонсорбція.

Aerosol / аерозоль – газова суспензія тонкодисперсних частинок рідини чи твердого тіла; колоїдні системи з газовим дисперсійним середовищем.

Aerosol spray method / метод розбризкування аерозолу – метод оброблення матеріалу шляхом розбризкування крапель, що містять продукт попередньої стадії реакції у паровій фазі.

Affinity / спорідненість (афінність) – «сила притягання», або «сила зв'язку» між двома об'єктами (наприклад, молекулами). Спорідненість лікарських засобів полягає в їхній властивості утворювати комплекси з біологічними мішенями (рецепторами, ферментами, білками, транспортними системами тощо). Хімічна спорідненість – здатність, потенційна можливість даних речовин до хімічної взаємодії.

Agglomeration / агломерація – скупчення частинок, приєднання однієї частинки до іншої. Термін стосується утворення агломератів (комплексів), коли первинні частинки, зберігаючи форму і розмір, утримуються разом слабкими поверхневими зв'язками (м'які агломерати), такими як ван-дер-ваальсові сили або капілярні чи сильні хімічні зв'язки (тверді агломерати), у процесі синтезу різних наносполук.

Agonist / агоніст – ендогенна або екзогенна речовина чи лікарський засіб, які можуть взаємодіяти з рецепторами й ініціювати фізіологічні характеристики відповіді рецептора. До агоністів належать як природні медіатори (ацетилхолін, норадреналін, серотонін, гістамін), так і фізіологічно активні речовини рослин (пілокарпін), що є наноструктурами.

Albumin / альбумін (з лат. *albumen* – білок) – білок, що синтезується («виробляється») печінкою. Альбуміни входять до складу тваринних і рослинних тканин, яєчного білка, молока, сироватки крові. Більшість мінералів та гормонів, використовуваних організмом людини, спочатку «прикріплюються» до молекули альбуміну, після чого транспортуються кровотоком до тих ділянок організму, які їх потребують. Альбумін людини має розміри від 4 до 10 нм.

Alicin / аліцин (з лат. *alium* – часник) – наносполука, що утворюється природним шляхом рослиною часнику (*Allium* посівним), коли клітини всередині цибулини часнику у разі її пошкодження відкриваються (наприклад, під час приготування їжі або споживання). Ферменти, які є в тих часникових клітинах, перетворюють попередню сполуку (з клітин-попередників) на аліцин. Дослідження свідчать, що споживання людиною аліцину дає особливі переваги для здоров'я (наприклад, аліцин є антитромботичним засобом, він знижує рівень холестерину в крові, зменшує або запобігає коронарній хворобі, зміцнює імунну систему тощо). Аліцин також застосовується для уповільнення дії першого етапу детоксикації ферментів (наприклад, потенційно знижуючи рівень деяких канцерогенів у системі травлення організму). Аліцин є антибактеріальним засобом проти низки мікроорганізмів.

Allosteric regulation / алостерична регуляція – регуляція активності алостеричних ферментів, що відбувається завдяки ефекторній молекулі, яка зв'язується з ділянкою у молекулі ферменту, віддаленого від активного центру.

Allotropy / алотропія – існування одного і того ж хімічного елемента у вигляді простих речовин різних за властивостями і будовою структур.

All-valence electron methods / загальновалентні електронні методи – на відміну від *ab initio* (неемпіричних методів), напівемпіричні загальновалентні електронні методи розглядають усі валентні електрони. Відомі напівемпіричні методи: *EHT, CNDO, MNDO, PCIO, AM1, PM3*, які застосовують у різних сферах діяльності людини.

Alumina / оксид алюмінію, глинозем – амфотерний оксид, важкоплавка речовина, тверда сполука, яка має формулу Al_2O_3 . Існує в різних кристалічних формах.

Amino acids / амінокислоти – органічні кислоти, що містять у радикалі одну чи більше аміногруп ($-NH_2$). Амінокислоти є основними структурними мономерами біополімерів-білків, визначають їхню біологічну (видову) специфічність та харчову цінність. Набори амінокислот й окремі амінокислоти використовують як лікарські засоби. За розташуванням аміногрупи в молекулі амінокислоти розрізняють альфа-амінокислоти, бета-амінокислоти, гама-амінокислоти тощо. Природні білки утворені лише альфа-амінокислотами.

Існують амінокислоти, кожна з яких характеризується різними композиціями 3-х сусідніх нуклеотидів ДНК. Амінокислоти є будівельними блоками білків. Об'єднана в чітко впорядкований ланцюжок, послідовність амінокислот визначає характер молекули білка. Амінокислоти відіграють важливу роль у білковому обміні, функціонуванні органів і систем організму.

Amphiphile / амфіфіл (з грец. *αμφις*, *amphis* – обоє, *φιλία*, *philia* – любов) – молекула, що водночас має ділянки гідрофобної (водо-несумісні) і гідрофільної (водо-сумісні) природи, здебільшого на двох кінцях хімічної структури. Така молекула характеризується сильним притяганням до обох видів розчинників: полярних, таких як вода (гідрофільний) і неполярних (гідрофобний), і зазвичай розташовується на межі між ними. Амфіфільна молекула, розчинена в полярних або в неполярних розчинниках, має тенденцію утворювати капсули, в яких ті кінці молекул, що не сумісні з розчинником, розташовуються на внутрішній частині. Типовий приклад – стеаринова кислота.

Amplification / ампліфікація (з лат. *amplificatio* – збільшення) – природний синтез додаткових копій певних хромосомних послідовностей у вигляді внутрішньохромосомних або позахромосомних ДНК.

Analog / аналог (з грец. *ἀνάλογος*, – відповідний, співмірний) – об’єкт вивчення, схожий (аналогічний) з певним іншим об’єктом. Лікарський засіб, структура котрого подібна до структури іншого лікарського засобу.

Angstrom / ангстрем – одиниця відстані (Å), що дорівнює 10^{-10} м.

Anisotropic electrical transport / анізотропний електричний транспорт – електричний питомий опір вирівняних вуглецевих нанотрубок є меншим уздовж трубок, ніж перпендикулярно до них.

Anisotropic magnetoresistance (AMR) / анізотропний магнітоопір (АМО) – явище, яке полягає в тому, що опір ферромагнітних металів залежить від відносної орієнтації електричного струму і зовнішнього магнітного поля.

Anisotropy / анізотропія – залежність деяких макроскопічних властивостей кристалів від напрямку наведеного поля.

Anodization / анодування – метод електрохімічного оксидування металів, коли виріб, що оксидується, є анодом. Анодування – це метод покриття металу для стійкості проти корозії, стирання, електричної ізоляції, термоконтролю, герметизації, підвищення адгезії фарби й декоративної обробки. Анодування здійснюється шляхом електричного нанесення оксидної плівки металу з водного розчину на його поверхню, наприклад, алюмінію, який слугує анодом в електролітичному елементі. Властивості металічної пластини – пористість, стійкість до стирання, колір і гнучкість – залежать від типу, концентрації і температури електроліту, сили електричного струму та часу обробки, а також від типу металу, обраного для покриття.

Antagonists / антагоністи – молекули, які зв’язуються з певним білком (наприклад, рецептори, ферменти) на його активних центрах. Такий зв’язок зупиняє чи гальмує діяльність (функцію) цього білка. До антагоністів належать блокатори м-холінорецепторів – атропін,

скополамін; бета-адренорецепторів – атенолол, метопролол, карведилол; до гістамінових – димедрол, діазолін.

Antibiotic / антибіотики – органічні сполуки, які природним чином формуються і синтезуються різними видами мікроорганізмів і рослин. Вони здатні пригнічувати ріст бактерій, інших мікробів, вірусів і клітин. Багато антибіотиків можуть знищувати мікроби. Ця речовина біологічного походження має захисну функцію, часто токсична для інших видів (наприклад, пеніцилін є токсичним для численних патогенних мікроорганізмів). Антибіотики зазвичай завадять синтезу білка, реплікації ДНК, синтезу складників клітинної стінки (цитоскелета), гальмують необхідні для клітин (наприклад, бактерій) метаболічні процеси чи біосинтез нуклеїнових кислот (ДНК і РНК), що вбиває клітини бактерій. Антибіотики мають різну хімічну структуру, застосовуються для лікування інфекційних захворювань.

Antibody / антитіло, імуноглобулін або Ig – природна наноструктура, захисний білок. Антитіла є глобулінами сироватки крові людини або тварин. Вони утворюються у відповідь на проникнення до організму різних антигенів, які належать бактеріям, вірусам, білковим токсинам тощо, та специфічно взаємодіють з цими антигенами.

Антитіло складається з двох класів поліпептидних ланцюгів: легких (Л) та важких ланцюгів (В). Окрема молекула антитіла сформована з двох ідентичних копій Л-ланцюга і двох В-ланцюгів. Ці ланцюги синтезуються імунною системою (Б лімфоцити) організму. Антитіло утворюється з чотирьох білків, пов'язаних між собою, щоб формувати пучок білків ігрекоподібної форми (на зразок рогатки). Послідовність амінокислот, що формує стовбур (В-ланцюги), однакова для всіх антитіл. Стовбур, відомий як Fc-фрагмент антитіла, не зв'язується з антигеном, однак має інші регуляторні функції. Дві ніжки ігрека, кожна з яких складається з двох поруч розташованих білків, називаються легкими та важкими ланцюгами (тобто білки є ланцюгами амінокислот) з ідентичними антиген-зв'язувальними центрами на кінцях кожної ніжки. Антитіло, таким чином, двовалентне, тому воно має два пов'язаних

центри для антигена. Взяті разом, дві ніжки ігрека відомі як частини молекул антитіла. Такі частини можуть відщеплюватися від молекули антитіла за допомогою папаїну, або ж їх можна отримати методами генної інженерії, з використанням бактерії кишкової палички. Коли чужорідна молекула (бактерія, вірус тощо) потрапляє до організму, В-лімфоцити стимулюються з перетворенням на швидко поділені бластні клітини, які дозрівають у плазмових клітинах, що виробляють антитіла. Плазмові клітини запускаються епітопами чужорідної молекули – тобто групою чи групами специфічних атомів (також відомими як гаптени), які визнаються чужорідною імунною системою організму – для виробництва молекул антитіл, що мають антиген-зв'язувальні центри (їх ще називають зв'язувальними центрами, або детермінантами). Вони вбудовуються в епітоп чужорідної молекули. Таким чином, через кінчики своїх ніжок молекули антитіла зв'язуються з чужорідним тілом (антиген), який потрапив до організму. В результаті цього процесу він деактивує чужорідну молекулу або позначає її для остаточного руйнування іншими клітинами імунної системи.

Antiferroelectric (AFE) / антифероелектрик (АФЕ) – речовина, в якій за відсутності електричного поля сумарна поляризація комірки відсутня, але комірка поляризується, якщо задіяти поле. Антифероелектрична речовина сильно відштовхується від електричного поля. Дипольні моменти в антифероелектрику розташовані з однаковим числом в кожному напрямі.

Antigen / антиген – високомолекулярна колоїдна речовина, яка у разі введення в організм людини або тварини зумовлює утворення в ньому захисних речовин – антитіл.

Antimetabolite / антиметаболіт (з грец. *anti* – проти, *metabole* – зміна, перетворення) – речовини, структурно близькі до природних продуктів обміну речовин й здатні замінювати їх у біохімічних реакціях, спричинюючи зміни в обмінних процесах. До важливих антиметаболітів належать антивітаміни, антигормони, а також лікарські засоби: метотрексат, меркаптопурин, фторурацил тощо. Антиметаболіт є

структурним аналогом інтермедіату (субстрата чи коензиму), який виникає під час фізіологічного процесу метаболізму – шляхом заміни природного субстрату, що блокує або змінює біосинтез фізіологічно важливої речовини.

Apoenzyme / апофермент – білкова частина холоферменту. Численні (але не всі) ферменти складаються з функціональних частин – наприклад, білкової частини (ланцюга) та іншої частини, органічної або неорганічної молекули. Іншу частину, відому як кофактор, за певних умов можна видалити з ферменту. Отриманий унаслідок цього неактивний фермент відомий як апофермент. Неактивний апофермент знову стає функціонально активним, якщо йому дати змогу рекомбінуватися з його кофактором.

Aptamer / аптамер (з лат. *aptus* – підходити, відповідати) – нуклеїнова кислота, складається з ДНК або РНК, яка була адаптована шляхом відбору завдяки цілеспрямованій еволюції для пристосування до молекулярної поверхні. Подібно до антитіл, аптамери можуть виконувати роль специфічних розпізнавальних біомолекул і специфічно зв'язуватись із молекулою-мішенню (білок, поліпептид або окремий вірус чи клітина); їх ще називають «біоштрих-кодами».

Aquaporins / аквапоріни – клас білків, що функціонують як канали (для руху тільки води в і з клітини), які дозволяють клітині регулювати свій об'єм. Інші речовини (амінокислоти, іони) не проникають через аквапоріни.

Array / масив, набір – розташування об'єктів (наприклад, наночастинок) у певному порядку завдяки властивості саморегуляції.

Artificial atom / штучний атом – див.: квантова точка.

Artificial molecule / штучна молекула – система близько розташованих квантових точок, яка сприяє взаємодії локалізованих носіїв.

Artificial photosynthesis / штучний фотосинтез – перетворення променевої енергії сонця на енергію хімічних зв'язків за допомогою використання штучних сполук, таких як напівпровідникові фотокаталізатори.

Association colloid / асоційований колоїд – міцела, емульсія, або рідкокристалічне скупчення амфіфільних молекул, засноване на слабких взаємодіях, таких як нерозчинні взаємодії.

Atom / атом – найменша частинка хімічного елемента, яка зберігає всі його хімічні властивості.

Atomic cluster / атомний кластер – комплексні сполуки, основою молекулярної структури яких є об'ємна комірка з безпосередньо пов'язаних між собою атомів металів, що слугує центральним атомом або сукупністю атомів, які формують єдину систему, стабілізовану міжатомними силами.

Atomic force microscope (AFM) / атомний силовий мікроскоп (АСМ) – тип мікроскопа на кремнієвому чипі з малим зондом, що складається з тоненького кристала алмазу, який тримається на пружинній консолі в контакті з поверхнею шаблону. Зонд повільно переміщується поверхнею, і вимірюється притискувальна сила між наконечником і поверхнею. Зонд піднімають й опускають, щоб тримати цю силу сталою, і це визначає профіль поверхні. Сканування зондом шаблону відтворює за допомогою комп'ютера контурну карту поверхні. Цей інструмент подібний до скануючого тунельного мікроскопа, але використовує механічні сили, а не електричні сигнали. Атомний силовий мікроскоп здатний розрізняти індивідуальні молекули і, на відміну від скануючого тунельного мікроскопа, може бути використаний зі зразками, що не є провідниками, такими як біологічні зразки. За його допомогою також можна маніпулювати атомами.

Atomic force microscopy / атомно-силова мікроскопія – тип скануючої зондової мікроскопії, що, зокрема, використовується для вивчення біологічних систем і може давати тривимірні зображення (біологічної) поверхні у водному середовищі з високою роздільною здатністю без потреби фарбування біологічних зразків. Атомно-силову мікроскопію також застосовують для нанолітографії. Розроблена в 1986 році.

Au clusters / кластери із золота – кількість атомів золота, менша 300, із діаметром, меншим 2 нм. Фізико-хімічні, фармакологічні та токсикологічні властивості наночастинок золота відрізняються від звичайного золота. Це зумовлює застосування кластерів із золота в діагностиці та лікуванні різних захворювань.

Audio-frequency magnetic lithography (AFM lithography) / електромагнітна літографія на звукових частотах – літографічний метод із використанням наконечника атомного силового мікроскопа з метою створення структури на поверхні зразка. Наприклад, місцеве анодне окиснення арсеніду галію чи титану можна здійснити за допомогою наконечника, що є провідником, докладаючи відповідну напругу між наконечником і зразком.

Autoradiography / авторадіографія – техніка для виявлення радіоактивно мічених молекул та атомів шляхом створення зображення на фотоплівці. Плити з гелю або інші матеріали, в яких утримуються молекули, розміщують на фотоплівці, яка після експозиції проявляється.

В

В Lymphocyte / кістково-мозковий лімфоцит (В-лімфоцит) – лейкоцит розміром 5-10 мкм з компактним, округлим ядром, який утворюється в кістковому мозку і міститься в крові, селезінці та лімфатичних вузлах. В-лімфоцити є попередниками плазматичних клітин, що сприяють синтезу нанорозмірних структур – антитіл, імуноглобулінів G.

Bacteriology / бактеріологія – наука, яка вивчає властивості бактерій та спричинювані ними хвороби. Бактерії можуть бути корисними і необхідними, деякі з них є патогенами, що спричинюють інфекційні захворювання. Бактерії також є промислово важливі для перетворення сировини на продукти, такі як органічні хімічні речовини, антибіотики, сири та інші. Бактерії, синтезовані завдяки генній інженерії, використовують для виготовлення лікарських засобів. Бактерії можуть синтезувати нанометали.

Bacteriophage / бактеріофаг (з грец. *bacteria* – палочка, *phagos φῶω* – пожираю) – бактеріальний вірус, що зумовлює руйнування (лізис) бактерій, розмножується в них, спричинюючи загибель бактерій. Фелікс Д'Ерелль (Felix d'Herelle), який відкрив у 1917 р. бактеріофаги, характеризуючи їхню властивість знищувати мікроорганізми, згадував відоме прислів'я: «Ворог твого ворога – твій друг». Вивчаючи властивості бактеріофагів, вчені з'ясували, що матеріальним носієм спадковості є ДНК; відкрили феномени модифікації-рестрикції, транскрипції; здійснили дослідження з реплікації, рекомбінації, морфогенезу.

Віруси бувають різних форм і розмірів. Бактеріофаги, як і інші віруси, можуть використовуватися для синтезу наноструктур певних форм та розмірів і наноматеріалів з новими властивостями, які в подальшому застосовуватимуться в різних сферах діяльності людини.

Base (nucleotide) / база (нуклеотид) – фосфорна похідна нуклеозиду, до складу якої входять вуглевод, залишок фосфорної кислоти й похідне пурину або пірамідину; сегмент ДНК або РНК молекул, один із чотирьох (повторюваних) хімічних одиниць, які утворюють ДНК і РНК та які, згідно з їх порядком і сполученням (на паралельних нитках ДНК- або РНК-молекул), являють собою різні амінокислоти (наприклад, у молекулі білка, що кодується кожним геном у ДНК). Чотири нуклеотиди формують ДНК: аденін (А), цитозин (С), гуанін (G) і тимін (Т). Ці органічні сполуки містяться в рослинних і тваринних організмах і відіграють важливу роль в обміні речовин.

Binding energy of the molecule / енергія зв'язування молекули – енергія, що кількісно дорівнює роботі, яку необхідно виконати для розриву хімічних зв'язків у молекулі. Чим вище енергія зв'язків, тим стабільніша молекула.

Bioassay / біопроба – спосіб для визначення концентрації та (чи) біологічної активності речовини (наприклад, вітамінів, гормонів, факторів росту, антибіотиків, ферментів, поліпептидів). Рівень певної речовини вимірюють шляхом визначення її кількості у крові або в органах; також здійснюють вимірювання впливу цієї речовини на тканини, клітини, фермент або рецептор, отримані за умов порівнювання зі стандартними сполуками.

Bioavailability / біодоступність – величина (у відсотковому вимірі) введеної дози незміненого медикаменту, яка досягла системного кровообігу та тканинних мішеней. Абсорбція медикаментів через органи (шлунково-кишковий тракт, шкіра, легені, слизова оболонка тощо) є далеко не повною, і біодоступність залежить від багатьох чинників: інактивація у печінці, розчинність, взаємодія з альбуміном, шлях введення препарату.

Biochemistry / біохімія – дослідження біохімічних процесів у живих організмах (системах). Незважаючи на великі відмінності у зовнішності живих організмів, основні хімічні процеси в них подібні. Навіть у крихітних одноклітинних істотах відбуваються, по суті, такі ж самі біохімічні реакції, як і в кожній клітині складного організму (наприклад, людини).

Biochips / біочипи – електронні пристрої, що використовують біологічні молекули як «основу» для інших молекул, котрі діють як напівпровідники і функціонують як інтегральні схеми.

Biocompatibility / біосумісність – природні властивості імплантату (впровадженого матеріалу) забезпечити фізіологічну реакцію при клінічному застосуванні. Головна мета сучасної медицини полягає в регенерації патологічно змінених тканин з метою повного відновлення функції органа організму. Основною нанотехнологією є тканнна інженерія, яка сприяє відновленню роботи органа через спрямовану і контрольовану стимуляцію функції та обміну речовин в організмі за допомогою молекулярних і механічних сигналів. Одна із вимог до біологічної сумісності наноматеріалів – відсутність токсичного впливу на організм людини.

Bioconjugation / біозв'язування, біокон'югація – іммобілізація біомолекул на підкладці або твердій нерухомій підставці.

Biofilm / біоплівка – інтегральний шар живих мікроорганізмів (наприклад, на поверхні судини, зубів, штучного суглоба або імплантату тощо). Мікроорганізми часто розрізняють – деякі з них виконують різні завдання, необхідні для виживання біоплівки в цілому. Наприклад, мікроорганізми у «донному» шарі можуть змінюватися так, щоб краще утримувати всю біоплівку на основній підкладці.

Bioimaging / біовідображення – візуалізація внутрішніх органів, тканин або порожнин за допомогою спеціальних інструментів і методів, як-от флуоресцентна мікроскопія для діагностики різних захворювань.

Bioinformatics / біоінформатика – біосинтез, збирання, накопичення (у базі даних) й ефективне використання цих даних чи інформації, отриманої за допомогою геноміки (структурної геноміки, функціональної геноміки тощо), високопродуктивного скринінгу (тестування), протеоміки та вивчення послідовності ДНК, секвенування (з'ясування первинної структури макромолекул) ДНК для певного дослідження (наприклад, щоб виявити нові фармацевтичні препарати чи нові гербіциди тощо). Прикладами застосування даних або інформації, яка використовується і

накопичується в живих структурах, можуть бути послідовність генів, біологічна активність чи біологічні функції, фармакологічні та токсикологічні властивості, біологічна структура, міжбілкова взаємодія та продукти експресії генів.

Biological activity / біологічна активність – ефект (зміна в метаболічній активності живих клітин), спричинений специфічними сполуками чи посередниками. Наприклад, препарат кислота ацетилсаліцилова (аспірин) призводить до пригнічення коагулятивних властивостей крові, тобто вона згортається не так швидко.

Biological nanochannels / біологічні наноканали містяться в живих структурах, мають своєрідні властивості: надмірне зарядження поверхні, що робить їх селективними; хімічно реакційна внутрішня поверхня; можливість створюватися або змінюватися асиметрично. До біологічних наноканалів належать: аквапорини, кальцієві канали.

Bioluminescence / біолюмінесценція – каналізоване ферментами виробництво світла живими організмами (наприклад, комахами, жуками), як правило, під час спаровування або полювання. Біолюмінесценцію вперше виявив і проаналізував Вільям Макелрой (William McElroy) у 1947 році.

Biomaterials / біоматеріали – матеріали, які безпосередньо контактують із фізіологічним оточенням, наприклад, клітини, кров, людські тканини. Біоматеріал можна застосовувати в медичному пристрої, він взаємодіє з біологічними системами і може бути тканиною, органом чи біологічною системою.

Biomedical engineering / біомедична інженерія – інтеграція фізичних, хімічних, математичних, обчислювальних наук і технічних принципів для здійснення досліджень у галузі біології, медицини, поведінки і здоров'я.

Biomedicine / біомедицина – галузь медичної науки, що вивчає здатність людини витримувати стреси та зміни в навколишньому середовищі, розпізнає сліди живих організмів, аби виявити співвідношення між структурою та функцією біологічних молекул.

Biomembrane / біомембрана (з лат. *membrana* – оболонка, перетинка) – система спеціальних оболонок або листків, які відокремлюють клітину від зовнішнього середовища і поділяють її на окремі відсіки або камери. Біомембрана є комплексною наноструктурою, що оточує клітину, визначає її межі та відділяє цитозоль від зовнішнього середовища, а вміст органел – від цитозолу. Біомембрана представлена тонкою плівкою завтовшки в середньому 5 нм, яка складається з ліпідних та білкових молекул, з'єднаних здебільшого за допомогою нековалентних зв'язків. Біомембрана клітини є її основною структурою, що відповідає за взаємодію клітини з наночастинками.

Біомембрану визначають також як плівку, закріплену по контуру, або межу, що використовується для розділення двох фаз. Залежно від властивостей біомембрани відбірне транспортування між двома фазами може відбуватися через біомембрану. Клітинна мембрана – це динамічна, плинна структура; більшість її молекул здатна дифундувати вздовж біомембрани. Ліпідні молекули розташовані у вигляді подвійного шару (бішару), який надає біомембрані плинних властивостей та є майже непроникним бар'єром для багатьох розчинних у воді сполук.

Biomimetic materials / біоміметичні матеріали – синтетичні молекули чи системи, що є аналогами натуральних (тобто вироблених живими організмами) матеріалів. Біоміметичні матеріали можуть створюватися різними способами, зокрема синтез “згори вниз” і “знизу вгору”. Будова біоміметичних матеріалів імітує морфологію та функцію природних тканин, повторює їхню форму. До біоміметичних матеріалів належать кальцію фосфат (CaP), кальцію карбонат (CaCO_3), гідроксиапатит кальцію ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$), нанокompозити металів, кремнієві наноструктури, вуглецеві наноструктури, полімери, аналоги біомоторів тощо.

Для виготовлення біоміметичних матеріалів з медичним застосуванням використовують амінокислоти, поліефіри, поліаміди, поліуретани, поліакриламід тощо. Біоміметичні матеріали, на відміну від природних, володіють більшою гнучкістю, що є важливим для розробки

нових приладів та їх впровадження у фармацевтичну промисловість, виготовлення матеріалів для регенеративної медицини. У сучасній науковій літературі використовують термін “нанобіоміметичні матеріали”.

Biomimetics / біоміметика – спостереження за природними механізмами, запозичення ключових принципів їх дії і впровадження цих принципів у нові технічні системи. Біоміметика є новим перспективним науковим напрямом, де природні наноструктури відіграватимуть провідну роль, оскільки використання біологічних структур може стати високовідтворюваним та низьковартісним способом синтезу складних наноматеріалів з унікальними властивостями. Здатність створювати біологічні форми з нанорозмірною точністю знайде застосування в тканинній інженерії, адресній доставці лікарських засобів, моделюванні та розробці сенсорних й імунологічних систем, засобів візуалізації та діагностики.

Biomolecular electronics / біомолекулярна електроніка (біоелектроніка) – галузь, яка виникла в результаті інтеграції біотехнології з електронікою. Розділ біотехнологій, що вивчає електроактивні властивості біологічних матеріалів, систем і процесів разом із їхнім використанням (експлуатацією) в електронних приладах. Як приклад природних нанотехнологій у 2003 році, С’юзан Ліндквіст (Susan L. Lindquist) використала пріони дріжджів (що самозбираються у волокна від 60 до 300 нм завдовжки) для створення нанодротиків шляхом покриття цих волокон золотом чи сріблом. Завдяки досягненням біоелектроніки буде замінено традиційні напівпровідникові матеріали (наприклад, кремній або арсенід галію) на органічні, такі як білки (зокрема, в біочипах) або/та «гібридні» («схрещені») матеріали (наприклад, нанодротики).

Biomotors / біомотори – біологічні технології або методи, що вмикають «машини» нанометрового розміру (наприклад, «нанороботи»). Так, у 2000 р. Бернارد Юрке (Bernard Yurke) і колеги створили молекулярний «пінцет», що складається з трьох окремих ниток ДНК (дві з них гібридизовані малими комплементарними послідовностями поблизу

двох кінців першого ланцюга ДНК). Пінцет може бути закритий або відкритий послідовним додаванням інших ниток ДНК. До нанобіологічних моторів належать утворення АТФ із коефіцієнтом корисної дії 100%.

Bionanosensors / біонаносенсори – поєднують селективність біології та можливості обробки даних сучасної мікро/наноелектроніки й оптоелектроніки, пропонуючи потужні нові аналітичні інструменти, використовувані в медицині, діагностиці навколишнього середовища і переробній промисловості.

Bionanotechnology / біонанотехнологія – застосування біотехнології у галузі нанотехнологій. Наприклад, використання генної інженерії:

➤ для формування «молекулярного шаблону (зразка)», на якому згодом буде створено нанотехнологічний пристрій (наприклад, нанодротик);

➤ з метою створення специфічних молекул, які завдяки самозбірці сформують нанотехнологічні інструменти або пристрої (наприклад, нановолокно);

➤ для утворення нанотіл, які застосовуватимуть для «покриття» чутливої до кислоти фармацевтичної молекули з метою подальшого вживання цих фармацевтичних препаратів.

Bionics / біоніка – міждисциплінарний розділ нанонауки, який досліджує побудову штучних систем, що нагадують живі системи або мають особливості (характеристики) живих систем. Біоніка може охоплювати (в цілому або частково) біоелектроніку, біосенсори, біоміметичні матеріали, біофізику, біодвигуни і самозбірку (великої молекулярної структури).

Biopolymers / біополімери – високомолекулярні органічні сполуки, молекули яких є ланцюгами, утвореними з великої кількості груп атомів, що повторюються. До біополімерів належать білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди, з лікарських засобів – реополіглюкін, полівінілпіролідон тощо. Структуру біополімера можна представити невеликим елементом (наприклад, мономером).

Bioreactor / біореактор – прилад, де один або більше ферментів фізично обмежені, що дає змогу селективно й ефективно перетворювати субстрати на продукти і легко відокремлювати каталізатори від реагентів.

Bioreceptors / біорецептори – фрагменти ДНК, антитіл, молекул білка, клітинних зондів (наприклад, адгезивних молекул), які прикріплюються до синтетичної поверхні (наприклад, біочипу) для аналізу біологічних речовин.

Biosensing / біорозпізнавання – розпізнавання специфічної біологічної молекули, системи біологічних молекул або біологічно виробленого сигналу за допомогою пристрою.

Biosensor / біосенсор – переносний аналітичний прилад, який інтегрує біорозпізнавальну молекулу (фермент, антитіло, ДНК або навіть мікроорганізм) з перетворювачем сигналу. Біорозпізнавальна молекула дає можливість розпізнавати аналіт, тоді як перетворювач визначає ступінь біорозпізнавальної реакції й конвертує її в електронний сигнал, який виводиться до користувача.

Приклади сучасних біосенсорів:

– діагностичний тест, що складається з двох частин і може виявити послідовні кількості специфічних хімікатів (наприклад, пестицидів). Хімічний біосенсор складається з іммобілізованого ферменту (зв'язує хімікати), комбінованого з кольоровим реагентом (візуально ідентифікує наявність хімікатів);

– вуглецеві нанотрубки, покриті шаром оксидази глюкози, з шаром фериціаніду калію, який адсорбується всередину оксидази глюкози. Такі нанотрубки розміщені на крихтній капілярній трубці з герметичними кінцями. Коли трубку вводять під шкіру, наприклад, хворого на діабет, і просвічують інфрачервоним світлом, яке проходить крізь людські тканини, нанотрубки флуоресціюють специфічним чином, що прямо залежить від концентрації глюкози (підказуючи пацієнтові, коли слід вколоти інсулін). Механізм цього такий: глюкоза організму потрапляє у напівпроникні капіляри: оксидаза глюкози (фермент) впливає на глюкозу, що зумовлює вироблення пероксиду гідрогену, який згодом поєднується

(створює комплекс) з фериціанідом, щоб змінити флуоресцентні властивості нанотрубок так, аби вони цілковито залежали від концентрації глюкози;

– тест, що може виявити специфічний сегмент ДНК у комплексних («брудних», багатокомпонентних) зразках. Біосенсор складається з золотих частинок розміром 13 нм, на яких прикріплені численні нуклеотидні «молекулярні ланцюги». Кожний нуклеотидний ланцюг містить 28 нуклеотидів. 13 нуклеотидів, найближчі до кожної золотої частинки, створюють відстані між частинками; розчин, що містить випадково розподілені золоті частинки, набуває червоного забарвлення за відповідного підсвічування. 15 нуклеотидів, розташованих далі від кожної золотої частинки, прив'язані до послідовностей нуклеотидів у цільовій (наприклад, ДНК) молекулі. За наявності цільової молекули утворюються подвійні спіралі з золотих частинок та нуклеотидних «молекулярних ланцюгів». Тоді відстань між золотими частинками стає меншою, ніж розмір цих частинок, що надає розчину синього забарвлення у разі підсвічування відповідним світлом.

Біосенсори можуть застосовуватися як різні види рецепторів організму, стаючи важливою частиною сучасної медицини, біології, а також як прилади для діагностики захворювань, виявлення біологічних агентів у навколишньому середовищі.

Biosystem (biological system) / біосистема (біологічна система) – матеріал або речовина біологічного походження, наприклад: протеїн, ДНК, жива клітина або деяка її частина.

Biotechnology / біотехнологія (з грец. *Βιοτεχνολογία*, *bios* – життя, *techne* – мистецтво, майстерність і *logos* – слово, навчання) – використання живих організмів і біологічних процесів у виробництві; засоби або спосіб маніпулювання (управління) формами життя (організмами) для забезпечення людей необхідними продуктами (виробами). Наприклад, бджільництво й тваринництво можна розглядати як такі, що пов'язані з біотехнологіями. Слово «біотехнологія» ввів у науковий обіг в 1919 р. Карл Ерекі (Karl Ereky), щоб позначити взаємодію

біології та людської технології. Однак термін «біотехнологія» у США використовують на позначення всіх галузей промисловості, де створюються і реалізуються різноманітні товари, отримані на молекулярному рівні, а також галузі, які використовують знання про живі системи. Рекомбінантна ДНК є лише одним із багатьох методів, що використовуються для отримання продуктів із організмів, рослин або з обох одночасно на основі біотехнологій. За допомогою біотехнологій одержують рекомбінантну ДНК, рДНК, системи ферментів, їх використовують у селекції рослин, для розвитку клітин ссавців тощо.

Bridged oligomers / шунтовані (з'єднані містками) олігомери – системи моделей (динамічні моделі) певної кількості хромофорів, чий конформаційні ступені свободи зменшені гідрогенними або ковалентними зв'язками між хромофорами. Ці системи можуть використовуватися для вивчення міжмолекулярних взаємодій між прилеглими молекулами в твердому стані та для створення супрамолекулярних архітектур, таких як дендримери й спіральні самоорганізовані структури.

Bridged silsesquioxane / шунтовані (з'єднані містками) сілсесквіоксани – металоорганічні сполуки, що складаються з двох алкоксисиланових груп, ковалентно пов'язаних разом органічним лігандом.

Brillouin light scattering / Мандельштам-бріллюенівське розсіювання світла – спектроскопічний метод вимірювання дисперсії спінових хвиль шляхом використання інтерферометра Фабрі-Перо. Дисперсії спінових хвиль отримують за допомогою розсіювання непружно лазерного світла від спінових хвиль під впливом енергії й частково – збереження хвильового вектора. Зсув частоти дорівнює спіново-хвильовій частоті, а зміна хвильового вектора – дорівнює певним компонентам хвильового вектора спінової хвилі.

Brunauer–Emmet–Teller (BET) / Брунауер, Еммет, Теллер (BET) – рівняння для визначення площі поверхні гранульованого твердого тіла. Під час розрахунків припускають, що поверхня адсорбента є однорідною; взаємодія адсорбент-адсорбат сильніша, ніж адсорбат-адсорбат;

адсорбовані молекули взаємодіють у напрямку, перпендикулярному поверхні, що розглядається як конденсація. Загальну площу поверхні гранульованих твердих тіл можна вивести з цього рівняння.

Buckminsterfullerene (buckyball) / бакмінстерфулерен (бакібол) – C_{60} , молекула карбону з порожнистою кліткою, що складається з 60 атомів карбону, названа на честь Р. Бакмінстера Фуллера (Buckminster Fuller) через подібність її молекулярної структури до його геодезичних куполів. Бакмінстерфулерен (C_{60}) був виявлений у сажі в 1985 році. У 1990 р. вперше повідомлено про вуглецеву гантелеподібну структуру C_{120} , що складається з двох молекул C_{60} , сполучених двома одинарними зв'язками C – C шляхом циклічного додавання.

За експериментальне відкриття фулеренів та встановлення їхньої хімічної структури через 11 років, у 1996 р., англійському вченому-хіміку Гарольду Крото (Harold W. Kroto) та американським ученим-хімікам Роберту Керлу (Robert Curl) і Ричарду Смолі (Richard E. Smalley) було присуджено Нобелівську премію в галузі хімії.

Враховуючи малий розмір фулеренів (1 нм) та можливість приєднання до них молекул медикаментозних засобів, їх застосування відкриває нові можливості для розробки протипухлинних засобів нового покоління.

Bulk diffusion / об'ємна дифузія – переміщення атомів у межах плівки. Цей процес характерний для третьої зони структури плівок і описаний моделлю трьох зон структури (the Movchan and Demchishin structure zone model). Дифузія – це довільного перебігу процес вирівнювання активностей атомів, молекул, іонів або колоїдних частинок (зумовлений їхнім хаотичним тепловим рухом) у спершу неоднорідній системі.

Bulk-technology / масова технологія (балк-технологія) – маніпулює цілими сукупностями відповідних атомів або молекул, на противагу звичайній технології, під час якої можна маніпулювати індивідуальними атомами або молекулами.

C

Cadherins / кадгеріни – клас адгезивних молекул на поверхні клітин, що змушує клітини (наприклад, епітелію кишечника) «злипатися» у формі безперервної підкладки; крім того, кадгеріни іноді функціонують як клітинні адгезивні рецептори.

Capacitor / конденсатор – електричний пристрій, який тривалий час зберігає електрику або електричну енергію. Пристрій складається з трьох основних частин: двох електричних провідників, які зазвичай є металевими пластинами, розділеними та ізольованими від третьої частини, так званого діелектрика. Пластини заряджають рівною кількістю позитивних і негативних електричних зарядів, що й обумовлює зберігання енергії.

Capillarity / капілярність – загальний термін на позначення явищ, що спостерігаються в рідинах завдяки міжмолекулярному притяганням на межі рідини, наприклад, підвищення або зниження рівня рідин у вузьких трубках, утворення плівок, крапель, бульбашок тощо.

Capillary condensation / капілярна конденсація – явище, коли в порі (розміром понад 2 нм) унаслідок занурення пористого твердого тіла у пару формується рідиноподібна щільна перенасичена речовина. Це відбувається, коли тиск газу нижчий, ніж тиск насиченої пари за певної температури.

Capillary electrophoresis / капілярний електрофорез – технологія дослідження, використовувана для електрофорезу окремих речовин (наприклад, ДНК / РНК / нуклеїнових кислот, білкових молекул тощо). Це розділення відбувається всередині крихтих капілярних трубок, коли потужні електричні поля застосовуються по всій довжині капіляра, тому іони (в розчині в капілярній трубці) рухаються з різною швидкістю залежно від їхніх зарядів, молекулярного розміру та ваги.

Capillary pressure / капілярний тиск – різниця в тиску всередині частково наповненої пори вузького діаметра завдяки викривленій межі.

Capsid / капсид – зовнішня білкова оболонка вірусної частинки, яка оточує нуклеїнову кислоту і є нанорозмірною структурою. Окремі білки, що формують капсид, мають назву капсомерів або ж білкових субодиниць. Деякі рослини стійкі проти певних вірусних хвороб завдяки наявності в них капсиду.

Capsule / капсула – оболонка, що оточує багато типів мікроорганізмів. Капсули зазвичай складаються з полісахаридів, поліпептидів або полісахарид-білкових комплексів. Ці речовини розташовані компактно біля поверхні клітини.

Carbon nanofiber / вуглецеве нановолокно – загальний термін, який використовується для опису волоконподібного кристала вуглецю з діаметром, меншим за 500 нм. Термін «волокно», як правило, означає, що структури мають високе співвідношення довжини й товщини, і тому довжина нановолокна зазвичай є в інтервалі кількох мікрометрів або більше. Хоча вуглецеву нанотрубку можна класифікувати як форму нановолокна, термін «вуглецева нанотрубка» здебільшого застосовується для опису структур, які складаються з трубчастих графенових стінок, паралельних до вісей волокна. Таким чином, термін «вуглецеве нановолокно» використовується для позначення ниток, що складаються з графенового шару і розміщені під кутом до осі волокна. Цей термін також може слугувати для опису нитки з неупорядкованого/аморфного вуглецю.

Carbon nanotube (CNT) / вуглецева нанотрубка (ВНТ) – трубкоподібна молекула карбону, яка складається з графенових аркушів (гексагонально розташованих sp^2 – пов'язаних атомів карбону, згорнутих у форму безшовної трубчастої структури).

Найпростіша форма – одностінна ВНТ, структура якої містить одну графенову оболонку трубки. Багатостінні ВНТ утворені з багатьох концентричних трубчастих графенових оболонок. Завдяки унікальній атомній структурі ВНТ мають унікальні електричні, механічні та інші

фізичні властивості. Передбачається, що згодом вони відіграватимуть провідну роль у галузі нанотехнологій.

Вуглецеві нанотрубки залежно від того, як двовимірна молекула графену скручена стосовно її гексагональної решітки поділяють на: 1) зубчасті нанотрубки, де дві сторони кожного графенового шестикутника орієнтовані перпендикулярно вісі циліндра, а молекула C_{60} розсічена навпіл перпендикулярно вісі п'ятого порядку; 2) зигзагоподібні нанотрубки, в яких дві сторони кожного графенового шестикутника орієнтовані паралельно вісі циліндра, а молекула C_{60} розсічена навпіл перпендикулярно вісі третього порядку; 3) хіральні нанотрубки, де гвинтова вісь паралельна вісі нанотрубки.

Існує декілька можливих застосувань ВНТ у царині біотехнологій. Наприклад, у 2003 р. Брюсу Дж. Гайндсу (Bruce J. Hinds) із колегами вдалося поєднати численні ВНТ у полімерну мембрану (оболонку) у такий спосіб: ВНТ слугували «порами», через які молекули з діаметром від 1 до 10 нм могли проходити з одного боку оболонки до іншого. Такі нанотрубкові оболонки мають значне потенційне практичне застосування як молекулярне сито/ультрафільтр (наприклад, для просіювання певних біохімікатів із розчину або суміші), як контактна поверхня для біосенсорів (пропускання лише виявлених молекул) тощо. Так, у 2004 р. Гонгі Дай (Hongjie Dai) та Пол А. Вендер (Paul A. Wender) використали одностінну ВКНТ для «доставки» особливих білків (таких як стрептовідин) через плазмову мембрану певних клітин – білок діяв усередині клітини. Г. Дай і П. А. Вендер продемонстрували, що ці особливі білки (обмежені вуглецевими нанотрубками, покритими біотином) проникають у клітини шляхом ендоцитозу. Деякі ВНТ можуть також виконувати роль «антени» для сприйняття електромагнітного випромінювання з довжиною хвиль у декілька сотень нанометрів (тобто видимого світла). Енергія видимого світла перетворюється за допомогою ВНТ на електричну або теплову (прискорює хімічну реакцію в сусідньому субстраті). Таким чином, у майбутньому ВНТ можна використати для створення світлочутливих біосенсорів.

Catabolism / катаболізм (catabolismus; з грец. *katabole* – скидання вниз) – сукупність процесів розпаду тканинних і клітинних структур, а також розщеплення складних сполук для енергетичного або пластичного забезпечення процесів життєдіяльності. Ці процеси полягають у ферментативному розщепленні порівняно великих молекул вуглеводів, жирів та білків, що здійснюється здебільшого в реакціях окиснення, а також у розщепленні макроергічних фосфорних сполук. Під час катаболізму вивільнюється енергія. У ході розщеплення аденозинтрифосфату ця енергія перетворюється на інші форми енергії. У процесі розщеплення великих органічних молекул вивільнена енергія резервується у формі енергії фосфатних зв'язків аденозинтрифосфату. Катаболізм є сукупністю фізико-хімічних процесів, це антипод анаболізму. Здійснення катаболічних процесів обумовлюють розщеплення складних сполук, які входять до складу органів і тканин як їхні структурні елементи (білки, нуклеїнові кислоти, фосфоліпіди тощо). Внаслідок катаболізму складні сполуки втрачають властиві їм специфічні особливості, перетворюючись на речовини, що частково використовуються під час біосинтезу, а частково вони виводяться з організму (проміжні та кінцеві продукти обміну речовин).

Catabolite / катаболіт – метаболіт, що утворюється природним шляхом.

Catalysis / каталіз (з грец. *katalysis* – руйнування) – зміна швидкості хімічної реакції, спричинена особливим механізмом її перебігу. Термін введено шведським хіміком Й. Берцеліусом (Jöns Jakob Berzelius) у 1838 р. Дослідник встановив, що завдяки каталізатору швидкість деяких хімічних реакцій істотно зростає. Під впливом каталізатора можливе зростання (позитивний каталіз) або гальмування швидкості процесу (негативний каталіз). Каталіз обумовлює високі швидкості реакції за порівняно невисоких температур і малих концентрацій каталізаторів. Здебільшого забезпечує утворення одного продукту з низки можливих (вибірковий каталіз). Майже всі хімічні реакції у біологічних системах (наприклад, в організмі) каталізуються молекулами, відомими як ферменти.

Catalyst / каталізатор (з грец. *katalyein* – розчиняти) – будь-яка речовина (об'єкт) білкової або небілкової природи, що підвищує швидкість хімічної реакції, залишаючись незмінною. У біологічних науках для позначення білкового каталізатора використовують термін «фермент». Ферменти (пепсин, хімотрипсин, амілаза та ін.) каталізують біологічні реакції.

Основні вимоги до каталізаторів: 1) висока каталітична активність у розрахунку на одиницю маси (1г) або поверхні (1 м²); 2) каталізатор, що бере участь у взаємодії, наприкінці реакції залишається у незмінному стані; 3) володіє специфічністю до певних реакцій. Нанотехнології мають значний потенціал щодо розробки нових каталізаторів для фармацевтичної, харчової, хімічної, нафтопереробної промисловості, сільського господарства. Ще одна галузь можливого застосування нанокаталізаторів – взаємодія природних і штучних каталізаторів.

Catalytic antibody / каталітичне антитіло – антитіла, досліджувані впродовж 1980-х рр. Річардом А. Лернером (Richard A. Lerner) і Пітером Г. Шульцем (Peter G. Shultz). Вони виробляються в організмі, щоб каталізувати певні хімічні реакції (наприклад, потрібні для забезпечення деяких функцій організму). Згодом ученим вдалося змусити живі структури виробляти антитіло у відповідь на ретельно відібраний антиген (цільова молекула в кровотоці або ж молекула, залучена до цільових специфічних хімічних реакцій), що самостійно каталізує «розщеплення» молекул хімічних речовин в кровотоці (наприклад, героїну на дві безпечні маленькі молекули) або виробляє / імітує:

- обмеження ендонуклеази – розщеплюють білки чи молекули ДНК у конкретних ділянках цих молекул;
- обмеження ендоглюкозидази – здатні розщеплювати молекули олігосахаридів та полісахаридів;
- хімічний комплекс перехідного стану в хімічній реакції, яку слід каталізувати – результуюче антитіло діє і як антитіло (до відібраного антигена комплексу перехідного стану), і як каталізатор (для того, щоб хімічна реакція мала цей хімічний специфічний комплекс перехідного стану). Такий каталізатор (фермент) володіє специфічністю антитіла (специфічною лише для бажаного реагенту перехідного стану).

Catalytic site / каталітичний центр (сайт) – геометрична ділянка на молекулі ферменту (або іншого каталізатора), що бере участь у каталітичному процесі. Каталітичний центр зазвичай складається з невеликої частини загальної площі ферменту.

Catechine / катехіни – належать до поліфенольних хімічних сполук; природні біологічно активні речовини з групи біофлавоноїдів. Містяться у чаї, червоному вині, яблуках, винограді, шоколаді та багатьох фруктах і ягодах. Катехіни підвищують резистентність капілярів, їм властива антиокисна активність. Належать до групи лікарських засобів із Р-вітамінною дією.

Catenane / катена (з лат. – ланцюг) – вид молекулярної структури; збірка з двох або більше кільцевих молекул/макроциклічних компонентів, хімічно незалежних, але механічно пов'язаних між собою, тобто вони – централізовані, взаємоблокувальні кільця.

Cathodoluminescence / катодолюмінесценція, катодна люмінесценція (грец. *κάθodos* – рух донизу та лат. *lumen* – світло) – тип люмінесценції, який реалізується після збудження електронного променя й зазвичай спостерігається у традиційних променевих технологіях.

Cell / клітина – фундаментальна саморегулююча одиниця живого організму. Жива тканина кожного багатоклітинного організму складається з таких одиниць. Деякі організми утворені лише з однієї клітини: дріжджові або білкові бактерії, найпростіші, деякі морські водорості та гамети (репродуктивні стадії) вищих організмів. Більші організми поділяються на органи, які є відносно автономними, але взаємодіють у функціонуванні кожної рослини чи тварини. Одноклітинні організми виконують усі життєві функції у межах однієї клітини. У вищому (багатоклітинному) організмі сукупність клітин (орган) може виконувати конкретну функцію (наприклад, забезпечення серцем кровообігу). Клітини м'язової тканини пристосовані для руху, а кісткова та з'єднувальна тканини – для структурної опори. Попри відмінності клітин, вони мають загальні властивості: оточені мембраною, генетична інформація

зберігається в генах, білки є основним біокаталізатором і структурним матеріалом, який синтезується в рибосомах, їхнє джерело енергії – АТФ.

Cellosomes / целосоми – нові нанобіоматеріали, що являють собою послідовно нанесені на шаблон (кристали аргоніту та кристали кальциту) шари дріжджових клітин у розчині етилендіамінтетраоцтової кислоти. Клітини в складі целосом тривалий час зберігають свою активність. Серед потенційних застосувань целосом – отримання штучних тканин.

Chain polymer / полімерний ланцюг – лінійна молекула з повторюваною основною одиницею (ланкою).

Chelate / хелат (з грец. – клішня краба) – комплексоутворення металів, яке формується під час взаємодії атомів або іонів із полідентатними лігандами (молекула, що взаємодіє з ділянкою певної структури).

Chelating agent / хелатна добавка (компонент) – молекула, яка здатна з'єднувати атоми металів. Хелатна добавка, або метало-комплекс, є стійким утворенням завдяки координації зв'язків, що формуються внаслідок взаємодії атомів або іонів із полідентатними лігандами. Прикладом звичайного хелатного компоненту є етилендіамінтетраацетат (ЕДТА), який щільно та зворотно з'єднує кальцій ($\text{Ca}^{++}\text{Ca}^{2+}$) і магній ($\text{Mg}^{++}\text{Mg}^{2+}$) з іншими двовалентними катіонами (позитивно зарядженими іонами). Якщо хелат зможе утворювати стійкі комплекси з іонами металів, потрібними для ферментної активності, фермент буде дезактивовано. Кобаламін (вітамін B_{12}), ЕДТА та залізо-порфіриновий комплекс (надає крові червоного кольору) є також прикладами хелатів.

Chelating ligand / хелатоутворюючий ліганд – ліганд, що може формувати один або більше хімічних зв'язків із центральним металевим іоном (наприклад, щавелева кислота).

Chelation / хелация – зв'язування катіонів металів (металічних атомів або молекул з позитивним електричним зарядом) атомами з неподіленими електронами (таким чином, електрони можуть бути «віддані» для зв'язку з катіоном). Зв'язок металу (катіона) з хелаторним атомом (лігандом) зумовлює утворення катіонного комплексу хелатор/метал.

Chemical deposition / хімічне осадження – форма осадження плівок, що містить три істотні фази, ідентичні хімічному травленню плівки, за винятком того, що напрямок переносу є протилежним: реагенти переносяться на поверхню й адсорбуються; потім на поверхні відбувається реакція; продукти десорбуються і виводяться з поверхні, залишаючи плівку в необхідному для дослідника стані.

Chemical etching / хімічне травлення – процес осадження плівки, що передбачає три необхідні дії: реагенти переносяться на поверхню реакції й адсорбуються; реагують на поверхні; продукти десорбуються і виводяться з поверхні. Це зазвичай призводить до ізотропного або орієнтаційно залежного профілю.

Chemical gel (permanent gel) / хімічний гель (перманентний гель) – гель, в якому полімерна сітка складається з полімерних ланцюгів з постійними ковалентними зв'язками.

Chemical growth / хімічне зростання – форма зростання плівки: реагенти спочатку адсорбуються на поверхні підкладки, а потім дифундують на підкладці та реагують.

Chemical mechanical polishing (CMP) / хіміко-механічне полірування (ХМП) – процес, що зазвичай використовується у напівпровідниковій індустрії для вирівнювання поверхонь з метою досягнення оптично плоскої топографії. Суспензію, яка складається з маленьких сферичних частинок і домішок, застосовують під час полірування. Склад суспензії можна варіювати для вибіркового полірування цільових матеріалів.

Chemical sensor / хімічний сенсор (датчик) – прилад (пристрій, пристосування), що перетворює хімічну інформацію (від концентрації певного зразка компонента і до повного аналізу складу сполуки) на аналітично корисний сигнал. Хімічний сенсор складається з двох компонентів: чуттєвого матеріалу та системи перетворення.

Chemical vapor deposition (CVD) / хімічне осадження з парової фази (ХОПФ) – хімічна реакція, яка перетворює молекули газу, названі прекурсорами, у твердий матеріал у вигляді тонкої плівки або енергії на

поверхні підкладки. Цей процес наномодифікації металів, сплавів або хімічних сполук, широко використовується для виготовлення напівпровідникових приладів.

Chemically modified electrode (CME) / хімічно модифікований електрод – електрохімічний прилад, який інтегрує поверхню електрода з хімічним реагентом або матеріалом, що сприяє об'єднанню його провідникових властивостей з реакцією передачі електрона.

Chemisorption / хемосорбція – абсорбція або адсорбція, що супроводжується хімічною взаємодією між молекулами сорбату та сорбенту.

Chemometrics / хемометрика – емпірична методологія, що застосовується для отримання значень хімічних величин шляхом непрямих вимірювань інших фізичних/хімічних величин.

Chemopharmacology / хемофармакологія – лікування хімічно синтезованими препаратами, в механізмі дії яких проявляється процес хемосорбції.

Chiral / хіральный (з грец. *cheir* – рука) – той, який не можна накласти на його дзеркальне відображення. Виникла хіральна хімія, хіральна фармакологія. У медичній практиці застосовують препарати, в яких діючою речовиною є хімічна сполука з лівим обертом, наприклад, амлодинін.

Chiral compound / хіральна сполука – хімічна сполука, що має асиметричний центр і здатна перебувати у двох дзеркальних відображеннях, які не можна накласти одне на інше. Людські руки можуть проілюструвати хіральність: коли ліву і праву руки тримають одну на верхівці іншої, один великий палець стирчить з одного боку, а інший – з другого. На обох руках та сама кількість пальців, але їх розташування у просторі різне. Приблизно 40% ліків містять хіральні сполуки. Два види сполуки, що є дзеркальним відображенням один одного, отримали назву енантіомерів. У багатьох хіральних ліках лише один енантіомер є корисним і біологічно активним, тоді як другий – неефективний і навіть може спричинювати небажаний вплив («побічний ефект»).

Chiral molecules / хіральні молекули – молекули, що містять асиметричні компоненти, які є дзеркальними відображеннями один одного. Вони також оптично визначені як праві та ліві структури.

Chiral vector / хіральний вектор – вектор, утворений із суперпозиції цілих кратних одиничних векторів із двовимірної гексагональної площини графіту. Цей вектор перпендикулярний вісі карбонової нанотрубки, а її величина визначає довжину окружності трубки.

Chirality / хіральність – властивість об'єктів не збігатися зі своїм відображенням у плоскому дзеркалі ні за яких обертань і лінійних переміщень.

Chromatography / хроматографія – сукупність методів і процесів відокремлення, аналізу та фізико-хімічних досліджень сумішей речовин. Хроматографія ґрунтується на різниці у швидкостях руху концентраційних зон компонентів сумішей речовин, що переміщуються в потоці рухомої фази (газ або рідина) вздовж нерухомої (твердий сорбент). Використовується в біохімічних дослідженнях для виробництва лікарських засобів.

Class I hybrid materials / гібридні матеріали першого класу – гібриди, хімічні сполуки, в яких органічні й неорганічні компоненти з'єднані слабкими зв'язками (сили Ван-дер-Ваальса, гідрогенний зв'язок або електростатичні сили).

Class II hybrid materials / гібридні матеріали другого класу – гібриди, хімічні сполуки, в яких органічні й неорганічні компоненти з'єднані утворенням сильних зв'язків (ковалентних, іоноковалентних або кислотно-лужних).

Classical metal nanowire / класичний металевий нанодротик – нанодротик, провідність якої підпорядковується класичним співвідношенням, тобто пропорційна площині поперечного перерізу й обернено пропорційна довжині дротика, що вимірюється нанорозмірами.

Clone / клон – популяція генетично ідентичних клітин, отриманих від спільного прародича. Іноді під поняттям “клон” розуміють декілька молекул рекомбінантних ДНК, що мають аналогічної будови

послідовність. Водночас клонування в генетиці трактують як виявлення гена, що відповідає за певну рису фенотипу. Зазвичай клонування гена означає вилучення його з одного організму й вкорінення в інший організм, де він виявляє специфічну дію.

Cluster / кластер – об'єднання атомів чи молекул (комплексна сполука), кількість складових якого може варіювати від кількох одиниць до багатьох тисяч, але яке можна розглядати як самостійну одиницю, що має певні фізичні, хімічні, фізико-хімічні властивості. У широкому сенсі кластер є новим структурним утворенням (зокрема фазовим, сегрегаційним тощо) у багатоелементній системі (атомній, молекулярній, кристалічній, зернуватій), виникнення, подальше формування або зникнення якого визначаються взаємодією внутрішніх особливостей певної фізичної або хімічної структури системи із зовнішніми чинниками.

Cluster-assembled materials / матеріали, що збираються (формується) у **кластери** – матеріали, синтезовані осадженням кластерів, тобто наночастинок, які складаються з тисяч атомів; це проміжний етап між молекулами та суцільними матеріалами. Відомі кластери металів, води.

Coagulation / коагуляція (з лат. *coagulatio* – згортання, згущення) – поєднання частинок дисперсної фази колоїдної системи у більші агрегати; злипання частинок колоїдів під час їхнього зіткнення в процесі теплового (броунівського) руху, переміщення або спрямованого переміщення в зовнішньому силовому полі; осадження колоїдного розчину після додавання до нього електроліту; з'єднання частинок у дисперсних системах, а також у тканинах організму людини для утворення більших комплексів (наприклад, частинок білка).

Coalescence / коалесценція – процес, під час якого два кластери об'єднуються, формуючи більший кластер. Під коалесценцією розуміють взаємодію ядер нової фази в разі їх прямого контакту; в ході такого процесу можна досягти з'єднання ядер в одній частинці.

Co-condensation / сумісна конденсація – метод синтезу наночастинок, пов'язаний зі спільним осадженням парів металу і

полярного координуючого розчинника, спрямованого на охолоджені стінки реактора з рідкого азоту за низького тиску (як правило, декілька мілітор). Розчинник координує зростання наночастинок і перешкоджає їх накопичуванню, яке зазвичай спостерігається в техніці конденсації газу, що ґрунтується на джоулівському розігріванні речовини.

Co-deposition / спільне осадження – осадження більше одного виду в процесі електроосадження. Наприклад, якщо два метали осаджуються водночас, то результатом цього процесу стає сплав. Композити з металевою матрицею можуть утворюватися за допомогою спільного осадження частинок в іншій фазі (наприклад, керамічних, полімерних або міжметалевих частинок) із металевою матрицею.

Coenzyme / кофермент – небілкова органічна молекула, необхідна для дії деяких ферментів. Кофермент містить один із вітамінів як частину своєї структури. Саме тому вітаміни важливі для живих організмів.

Collagen / колаген – наноструктура, яка виконує різноманітні функції в організмі людини, а також відіграє важливу роль у патогенезі багатьох захворювань.

Colloid / колоїд – нанорозмірна речовина, що складається з найдрібніших частинок, які варіюють від 1 до 1000 нм у діаметрі. Вони суспендовані в суцільному середовищі (рідина, тверда або газоподібна речовини) таким чином, що їх не можна легко відфільтрувати. До колоїдних розчинів належать кров, молоко, яєчний білок, спинномозкова рідина.

Colloid chemistry / колоїдна хімія – розділ хімії, який вивчає високодисперсний стан речовини та поверхневі явища на межі поділу фаз. Засновником колоїдної хімії вважають шотландського хіміка Томаса Грема (Thomas Graham), який у 1861 р. назвав колоїдами (з грец. *колла* – клей) досліджені ним речовини (Al_2O_3 , ZnO , Fe_2O_3 , білки, гуміарабік, крохмаль, танін тощо). При виділенні з розчинів вони утворювали не кристали, а драглеподібні аморфні осадки, на противагу кристалоїдам, таким як NaCl або сахароза, що легко кристалізуються в разі насичення або випаровування, а потім знову легко розчиняються

з утворенням прозорих розчинів. Колоїдна хімія є однією із засад нанотехнологій і наноматеріалів, оскільки об'єктом дослідження слугують адсорбційні шари, тонкі плівки, аерозолі, емульсії, суспензії, гелі, метали, сплави тощо. Методи колоїдної хімії зазвичай використовують для виготовлення нанокристалів різноманітних розмірів завдяки вирощуванню в рідкому та нерідкому середовищах.

Colloidal dispersion / колоїдна дисперсія – система, в якій частинки (тверді, рідкі чи газоподібні) нанорозміру дисперсовані в суцільній фазі іншого складу або стану.

Colloidal nanocomposite / колоїдний наноккомпозит – частинки, що є неоднорідними за складом і містять принаймні два несумісних домени.

Colloidal nanoparticles / колоїдні наночастинки – кінетично стабільна суспензія наночастинок у розчині.

Colloidal silver / колоїдне срібло (коларгол) – зеленувато- або синювато-чорні лусочки з металевим блиском, у воді утворюють колоїдний розчин. У 1902 р. німецький хімік Карл Пааль розробив спосіб захисту частинок срібла від злипання шляхом утворення якнайтоншої оболонки з білка альбуміну, який міститься в курячому яйці. Коларгол містить до 70% срібла. Препарат застосовують у вигляді розчинів для промивання гнійних ран, сечового міхура при циститах й уретритах, очей (у вигляді крапель) при кон'юнктивітах. Інколи призначають як мазь у разі бешихових запалень.

Colloidal solution or sol / колоїдний розчин, або золь – суміш твердих частинок (діаметром 1–100 нм) у рідині.

Combinatorial synthesis / комбінаторний синтез – процес отримання великих наборів органічних сполук шляхом комбінації будівних блоків, хімічних сполук.

Comparative molecular field analysis (CoMFA) / порівняльний аналіз молекулярних полів – 3D-QSAR метод визначення ділянок стеричних й електростатичних полів навколо молекули ліганду, які забезпечують інформацією, необхідною для оцінки його фізико-хімічних, фармакологічних і токсикологічних властивостей та біологічної дії.

Composite / композит – багатофазний матеріал, утворений із комбінації матеріалів, які відрізняються за складом та формою і, залишаючись зв'язаними між собою, зберігають свою ідентичність і властивості. Компоненти композитів взаємодіють для поліпшення конкретних характеристик, яких неможливо досягти жодному з вихідних компонентів окремо. До композитів належать: (1) волокнисті (складаються з волокон, зазвичай у матриці), (2) шарові (з шарів матеріалів), (3) частинкові (утворені з частинок чи пластівців, як правило, в матриці) та (4) гібридні (комбінації з перелічених).

Computational chemistry / комп'ютерна хімія – розділ хімії, який також називають квантовою, або обчислювальною хімією, що вивчає процес отримання великих наборів органічних сполук як хімічних речовин. Комп'ютерна хімія використовує різноманітні математичні підходи для кількісного розв'язання рівнянь, а також потребує великих обчислювальних зусиль для реалізації цих методів. За допомогою методів комп'ютерної хімії синтезують велику кількість нових сполук, проводять їх валідацію, за спеціальними програмами визначають прогноз фармакологічної активності.

Computer-assisted drug design (CADD) / комп'ютерний дизайн (розробка) лікарських засобів – використання всіх можливих комп'ютерних технологій для виявлення, дизайну та оптимізації біологічно активних сполук, що входитимуть до лікарських засобів. Це сучасний метод дослідження фармакологічної активності нових хімічних сполук.

Conformation / конформація (з лат. *conformatio* – вигляд, форма, устрій) – різноманітні просторові форми однієї і тієї ж самої молекули з близькими значеннями ентальпії утворення, здатні трансформуватися один в одного за короткий проміжок часу. Конформації молекули виникають із зміною відносної орієнтації її частин у результаті внутрішнього обертання окремих ділянок молекули без розриву хімічних зв'язків. Із конформацією пов'язують вторинну, третинну та четвертинну структуру білків. Від конформації залежить функціональна активність

різних біомолекул: каталітична дія ферментів, транскрипція генів ДНК, кооперативна взаємодія у молекулі гемоглобіну. Скорочення м'язів є також результатом конформаційних змін актину й міозину.

Conformation space / конформаційний простір – тривимірний векторний простір, представлений одиницями тривимірної форми.

Conformational switching / конформаційне перемикання – схема зміни електричних властивостей молекул за допомогою зміни їх геометричної конформації.

Conjugate / кон'югат (парна або сполучена молекула) – молекула, створена шляхом злиття (наприклад, через рекомбінацію) двох різних молекул. Метою цього процесу є створення парної молекули, коли одна виконує певну функцію, наприклад, токсичну (знищення клітин), а друга – іншу функцію, як-от, доставка токсину до конкретного місця в організмі, наприклад, ракових клітин. Утворення парних сполук між кон'югатом і лікарським засобом є одним із шляхів зменшення токсичності медикаментів. До ендогенних кон'югатів належать гліцин, глюкуронова та оцтова кислоти, глутатіон, сульфати тощо.

Cooperativity / кооперативність – підсилення ефектів (структурних, енергетичних і термодинамічних), коли одночасно в системі відіграють істотну роль кілька типів міжмолекулярних взаємодій. Загалом кооперативність підсилюється, коли початкова взаємодія підсилює сприйнятливність системи до наступного процесу розпізнавання.

Coordination / координація – закономірне розташування певних атомно-молекулярних частинок (молекул, іонів тощо) навколо впорядковуючого центру (зазвичай іона) як наслідок їхньої взаємодії.

Core-shell nanoparticles / наночастинки на зразок ядро-оболонка – наноструктурні колоїди, що складаються принаймні з двох фаз, одна з яких – у центрі (ядро), а інша формує концентричний зовнішній шар (оболонку) діаметром від 1 до 100 нм.

Coulomb blockade effect / ефект кулонівської блокади – блокування введення другого заряду до напівпровідника під певним електричним полем у зв'язку зі зміною в ньому електростатичного потенціалу за наявності першого заряду. Введення другого заряду потребує подолання енергії напівпровідника.

Coulomb interaction / кулонівська взаємодія – взаємодія між зарядами двох чи більше електронів, яку можна описати за допомогою прямого інтегралу, що є результатом перекриття двох хвильових функцій, а також обмінного інтегралу, залежного від спінового стану електронів.

C-Reactive protein (CRP) / С-реактивний білок – один із білків гострої фази запалення, найчутливіший і найшвидший індикатор пошкодження тканин внаслідок запалення, некрозу і травм. Відкритий у 1929 р. Освальдом Авері (Oswald Avery), С-реактивний білок є неспецифічним запаленням, «біомаркером» (молекула протеїну), який утворюється у печінці людини як відповідна реакція на деякі бактеріальні інфекції або фізичні травми, що спричинили запалення. Підвищені рівні С-реактивного білка в крові пов'язані зі ступенем ризику захворювання на артеріосклероз, ішемічну хворобу серця (ІХС), а також серцевого нападу та інсульту. Здорові люди зазвичай мають рівень С-реактивного білка в крові менше 3 мг/л. Рівень С-реактивного білка зростає в 1000 разів і більше, коли людина стає інфікованою. Препарати, що містять аспірин і статин (наприклад, правастатин, сімвастатин, аторвастатин та інші), допомагають послабити ступінь запалення та зменшують рівні С-реактивного білка в кровотоці. Вживання ліноленової кислоти сприяє зниженню рівнів С-реактивного білка у кровотоці. Рівні С-реактивного білка в кровотоці також зменшуються, коли люди, які страждають на ожиріння, втрачають вагу. Рівні С-реактивного білка в крові зростають з таких причин: вік (старіння), надмірна повнота (ожиріння), діабет 2-го типу (інсуліно-незалежний цукровий діабет), паління та надмірне вживання алкоголю.

Critical aggregation concentration / критична концентрація агрегації – у змішаних розчинах сурфактантів і полімерів часто відбувається асоціація за концентрації сурфактантів, нижчої від нормальної критичної міцелової концентрації (КМК). До цього зазвичай призводить зв'язування сурфактанта з молекулами полімера. За цієї концентрації спостерігається розрив у нахилі графіка поверхневого натягу як функції концентрації.

Critical coagulation concentration / критична концентрація коагуляції – коли сіль додають до колоїда зі стабільним зарядом, радіус екранування зменшується, та за певної концентрації дисперсія перестає бути стабільною. Концентрація солі, коли частинки перестають бути стабільними та починають агрегуватися, називається критичною концентрацією коагуляції.

Critical micelle concentration / критична міцелова концентрація – концентрація, понад яку сурфактанти утворюють міцели в розчинах. Зміна у властивостях, що відбувається під час формування міцел, характеризується різкими змінами значень багатьох фізичних величин, таких як поверхневий натяг розчину, провідність, мутність, і хімічними зрушеннями, зсувами, спричиненими ядерним магнітним резонансом. Наприклад, ліпосоми у водному розчині самозбираються в міцели або везикули, якщо їхня концентрація є більшою за критичну міцелову концентрацію ліпосом.

Cryochemistry / кріохімія (з грец. *kryos* – мороз, холод) – розділ хімії, який вивчає хімічну активність речовин за низьких і наднизьких температур.

Crystal engineering / кристалоінженерія – стратегія побудови заздалегідь визначених кристалів із бажаними структурами та властивостями, а також дослідження впливу цих наноматеріалів на організм.

Crystal structure / кристалічна структура – для кристалічних матеріалів, у якому атоми або іони розміщуються в просторі; він визначається в термінах геометрії елементарних комірок кристала та розташування атомів у цих комірках.

Crystalline / кристал (з грец. *κρύσταλλος* – лід, гірський кришталь) – стан твердого матеріалу, що характеризується періодичним і повторюваним тривимірним розташуванням атомів, іонів чи молекул, що зумовлює виникнення кристалічної решітки.

Crystallization / кристалізація – процес утворення кристалічної фази з будь-якої некристалічної або іншої кристалічної; дія чи процес формування кристалів або сполук за допомогою елементів чи тверднучих

сполук, коли вони обмежені плоскими поверхнями, симетрично розташовані та є зовнішнім проявом певної внутрішньої структури.

Cubic mesostructure / кубічна мезоструктура – взаємно-безперервна двофазова система, яка може формуватися з щільної упаковки сфер у періодичну структуру/матрицю/антенну ґратку.

Cylindrical-MT potential / циліндричний MT потенціал – одноелектронний потенціал, що є сферично симетричним в атомній області та постійним в інтерстиціальному регіоні аж до циліндричного потенційного бар'єра, який розділяє, наприклад, нанотрубчасті вакуумні області.

Cytokine / цитокін – один із класу типових розчинних протеїнів, що має нанорозміри та підвищує роль факторів зростання, диференціації та активації гематопоетичних клітин. Цитокіни беруть участь у регуляції імунологічних і запальних процесів, можуть сприяти регенерації та регуляції росту нормальної клітини, а також диференціації. Цитокіни виявляють активність за дуже низьких концентрацій. Приклад їх функціонування: цитокіни збуджують ендотеліальні клітини, щоб синтезувати Р-селектини та Е-селектини на внутрішніх поверхнях кровоносних судин. Ці селектини вводять у кровообіг, що спонукає лімфоцити, які проходять поблизу, приліпляться до них, після чого вони залишають кровотік шляхом проникнення між суміжними ендотеліальними клітинами.

Cytoplasm / цитоплазма – протоплазмовий вміст клітини (наприклад, мітохондрії тощо), окрім ядра.

D

Dangling bond / ненасичений (вільний) зв'язок – на межі поділу будь-якої твердої речовини, наприклад, алмазу, деякі зв'язки карбону, що містяться на межі поділу, руйнуються через відсутність карбону (зокрема, на межі поділу), залишаючи карбон з додатковим непарним електроном. Цей непарний електрон може утворити зв'язок із іншим матеріалом, що міститься на межі поділу. Такий тип зв'язку називають насиченим (вільним) зв'язком, на відміну від звичайного ковалентного зв'язку.

Darwinian threshold / поріг Дарвіна – момент, за якого система починає розвиватися шляхом саморегуляції та природного відбору.

Deficiency / недостатність (дефіцит) – недостатність або повна відсутність важливих форм поживних речовин, ферментів чи природних показників (наприклад, температури), необхідних для перебігу фізіологічних процесів та обміну речовин. Така недостатність може запобігати або заважати нормальному розвитку організму, росту, метаболізму речовин чи іншим життєво необхідним процесам.

Dendrimer / дендример – сильно розгалужена органічна молекула з добре визначеною повторюваною структурою. Складається з половинки ядра, оточеного однією чи більше гілками, які отримали назву дендрони. Дендримери використовують для створення наночастинок шляхом поглинання іонів металу в ядрі дендримера і подальшою редукцією. Дендримери синтезували у 90-х роках ХХ ст. Деякі дендримери можуть інкапсулювати певні фармацевтичні препарати і згодом передавати їх у кровообіг людини, коли ті дендримери, які містять ліки, поширюються поверхнею шкіри. Дендримери мають на своїй зовнішній поверхні місця, до яких може «прикріплюватися» геноматеріал (наприклад, гени або інші частинки ДНК). Дендримери, що містять такий геноматеріал, переносять

його в живі клітини. Порівняно з іншими системами доставки препаратів в організмі дендримервмісні системи мають переваги: вони здатні рівномірно розподілятися і тривало перебувати в людському організмі, зокрема в крові, а також характеризуються низькою токсичністю.

Dendrimer cluster agents / дендримерні кластерні агенти (лікарські засоби) – клас терапевтичних речовин, що складається з багатьох дендритичних полімерів, кожен із яких перетворюється для виконання специфічної функції *in vivo*. Кластерні лікарські засоби сконструйовані з використанням властивості дендритичних полімерів самозбиратися.

Dendrimer–metal nanocomposite / нанокмпозит дендример–метал – органічно-неорганічна гібридна структура, яка складається з металевих наночастинок у внутрішній чи зовнішній ділянках дендримера.

Density functional theory / теорія функціонала густини – паралельно з розвитком теорії *ab initio* існували міркування, що властивості молекул можна описати як функцію електронної густини (Hohenberg and Kohn / Хохенберг і Кон, 1964). Теорія функціонала густини є математичним підходом до опису густини електронів із використанням математичних функцій – функціоналів.

Density gradient / градієнт густини – ступінь просторової зміни густини в бінарній суміші.

Deoxyribonucleic acid (DNA) / Deoxy ribonucleic acid (DNA) / дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) – складна органічна сполука, відіграє важливу роль у спадковій передачі ознак та властивостей організму. Хімічні будівельні блоки (молекули), з яких утворюються гени (тобто парні нуклеотидні одиниці, які кодують білки, що їх має виробляти клітина). Кожна спадкована характеристика має свій початок у ДНК-кодіві організму. Код складається з субодиниць – нуклеїнових кислот. Молекула ДНК містить чотири основи (аденін, цитозин, гуанін і тимін) і стрижень із фосфату цукру. Більшість молекул є двоспиральними й антипаралельними, результатом чого стає правобічна спіральна структура, яка утримується разом гідрогенним зв'язком між пурином на одному

ланцюгу і піримідином – на іншому. Молекула ДНК є подвійним нуклеотидним наноланцюгом з періодом 3,4 нм і діаметром 2 нм, вона заряджена негативно, оскільки фосфат у її складі є носієм негативного заряду. ДНК здатна до самокопіювання й синтезу РНК. Послідовність нуклеотидів визначає індивідуальні спадкові характеристики організму.

Dialysis / діаліз (з грец. *dialysis* – розпад, відокремлення) – відокремлення низькомолекулярних сполук від високомолекулярних компонентів у розчині шляхом дифузії через напівпроникну мембрану. Діаліз є методом очищення колоїдних розчинів та розчинів високомолекулярних сполук від низькомолекулярних домішок. Основою діалізу є властивість деяких мембран пропускати лише речовину малої молекулярної маси. Часто використовується як для видалення солей, так і біологічних молекул (наприклад, нікотинамідаденіндинуклеотиду, нуклеотидних фосфатів тощо) з полімерних молекул, таких як білки, ДНК або РНК. Електродіаліз (діаліз в електричному полі) прискорює очищення речовин від електролітів. Діаліз широко використовують у медико-біологічних дослідженнях.

Diastereoisomers / діастереоізомери – чотири варіанти певної хімічної молекули, що складаються з пари стереоізомерів навколо другого асиметричного атома карбону для кожного з двох ізомерів його першого асиметричного атома.

Differential scanning calorimetry (DSC) / диференційна скануюча калориметрія (ДСК) – вимірює кількість енергії (тепла), що виділяється або поглинається зразком, наприклад під час його розігрівання, охолодження або перебування за сталої температури. ДСК також точно вимірює температуру різних матеріалів.

Differentiation / диференціація – процес, у якому клітини одного типу (наприклад, стовбурові, ембріональні стовбурові клітини тощо) перетворюються на різнотипні спеціалізовані клітини.

Dip coating / покриття методом занурення – метод покриття поверхні плівки або утворення тонкої наноплівки, під час якого підкладку

занурюють у розчин, який містить полімер або розчинник, і виймають за відповідної швидкості. Товщина покриття зазвичай зростає з підвищенням швидкості. Тонкий шар утворюється після випаровування розчинника.

Dipolar interaction / дипольна взаємодія – парна взаємодія між об'єктами, що мають ненульові магнітні моменти, через магнітне поле, створюване цими моментами. Енергія взаємодії змінюється як обернений куб відстані між об'єктами.

Directed evolution / спрямований розвиток – процес, за якого відбирають молекули комп'ютерної бази даних. Направлений розвиток використовують у білковій інженерії з метою здійснення конструювання нових білків, їх синтезу, комбінації, модифікації тощо. Багаторазові етапи відбору та копіювання обумовлюють отримання бажаного результату, сприяючи одержанню білків або РНК з певними властивостями, яких не існує в природі.

Disassembler / дизасемблер – кібернетичний прилад нанометричного масштабу, здатний за відповідною програмою відокремлювати атоми від молекул, записуючи при цьому їхнє місце розташування на молекулярному рівні. Пара «асемблер – дизасемблер» може створювати копії різних макрооб'єктів.

Dislocation / дислокація – лінійний дефект, що трапляється в певних напрямках – відхилення атомів від правильного постійного розміщення в кристалічній структурі (решітці).

Dispersion energy / дисперсійна енергія – енергія притягання, яка виникає в результаті флуктуацій розподілу заряду взаємодіючих систем між індукованими диполями. Ці коливання є результатом кореляції руху електронів у системі, що сприяють конфігураціям із нижчою енергією порівняно з конфігураціями з вищою енергією.

DNA hybridization / гібридизація ДНК – утворення здвоєної двосторонньої структури двома комплементарними одинарними ланками ДНК.

DNA microarray / ДНК-мікрочип – мікрочип, виготовлений зазвичай зі скла, силікону або пластику. Він дає можливість аналізувати рівні експресії генів в організмі або порівнювати рівні експресії генів (наприклад, між здоровими та нездоровими тканинами) шляхом гібридизації матричної РНК (мРНК) зі специфічною послідовністю ДНК, коли біологічні зразки, що містять ДНК (наприклад, у рідині) пропускають через поверхню матриці.

ДНК-мікрочип вперше розроблений Патріком Брауном (Patrick Brown) у 1980-х роках. Для виготовлення ДНК-мікрочипів застосовують клітинну мРНК, щоб поділити комплементарну ДНК (кДНК) на сегменти завдовжки приблизно 500–5000 пар основ, з використанням полімеразної ланцюгової реакції зі зворотною транскриптазою (ПЛР-ЗТ). Отримані сегменти кДНК потім прикріплюються до нейлонової або скляної поверхні у певних ділянках.

Ще один спосіб виготовлення ДНК-мікрочипів іншого виду полягає в тому, щоб таким же чином прикріпити олігонуклеотидні чи пептидні нуклеїнові кислоти заданої послідовності (складу) у певних ділянках на нейлонову або скляну поверхню і пропустити біологічний зразок, що містить ДНК (наприклад, у рідині), через цю поверхню, аби визначити ДНК у зразку за допомогою ділянки, з якою вона гібридується (зв'язується).

DNA Probe / ДНК-зонд – генний або генетичний зонд. Короткі, особливі (комплементарні, додаткові до гена-мішені) штучно створені ділянки ДНК, що використовуються для поєднання і виявлення наявності особливих генів (чи коротших ділянок ДНК) у межах хромосоми. Якщо зонд ДНК певного складу і довжини змішається з ділянками ДНК (генами), то від хромосоми зонд прикріпиться до свого аналога в хромосомних ділянках ДНК (генах), створюючи у такий спосіб постійний двонитковий гібрид. Наявність цього, тепер уже «маркованого» зонду, можна визначити візуально або за допомогою іншого приладу. Оскільки склад ДНК-зондів відомий, є можливість швидко дослідити

хромосому, визначаючи ділянки ДНК (тобто гени), які можуть спричинювати генетичні захворювання.

Docking (in computational biology) / стикування (в обчислювальній біології) – використання програмного забезпечення (молекулярна візуалізація) для «створення» і перевірки за допомогою моделювання великої кількості способів, якими конкретна молекула (наприклад, сполука-кандидат на новий лікарський засіб) може взаємодіяти (як ліганд) з молекулами ферменту, рецептора, ДНК тощо.

Domain (of a protein) / білковий домен – дискретна частина послідовності амінокислот, яка є незалежною, стабільною і може самостійно виконувати певну функцію.

Doping / допінг – добавка атомів чи іонів, що контролюють заряд чи встановлюють деякі локальні енергетичні рівні всередині енергетичної щільності в матеріалі.

Drug delivery / (цільова) доставка ліків – прилад чи матеріал, який використовують для активної доставки ліків до цільової клітини, переміщуючись через мембрану клітини, щоб вплинути на конкретну її функцію. Під поняттям «цільова доставка ліків» розуміють сукупність методів, технологій і прийомів модифікації фізико-хімічних, фармакологічних, токсикологічних та фармацевтичних властивостей лікарських засобів з метою підвищення їхньої ефективності та безпечності застосування. Нині цей напрям фармакотерапії є одним з найактивніше досліджуваних у світі. Особливе місце тут посідають розробки лікарських форм із застосуванням нанотехнологій.

Drug nanocrystal / нанокристалеві ліки – частинки діаметром від 0,5–10 нм до 1000 нм, утворені з чистого лікарського препарату без будь-якого матричного матеріалу. Наночастинки ліків можуть бути повністю кристалізованими за своєю природою, частково кристалізованими чи аморфними, отриманими за технологіями «знизу–догори» чи «згори–донизу».

Drug nanosuspension / лікарська наносуспензія – наносуспензія, яка складається з нанокристалів лікарських препаратів.

Dual action drug / лікарський засіб подвійної дії – сполука, яка поєднує дві різні фармакологічні дії в єдиній ефективній дозі.

Dynamic light scattering (DLS) / динамічне розсіювання світла (ДРС) – метод обчислення розмірів наночастинок вимірюванням коливань (флуктуацій) світла, розсіюваного досліджуваним зразком. Застосовують для визначення гранулометричного складу колоїдних частинок розміром від 3 нм до 5 μm . Розсіюване світло використовують і для вимірювання швидкості дифузії досліджуваних частинок. Цей метод відомий як фотон-кореляційна спектроскопія (photon correlation spectroscopy) чи квазіпружне розсіювання світла (quasi-elastic light scattering).

Е

Effective concentration / ефективна концентрація – відношення постійної рівноваги внутрішньомолекулярної взаємодії між двома частинами молекули до постійної рівноваги міжмолекулярної взаємодії за інших рівних умов; якщо вони розташовані в належній близькості й орієнтації, внутрішньомолекулярні групи характеризуються ефективною концентрацією, яка набагато вища за звичайну концентрацію. Ефективна концентрація має суттєве значення для забезпечення ефективності лікарського засобу.

Effector / ефектор – клас (зазвичай невеликих) молекул, який регулює діяльність конкретної білкової молекули (наприклад, ферменту) шляхом взаємодії з певними ділянками білка або тканини організму. Контролювати існуючі молекули ферменту можна поєднанням ефектора з ферментом. Ефекторні молекули можуть фізично блокувати активний центр на молекулі ферменту або змінювати її тривимірну конформацію.

Electric double layer / електричний подвійний шар – сумарний заряд на поверхні частинок, що впливає на розподіл іонів у навколишньому міжфазному просторі, внаслідок чого підвищується концентрація протиіонів (іонів протилежного заряду тому, який має частинка) поблизу поверхні.

Electrical conductor / провідник – матеріал, в якому валентна зона та зона провідності збігаються в такий спосіб, що значна частина електронів займає незв'язані стани з хвильовими функціями, які розповсюджуються по всьому матеріалу. Електрони з найвищою енергією цих станів можуть занадто легко переміщуватися до інших станів, щоб перенести електричний заряд. Однак вони мають мінімальну швидкість, названу швидкістю Фермі. Проводять електричний струм електроліти, плазма, вуглецеві нанотрубки.

Electrochemical biosensor / електрохімічний біосенсор – біосенсор, який генерує електричний сигнал за наявності відповідного аналіту. Сигнал, як правило, вимірюється й кількісно визначається за допомогою електрохімічного елемента.

Electrochemical etching / електрохімічне гравірування – процес гравірування плівки, в якому електричні напівпровідникові матеріали гравіруються докладанням зовнішньої напруги. Темп гравірування та селективність можуть контролюватися потенціалом чи густиною струму. За відсутності електричного джерела електрохімічне гравірування можливе в результаті генерації потенціалу, наприклад, від золота, що контактує як з матеріалом, так і з гравірувальним елементом.

Electrochemical nanoelectrode (NE) / електрохімічний наноелектрод – будь-який електрод, характеристики якого за певних умов експерименту є порівняні або менші, ніж товщина дифузійного шару. За цих умов досягається псевдостійкий стан або стійкий стан. Застосовують наноелектрод для вивчення властивостей наноматеріалів.

Electrochemical nanoprobe / електрохімічний нанозонд – подібний до наноелектрода; використовується в мікроскопії, але також поширений в біомедицині та біоелектрохімії.

Electrode / електрод – провідник електрики, яким підводять електричний струм до рідин, газів тощо. Електроди – це дві електропровідні частини гальванічного елемента. Позитивний електрод називають анодом, негативний – катодом. Однією із характеристик гальванічних, металевих, окисних електродів або електричних провідників, які контактують з іонним провідником (електролітом – розчином чи розплавом), є електродний потенціал, що встановлюється на межі електрод / електроліт.

Electroluminescence / електролюмінесценція – випромінювання світла з розжарених, напівпровідних матеріалів у результаті прямого (нетеплового) збудження електричного струму. Різновид люмінесценції, свічення газів під час проходження через них електричного струму, а також свічення кристалів під дією електричного поля.

Electrolysis / електроліз – розклад речовин різної хімічної структури (води, кислот, лугів, солей тощо) через окиснення та відновлення на електродах (електроліз води дає кисень і гідроген), що зазвичай здійснюється постійним електричним струмом. Застосовується для одержання багатьох речовин, нанесення покриттів, відтворення форми предметів, а також у хімічному аналізі. Електрохімічні реакції, які відбуваються під дією електричного струму на електродах у розчинах і розплавах, а також у твердих електролітах.

Electrolyte / електроліт – 1) розчин розпавленої солі чи тверде тіло, що містить рухливі іони. Ця провідність іонів має бути якомога вищою і водночас слугувати електронним ізолятором; 2) хімічна сполука (сіль, кислота або основа), яка розпадається на електрично заряджені іони в процесі розчинення в розчиннику. В результаті отримують електроліт – іонний провідник, тобто провідник другого роду.

Електролітами можуть бути речовини, в яких носіями електрики є позитивні та негативні іони. Електроліти – це системи, що в рідкому або твердому стані мають іонну проникність.

Electron / електрон – найлегша з елементарних частинок, негативний заряд якої становить $1,6 \times 10^{-19}$ К, вага – $9,1 \times 10^{-28}$ г.

Electron beam lithography / електронно-променева літографія – 1) метод виготовлення виробів мікро- та нанорозмірів, де візерунок на полімерному шарі (резист) зазнає впливу електронного опромінювання. У лабораторіях дія електронів досліджується із застосуванням модифікованого скануючого електронного мікроскопа; 2) стандартний процес для створення наноструктур. Роздільна здатність загалом набагато вища, ніж під час оптичної літографії, та значно менша за 100 нм. Формування структури досягається високоенергетичним електронним струменем, спрямованим на тонкий шар захисного покриття (резисту), хімічно чутливого до електронного променя. Надалі опірний шар занурюється у відповідний розчин, де частина, яка зазнає впливу, або інша частина, що не зазнала цього впливу, вибірково розчиняється.

Electron-beam vapor deposition / електронно-променеве випаровування у вакуумі – технологія отримання наночастинок, яку, на відміну від інших методів вакуумного випаровування – термічного та іонно-плазмового, можна охарактеризувати як універсальну, технологічно гнучку, продуктивну й економічну, оскільки електронний промінь – одне з найефективніших джерел нагрівання. Під час зіткнення електрона з поверхнею твердого тіла його кінетична енергія витрачається на збудження рентгенівського випромінювання, вторинної емісії і нагрівання. Максимальні швидкості випаровування зливків з тигля діаметром 70 мм, наприклад, дорівнюють: залізо – 3,0 кг/год, сплави нікелю 1,5 кг/год, графіт – 1,0 кг/год, оксид цирконію – 0,8 кг/год. Питома вага електроенергії для зазначених матеріалів коливається в інтервалі 15–40 кВт-кг/год. Швидкість конденсації парового потоку на плоскій стаціонарній поверхні, розташованій над ванною на відстані 300 мм, може досягати 30–50 мкм/хв для металів і сплавів і 15–20 мкм/хв – для керамік (оксидів, карбідів, боридів).

Electron density / густина електронів – імовірність виявлення електрона в наносистемах (молекулярному чи міжмолекулярному комплексі) у певному місці в просторі. Густина електронів визначається квадратом модуля хвильової функції електронів.

Electron energy loss spectroscopy (EELS) / спектроскопія втрати енергії електронами (СВЕЕ) – аналіз непружно розсіяних електронів, що містяться у промені ТЕМ (тунельного електронного мікроскопа) після того, як промінь пропустили крізь зразок. Спектр використовують для отримання інформації про хімічний склад й електронну структуру зразка молекули, атома.

Electron microscopy (EM) / електронна мікроскопія – метод для збільшення надмалих наноструктур та спостереження за ними. Електронний мікроскоп використовує електронні промені замість світлових, що сприяє збільшенню зображення вірусів, бактерій, молекул тощо у понад 10^6 разів.

Electron paramagnetic resonance (EPR) / електронний парамагнітний резонанс (ЕПР) – фізичне явище, основною ознакою якого є поглинання електромагнітних хвиль речовиною, вміщеною у зовнішнє магнітне поле. Поглинання відбувається за рахунок переселення електронів на вищі енергетичні рівні, що виникають у процесі взаємодії електронних спінів із зовнішнім магнітним полем.

Electron spin resonance (ESR) / електронний спіновий резонанс – метод, принцип якого полягає у вимірюванні реакції неспарених електронів, розміщених у магнітному полі наноречовин.

Electronegativity / електронегативність – тенденція атома притягувати електронну пару, яка є спільною (розділеною) з іншим атомом у хімічному зв'язку.

Electronic structure method / метод електронної структури – використовує закони квантової механіки, а не класичної фізики – як основи для розрахунків. У квантовій механіці стверджується, що енергію та інші відповідні властивості молекул можна визначити шляхом розв'язання рівняння Шредингера ($H\psi = E\psi$, де H – оператор Гамільтона, E – енергія частинки, ψ – хвильова функція). Тепер існують три основні класи методів електронної структури: напівемпіричний, метод *ab initio*, метод функціонала густини.

Electronics / електроніка – наука про електронні та іонні процеси у вакуумі, газах і напівпровідниках; галузь техніки, яка займається розробкою, виробництвом і застосуванням електронних та іонних приладів.

Electrophoresis / електрофорез – метод сепарації молекул на основі роздільного руху заряджених частинок через матрицю за наявності електричного поля. Цей термін зазвичай застосовують до великих колоїдних частинок, диспергованих у воді.

Emulsion / емульсія – колоїдна дисперсія однієї рідини в іншій (зазвичай в олії та воді). Емульсія часто «стабілізується» за допомогою сурфактантів чи полімерів; необхідною умовою її утворення є нерозчинність рідин одна в одній. Емульсії, як правило, не дуже стабільні,

але можуть бути метастабільними; це відрізняє їх від мікроемульсій. У природі прикладом емульсії є сік рослин, молоко тощо. У наномедицині емульсії використовуються для підвищення ефективності та безпечності доставки лікарських засобів до осередку патологічного процесу; а також для внутрішнього, зовнішнього, ін'єкційного застосування. Дисперсійним середовищем в емульсії є вода, дисперсійною фазою – нерозчинні у воді рідини (жирні та ефірні олії, бальзами). Лікарські засоби у вигляді емульсій значною мірою прискорюють свою дію на організм, що пояснюється величиною вільної поверхні роздробленої речовини, яка підвищує її взаємодію із тканинами. Роздробленість речовини сприяє її адсорбуючим властивостям.

Endohedral C₆₀ / ендоедральний C₆₀ – новий, заснований на C₆₀ комплекс, де молекула фулерена інкапсульована атомом(ами) або деякими малими молекулами у внутрішньому заглибленні простору карбонової клітки. Ці види молекул зазвичай пишуться як M@C₆₀; M – внутрішній (ендоедральний) вид.

Energy dispersive X-ray spectroscopy / енергетично-дисперсійна рентгенівська спектроскопія – електронно-променеви́й мікроаналіз, заснований на збудженні (намагніченні) характерних рентгенівських променів, які визначають присутній елемент (атомне число >3) й інтенсивність якого є пропорційною відносній кількості досліджуваного елемента. Здебільшого використовують у поєднанні з електронним мікроскопом і дає змогу вимірювати відносні концентрації окремих елементів у зразку досліджуваної речовини.

Energy transfer / передача енергії – між напівпровідниками у зонному стані і локалізованими d- або f-оболонками інкорпорованих магнітних іонів. Ці процеси передачі енергії у широкозонних розріджених магнітних напівпровідниках, таких як ZnS:Mn, можуть спричинити швидке гасіння опромінення в забороненій енергетичній зоні на користь внутрішнього опромінення d- або f-оболонки.

Enzyme / фермент – органічний білок-каталізатор, що сам не використовується в реакції. Фермент природним чином виробляється

живими клітинами для активізації біохімічних реакцій. Кожен фермент є дуже специфічним щодо типу хімічної реакції і каналізує конкретні процеси в організмі. Ферменти можуть містити від одного до кількох поліпептидних ланцюгів. Кожен із ферментів має один або більше активних центрів, які визначають специфічність реакції, що каталізується цим ферментом. Крім активного центру, у деяких ферментів є алостеричний центр, який регулює роботу активного центру. Хоча всі ферменти є білками, вони можуть містити і, як правило, містять додаткові небілкові компоненти, так звані коферменти, необхідні для каталітичної активності (наприклад, вітаміни).

Enzyme activated delivery (EAD) / активована ферментами доставка ліків (АФДЛ) – пролікарська стратегія, яка передбачає перенесення ліків у ліпосомах, що стають імунологічно співставимими з клітинними мембранами (отже, доставляють фармакологічно корисний вантаж) під впливом ферментів клітинних мембран у певних цільових місцях.

Epimers / епімери – два стереоізомери, що відрізняються конфігурацією.

Equivalent series resistance / еквівалентний послідовний опір – один резистор, що притягує такий самий струм, як і поєднання конститuentних резисторів. Еквівалентний послідовний опір є параметром конденсатора, що здатний із часом змінюватися. Він являє собою сумарний активний опір між точкою контакту та еквівалентною місткістю і відіграє важливу роль у використанні приладу в складі імпульсних блоків живлення.

Exchange interaction / обмінна взаємодія – взаємодія спінів двох електронів (або магнітних наночастинок) через суперпозицію хвильових функцій спінів і застосування принципу Паулі. Першоджерелом є кулонівська взаємодія, різна для просторово симетричних і несиметричних хвильових функцій. Оскільки загальна хвильова функція ферміонів, наприклад електронів, має бути асиметричною, різниця в кулонівській енергії перетворюється безпосередньо в різницю в енергії

(так звана обмінна енергія) між паралельними та антипаралельними орієнтаціями двох спінів. Обмінна взаємодія короткодіюча і часто апроксимується взаємодією найближчих частинок.

Excision / вирізання – відрізання ферментами шматка пошкоджених або дефективних ДНК. Пошкоджені ДНК можуть утворюватися за наявності димера тиміну, що дезактивує певну частину ДНК. Ділянка димера вирізається і потім оновлюється.

Exciton / екситон – елементарне збудження (квазічастинки) електронних станів у напівпровідниках. Екситон складається з електрона і дірки, об'єднаних кулонівською взаємодією. Як і в загальних дослідженнях двочастинкових систем, хвильову функцію екситону можна розділити на дві частини: внутрішній (відносний) рух електрона і дірки та поступальний рух комбінованої частинки. У більшості напівпровідників внутрішній рух екситону спричинює ряд дискретних смуг поглинання, схожих на атом гідрогену. Цей тип екситону названо Ваннірним екситоном (Wannier exciton), а ряди смуг поглинання – Ваннірні (Wannier) ряди екситону (або Rydberg). Також розрізняють екситони Ваньє–Мотта (Wannier–Mott excitons), які мають великі розміри, й низьку енергію, та екситони Френкеля (Frenkel excitons) – менших розмірів і вищої енергії. Френкель в 1931 р. уперше надав визначення екситону. Однак уявлення про екситон великого радіусу ґрунтується на теоретичній роботі Ваньє, а остаточно воно сформульоване в працях Мотта, тому така квазічастинка отримала назву екситону Ваньє–Мотта.

Exohedral C₆₀ / екзоедральний C₆₀ – новий комплекс, заснований на фулерені C₆₀, в якому молекула фулерена адсорбується атомами екзоедрала (зазвичай атомами металів, включаючи лужні, лужноземельні та перехідні метали) і формує пароподібну фазу стійких сполук.

«Explosion» method / метод «вибуху» – техніка введення генів у клітину, коли ген (генетичний матеріал) спрямовується до клітини силою вибуху (випаровування) краплі води (до якої додано ген і частинки золота). Це досягається застосуванням високої електричної напруги до краплі води, що випаровується з вибухом, вистрілюючи «заряд» (частинки

золота) та генетичний матеріал через клітинну мембрану. Клітина потім лікує себе (закриває дірку, через яку проник ген), включає його у свою структуру і виробляє будь-який продукт (наприклад, білок), що кодується цим геном.

Extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) / дальня тонка структура рентгенівського спектра поглинання (ДТСРСП) – виміри структури рентгенівського поглинання варіюють до 1000 eV (електрон-вольт) за межею смуги поглинання для того, щоб отримати інформацію про довжину зв'язку, координаційну кількість (число атомів) і структурну неупорядкованість.

Extracellular matrix (ECM) / екстрацелюлярний (позаклітинний) матрикс – білки (такі як колаген) і вуглеводи, що їх «ховають» клітини, щоб утворити матрикс кісткової тканини, підпорядкований просторовим і часовим рівням організації, які охоплюють декілька порядків величин – від нанометрів до сантиметрів. Позаклітинний матрикс виконує різні функції, серед основних – структурна підтримка під час формування тканин та міграції клітин.

F

Far nanoscale / **дальній наноскейл** – діапазон значень амплітуди між 0,032 та 1 нм. Порівняйте з: *ближній наноскейл*.

Faradic redox process / **фарадичний окиснювально-відновний процес** – окиснювально-відновні реакції, які відбуваються під час хімічної взаємодії речовин. Суттєвою особливістю є те, що одночасні окиснювально-відновні реакції просторово розділені.

Fermi field / **поле Фермі** – електрони, будучи ферміонами, відповідають принципу Паулі (два електрони не можуть займати той самий енергетичний рівень одночасно), і тому, з урахуванням набору доступних енергетичних рівнів, електрони «заповнюватимуть» вільні енергетичні рівні – від мінімальної до максимальної енергії. Сукупність цих електронів називають «полем Фермі». Поверхня поля Фермі отримала назву «поверхні Фермі». Всі процеси, такі як перехід електронів і дірок на нові енергетичні рівні, відбуваються біля поверхні Фермі, оскільки електрони, розміщені глибше, не мають поблизу доступних енергетичних рівнів.

Fermi level / **рівень Фермі** – енергетичний рівень у твердому тілі, ймовірність заповнення якого становить 1/2, наприклад, де значення функції розподілу Фермі–Дірака для електронів – 1/2. Значення рівня Фермі за абсолютного нуля називають енергією Фермі, і це константа для будь-якого твердого тіла. Рівень Фермі змінюється, коли температура підвищується й електрони додаються або вилучаються з твердого тіла.

Fermi velocity / **швидкість Фермі** – середня швидкість електронів з енергією, достатньою, щоб бути на рівні Фермі.

Fermi wavelength / **довжина хвилі Фермі** – дебройлівська довжина хвилі електрона, що рухається зі швидкістю Фермі.

Ferrobacteria / ферробактерія – також називають залізобактерією. Це група бактерій, що окиснюють залізо як джерело енергії. Окиснене залізо у вигляді $\text{Fe}(\text{OH})_3$ спрямовується у навколишнє середовище шляхом виділення з бактерії. Енергія, отримана внаслідок цих реакцій, використовується для підтримки процесів, під час яких виробляються основні речовини, необхідні бактерії. Ці бактерії зазвичай трапляються у фільтраційних водах у місцях видобування вугілля і заліза. Залізобактерії не є патогенними, вони важливі акцептори, очисники, антиоксиданти. Іноді вони створюють незручності, оскільки, розмножуючись в залізних водопровідних трубах, зупиняють потік води. Залізобактерії активні протягом тривалого геологічного періоду. Так, великий пласт Mesabi заліза (руди) в районі озера Верхнє вважається продуктом діяльності залізобактерій.

Ferroelectric / фероелектрик – вид електричної фази в кристалі, де центри позитивних і негативних зарядів не збігаються навіть без накладання зовнішнього електричного поля. У цьому разі існує спонтанна поляризація; вектор поляризації може змінити напрямок під впливом електричного поля.

Ferrofluid / ферофлюїд – колоїдні ферромагнітні наночастинки. Ферофлюїд є магнітною рідиною, що містить компоненти, характеристики яких визначають його властивості: тверда магнітна фаза, дисперсійне середовище, стабілізатор. Для отримання ферофлюїдів магнітні частинки необхідного розміру потрібно стабілізувати в рідкому середовищі.

Ferromagnetic resonance (FMR) / ферромагнітний резонанс (ФМР) – техніка, що застосовується для вивчення анізотропії. Це досягається використанням великого насиченого поля водночас із малим змінним (маятниковим) магнітним полем, перпендикулярним до насиченого поля, що спричиняє прецесію магнітних моментів у шаблоні. Зазвичай, вимірюється динамічна сприйнятливість як функція сили й орієнтації поля.

Ferromagnetism / ферромагнетизм – явище, притаманне матеріалам (ферромагнетикам), які характеризуються спонтанною намагніченістю завдяки паралельному розташуванню магнітних моментів атомів.

Film adhesion / адгезія плівки – важлива властивість, яку слід брати до уваги під час синтезу наноплівки. Через недостатню адгезію щойно нанесені плівки можуть у деяких місцях від'єднуватися від поверхні або навіть розшаровуватися.

Film deposition / осадження плівки – вид плівкоутворення, коли новий шар наноситься на поверхню попереднього шару речовини.

Film etching / гравірування плівки – процес перенесення малюнка з одного шару на інший. Це один із базових методів мікрообробки та нанообробки.

Film formation / плівкоутворення – сукупність прийомів для утворення шару на верхівці чи в середині підкладки. Один із базових методів у процесі мікрообробки та нанотехнологій.

Film growing / нарощування плівки – вид плівкоутворення, в якому матеріал поверхні підкладки використовується під час формування шару з різними властивостями.

Film-MT potential / плівковий MT-потенціал – термін, що пояснює явище, коли одноелектронний потенціал є сферично симетричним в атомній ділянці та постійним в інтерстиціальному регіоні аж до плоского потенціального бар'єра, який відокремлює плівку від вакууму.

Film step coverage / поетапне покриття плівки – співвідношення топографії поверхні нанесеної або нарощеної плівки з попередніми нерівномірностями підкладки.

Film stress / напруга плівки – виникнення напруги під час утворення плівки, яка може сильно впливати на фізичну цілісність, довготривалу стабільність і призводити до ушкоджень: тріскання, поява пухирців та втрата адгезії (розшарування або відшарування), проблеми з формою (вигин, стискування, прокручення), а також знизити надійність – утворення порожнин і тривалі зміни у властивостях матеріалу через повільну зміну характеристик.

Film uniformity / однорідність плівки – глобальна властивість плівки, що стосується змін інших властивостей плівки вздовж поверхні підкладки.

Filtration (ultra, nano, micro) / фільтрація (ультра, нано, мікро) – відбіркве проникнення будь-якого типу молекул, бактерій, мікроорганізмів або наночастинок речовини через перетинку, зазвичай тонку мембрану, використовуючи її властивості, такі як різниця гідростатичного тиску з обох боків мембрани. Проникнення ґрунтується на відборі за розміром, але більш специфічно – на відмінностях в афінності (спорідненості) з різними молекулами.

Flagella / джгутик – гнучкий, схожий на батіг орган пересування деяких мікроорганізмів на основі білків, за допомогою якого вони можуть плавати. Джгутиків зазвичай один або два на клітину і вони досить довгі.

Flavonoids / флавоноїди – категорія фітохіматів, зазвичай корисних для здоров'я людей (наприклад, для зниження рівня холестерину в крові). Сотні флавоноїдів природним чином виробляються рослинами, які є звичними продуктами харчування людини. Наприклад, тризофлавонони (генистеїн, даїдзеїн і гліцитеїн), що містяться в насінні соєвої рослини (*Glycine max* (L.) Merrill), є корисними флавоноїдами. Кава, чай і шоколадні продукти містять низку антиоксидантних флавоноїдів (тобто поліфенолів). Оскільки окиснення ліпідів (наприклад, ліпопротеїни низької густини) в крові є першим кроком у розвитку такої хвороби, як атеросклероз, споживання великої кількості кави може допомогти запобігти цьому. Дослідження, здійснені Джоєм Вінсоном (Joe Vinson) в 1999 р. засвідчили, що надмірне споживання кави знижує окиснення ліпідів у крові на 30%. Журавлина (*Vaccinium macrocarpon*) також містять низку антиоксидантних флавоноїдів, регулярне її споживання у великій кількості, як підтвердили дослідження, може запобігати розвитку раку молочної залози. Флавоноїди чорниці та брусниці (*Vaccinium ashei*, *Vaccinium corymbosum* тощо), якщо споживати ці ягоди регулярно і у великій кількості, допомагають запобігти інфекції сечовивідних шляхів, зміцнити зір, поліпшити пам'ять, блокують деякі види раку, а також

гальмують певні процеси старіння. Інші підкатегорії флавоноїдів – це флавони, флавоноли, аврони, халкони тощо.

Flocculation / флокуляція – колоїди вважаються флокульованими, коли окремі частинки сполучаються для формування кластерів. Це відбувається, якщо відштовхувальний потенціал, що забезпечує стабільність у дисперсії, стає меншим, ніж сила притягання. Критична концентрація флокуляції і температура – параметри, за підвищення значень яких окремі частинки сполучаються, щоб утворити кластери.

Fluorescence / флуоресценція – випромінювання світла речовиною після поглинання світлової енергії, як правило, з коротшою довжиною хвилі. Коли джерело падаючого світла збуджує електрони речовини, вони переходять на більш збуджені рівні. Якщо електрони повертаються до основного рівня, енергія вивільнюється у вигляді фотонів.

Fluorescence anisotropy / анізотропія флуоресценції – величина середнього кутового зміщення флуорофору, що відбувається між поглинанням і подальшою емісією світла за рахунок флуоресценції. Кутове зміщення залежить від швидкості та протяжності ротаційної дифузії світла.

Fluorescence resonance energy transfer (FRET) / резонансна передача енергії флуоресценції (РПЕФ) – безрадіаційна передача енергії збудження від донора до акцептора. Коли ця передача триває, флуоресценція донора зменшується.

Акцептор може бути або не бути флуоресцентним. Якщо акцептор флуоресцентний, емісія походить від акцептора, а не донора. РПЕФ – взаємодія, яка відбувається на відстані 1–10 нм.

Fluorophore / флуорофор – будь-яка флуоресцентна речовина.

Focused ion beam / сфокусований іонний промінь – метод високовакуумної мікро- та нанообробки, який широко застосовують у матеріалознавстві для напилення матеріалів. Він ґрунтується на використанні іонів рідких металів (a liquid metal ion source (LMIS)), що слугують джерелом для утворення оптично яскравого променя іонів, які прискорюють і фокусують промінь, іонізують поверхню, створюючи бажану форму. В такий спосіб відбувається імплантація та напилення мішені іонами.

Footprinting / футпринтинг – точне визначення, де саме на молекулі ДНК певні білки безпосередньо зв'язуються з молекулою. Деякі види ліків діють шляхом щільної інтенсивної взаємодії з молекулами ДНК у конкретних місцях (наприклад, для припинення росту ракових клітин).

Fractal / фрактал – система, яка є однаковою на всіх масштабах довжини і розмірність якої має нецільнотислові значення. У широкому розумінні фрактал означає фігуру, частинки якої в довільному збільшенні подібні до неї самої. У матеріалах, похідних від кремнезему, фрактальні структури відносять до випадкових формувань поліфункціональних мономерів.

Free radical / вільний радикал – молекула або атом, що містить неспарений електрон, але не є ані позитивно, ані негативно зарядженим. Вільні радикали зазвичай високореактивні та нестабільні й утворюються гомолітичним роздрібненням ковалентного зв'язку.

Fullerene / фулерен (C_{60}) – див.: *Buckminsterfullerene / Бакмінстерфулерен*.

Fullerene dimers / димери фулерена – похідні фулерена, які містять дві фулеренні сфери на кожну молекулу.

Fullerene macrocycles / макроцикли фулерена – сполуки, отримані ковалентним або іншим зв'язком макроциклічних сполук, таких як: каліксарени, катенан, краун-ефіри, циклофан, циклотривератрилен, фталоціанин тощо, з фулеренами.

Fullerene superconductivity / надпровідність фулерена – деякі види металевих легованих C_{60} сполук мають надпровідність. Система M_3C_{60} (M – лужний метал) є найбільш вивченою з них. Найвища критична температура, виявлена в M_3C_{60} , становить приблизно 30 Кельвінів Rb_3C_{60} . Вважається, що M_3C_{60} – це s-хвильові, БКШ-подібні надпровідники (Теорія БКШ – теорія Бардіна, Купера, Шриффера).

Fullerite / фулерит – форма твердого стану фулерена, означає твердий стан C_{60} . Зазвичай формує чорні порошки або чорно-коричневі кристали.

Functional group / функціональна група – молекула або частина молекули, що реагує з іншими молекулами. Наприклад, білки хеджехог (їжакоподібні білки) мають спочатку ввібрати молекули холестерину, перш ніж вони зможуть виконувати свої завдання спрямування або контролю диференціювання тканин (у різні органи, кінцівки тощо) в ембріональний період.

Functionalized carbon nanotubes / функціоналізовані вуглецеві нанотрубки – такі нанотрубки, до зовнішніх стін яких приєднують різні хімічні групи, що виконують певні функції.

Fusion protein / гібридний білок – білок, який складається з усіх або частини амінокислотних послідовностей (відомих як «домени») з двох або більше білків.

G

Gallium arsenide (GaAs) nanodevices / наноприлади на основі арсеніду галію (GaAs) – електронні та оптоелектронні прилади у вигляді квантових ям, квантових дротиків та квантових точок, вирощені на напівізолюючому субстраті GaAs; сполуки GaAs виступають у ролі активного середовища.

Galvanostatic intermittent titration technique (GITT) / метод гальваностатичного титрування в періодичному режимі – електрохімічний метод, який передбачає застосування до електрода постійного струму протягом короткого проміжку часу, після чого струм вимикається і вимірюється зміна потенціалу електрода. Цю операцію можна повторювати стільки разів, скільки необхідно, іншими словами, це покрокова постійна процедура підзарядки чи розрядки.

Gated transport (of a protein) / транспорт (білка), контрольований брамою – один із трьох засобів, якими білкова молекула може пройти між відсіками в еукаріотних клітинах. «Стіна» (мембрана) відсіка має «сенсор» (рецептор), що виявляє наявність правильного білка (після того, як він був синтезований у рибосомах клітини) і відкриває «браму» (пору) в мембрані, дозволяючи цьому білку перейти до іншого відсіку.

Gaussian beam / промінь Гаусса – найнижча дивергенція, найменший радіус лазерного променя, можливий для певного осцилятора, що створюється, коли лазер працює в режимі TEM₀₀-хвиль. Нульовими, або параксіальними, променями називають промені, що лежать нескінченно близько до оптичної осі центрованої оптичної системи або під дуже малими кутами до неї, і що утворюють на усіх оптичних поверхнях нескінченно малі кути падіння і заломлення.

Gel / гель – дисперсія крапель рідини (з діаметром 1–100 нм) у твердому тілі.

Gel filtration / гель-фільтрація – відома як ексклюзивна хроматографія. Ефективний метод для розділення молекул (наприклад, пептидних сумішей) на основі розміру. Це досягається пропусканням розчину молекул, що підлягає розділенню, через колонку з полімеризованою похідною вуглеводів, яка містить крихітні отвори. Отвори мають такий розмір, що деякі з менших молекул дифундують крізь них і таким чином затримуються, а більші молекули не можуть пройти крізь отвори і зупиняються.

Gene / ген (з грец. *genos* – рід, походження) – природний матеріальний носій, одиниця спадкового матеріалу, що є фізичною основою передачі ознак та особливостей живих організмів від одного покоління до іншого. Основний генетичний матеріал, власне, однаковий у всіх живих організмах: він складається з ланцюгоподібних молекул нуклеїнових кислот – дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК), характерної для більшості організмів, і рибонуклеїнової (РНК), що є у певних видів вірусів – і зазвичай має лінійне розташування, утворюючи (частково) хромосому. Ген – це також частина ДНК, що бере участь у формуванні поліпептидного ланцюга. Він містить попередні і наступні кодуєчі ділянки (гена) (домінант і трейлер), а також проміжні послідовності (інтрони) між окремими зонами кодування (екзонами).

Gene delivery / доставка генів – матеріал, який доставляє ДНК або РНК до клітин, тканин або організмів, щоб вивчити регулювання та функціонування генів і протеїнів.

Безпечні та ефективні системи перенесення генів необхідні в генній терапії, оскільки використовуються для подолання різних генетичних хвороб, вірусних інфекцій та серцево-судинних порушень. Останніми десятиліттями розроблено чимало методів перенесення генів для різних типів клітин і тканин – від бактерій до ссавців. Загалом ці методи можна поділити на дві категорії: вірусні та невірусні (наприклад, органічні

катіонні сполуки, рекомбінантні білки та неорганічні наночастинки). Для використання *in vivo* або *ex vivo/in vitro* було представлено різні вірусні та невірусні вектори для перенесення генів. Вірусні вектори є предметом широких досліджень завдяки їхній високій трансфекційній ефективності. Однак сфера їхнього застосування обмежена, оскільки вони зазвичай потребують складних процедур трансфекції *in vitro* та, за результатами досліджень, продемонстрували низький рівень безпеки у разі використання *in vivo*. Таким чином, невірусні системи перенесення мали розв'язати ці проблеми та усунути перепони, пов'язані з реакцією імунної системи, токсичністю, хромосомною інтеграцією і терміном зберігання, закоротким для вірусних векторних систем.

Серед цих невірусних переносників генів нанорозмірні частинки SiO₂ привертають особливу увагу завдяки низькій цитотоксичності, високій трансфекційній ефективності, універсальності (в розрізі властивостей і можливих типів модифікацій), необмеженому розміру плазміди, довшому терміну зберігання та можливості повторного використання.

Доставка спадкової інформації в ядро клітин є складним процесом, який починається з упаковки генів у вектори, їх доставкою до клітин й завершується введенням генів у ядро клітин. Розрізняють вірусні вектори, такі як аденовірусні, та невірусні вектори, серед яких ліпосоми, дендримери, ДНК-ліпідні комплекси тощо. Введення генів за допомогою ретровірусних векторів (збудників інфекції) у відібрані клітини організму здійснюється з метою отримання таких результатів:

➤ змусити такі клітини виробляти конкретні терапевтичні агенти (наприклад, гормон росту у тварин, фактор VIII у хворих на гемофілію, інсулін у діабетиків тощо). Потенційний спосіб лікування деяких генетичних захворювань полягає в тому, що введений ген вироблятиме білок та/або фермент, який відсутній в організмі через пошкоджений ген, що спричиняє генетичну хворобу. Відомо близько 4000 генетичних захворювань. Прикладами таких захворювань є муковісцидоз (фіброзно-кістозна дегенерація), серпоподібноклітинна анемія (пов'язана з

наявністю гемоглобіну S), анемія Геррика, анемія серпоподібного еритроцита, хвороба Хантінгтона, фенілкетонурія (ФКУ), хвороба Тея-Сакса, дефіцит АДА (ферменту аденозиндезаміназу) і таласемія;

➤ зумовити вироблення клітинами особливих сполук (наприклад, інтерлейкін-12), зміцнюючи імунну систему організму щодо стійкості проти окремих хвороб (наприклад, меланоми);

➤ підвищити чутливість клітин до традиційного лікувального (терапевтичного) агента, який був неефективним за певних умов чи захворювань (наприклад, введення симплекс-тримідинкіназного (HS-tK) гена герпесу в клітини пухлини мозку, щоб зробити ці клітини пухлини сприйнятливішими до препарату Синтекс Ганцикловір);

➤ зменшити чутливість клітини до звичайного лікувального агента (наприклад, ввести гени у здорову тканину, щоб підсилити її стійкість проти шкідливого впливу таких звичайних агентів хіміотерапії, як вінкристин);

➤ протистояти впливу аномальних (пошкоджених) генів-супресорів пухлини шляхом введення нормальних супресорних генів пухлини;

➤ зумовити виділення рибозимів, які розщеплюють онкогени (гени, що спричиняють рак);

➤ для інших терапевтичних застосувань генів у клітинах.

Genetic engineering / генна інженерія – селективна, цілеспрямована зміна генів (генетичного матеріалу). Термін набув великого поширення, оскільки генна інженерія є сукупністю методів вилучення генів із організму, здійснення маніпуляцій з ними та введення їх в інші організми. Генна інженерія передбачає маніпуляції з генетичним матеріалом організму таким чином, щоб уможливити синтез ним ендогенних білків із властивостями, які відрізняються від традиційних, або вироблення абсолютно інших білків. Такий процес часто називають сплайсингом генів (вирізання ділянок РНК), генною маніпуляцією або рекомбінантною нанотехнологією ДНК.

Genome / геном – весь спадковий матеріал, що, як довів Освальд Авері (Oswald Avery) в 1944 р., є ДНК, та міститься у клітині, зокрема, в наборі хромосом певної клітини, певного виду організмів. Під геномом розуміють усю генетичну інформацію організму, тобто повний набір хромосомальних та екстрахромосомальних генів організму, клітини, органели чи віруса, повний ДНК компонент організму. Разом із ДНК, яка міститься в ядрі клітини (ядерна ДНК), клітини організму мають ДНК в інших своїх ділянках:

- у бактеріях ДНК знаходиться в плазмідах;
- у рослинах ДНК міститься в пластидах;
- у клітинах тварин ДНК знаходиться в мітохондріях.

Ядерна ДНК організму складається з однієї або більше хромосом залежно від складності організму.

Genomics / геноміка – наука про гени та їхню роль у структурі та діяльності організму, його розвитку, здоров'ї і хворобах (та/або стійкості до захворювань тощо). Наприклад, як (приблизно) 3000 генів певного виду бактерій чи (приблизно) 6000 генів певного виду дріжджів впливають на форму, функції та розвиток всього організму. Геноміка вивчає загальні принципи побудови геномів, їхні структуру та функції.

Інструментами і методами геноміки є такі:

- структурна геноміка – вивчення наявності конкретних послідовностей генів та їх розташування в ДНК організму;
- аналіз функцій генів – визначення того, які білки задіяні (тобто, створені) кожним геном у геномі організму. Як правило, функції генів аналізують після вивчення структурної геноміки;
- функціональна геноміка – дослідження рис чи функцій, що надають організмові певні послідовності генів;
- хімічна генетика – застосовується для порівняння організмів одного виду (один з яких має певний ген або гени, інактивовані особливим хімікатом чи мутацією певної ділянки);

➤ аналіз експресії генів – визначають, які продукти утворилися (наприклад, ферменти або інші необхідні білки), коли певний ген «включений», шляхом вимірювання флуоресценції окремих молекул інформаційної РНК (іРНК) (до них «включається» ген) у момент гібридизації іРНК (з ділянками ДНК, що відповідають утвореним і виявленим білкам, прикріпленим до поверхні гібридизації на біочип).

Giant magnetoimpedance / гігантський магнітоімпеданс – явище, яке істотно змінює електричний опір (імпеданс) магнітного провідника на радіочастотах за незначної зміни магнітного поля.

Giant magnetoresistance (GMR) / гігантський магнітоопір (ГМО) – явище, пов'язане із суттєвим зменшенням опору, коли докладене магнітне поле є достатньо сильним для того, щоб магнітно наситити систему, і вирівнює намагніченість всіх магнітних об'єктів. У 1988 р. французький дослідник Альберт Фер (Albert Fert) і німецький учений Петер Грюнберг (Peter Andreas Grünberg) відкрили це фізичне явище. За відкриття ефекту гігантського магнітоопору їм у 2007 р. присуджена Нобелівська премія в галузі фізики. Ефект гігантського магнітоопору полягає в тому, що розсіювання електронів провідності завдяки магнітним наночастинкам або шарам у плівках спричиняє виникнення великого магнітоопору, змінюючи електричний опір всієї системи. Практична реалізація цього фізичного явища сприяла розробці комп'ютерних нанотехнологій одержання твердих дисків, що значно зменшило їхні розміри та збільшило ємність. Уже в 1997 р. на основі ефекту гігантського магнітоопору були розроблені системи зчитування інформації, які швидко стали промисловим стандартом.

Globular protein / глобулярний білок – наноструктура, розчинний білок, в якому поліпептидний ланцюг щільно складений у тривимірному просторі для отримання кульових (овальних) форм. Майже половина глобулярних білків крові визначають імунні властивості організму (антитіла, комплемент), згортання крові (протромбін, фібриноген), беруть участь у фармакокінетиці заліза.

Glycosaminoglycans (GAGs) / глікозаміноглікани – довгі нерозгалужені полісахариди, що складаються з повторюваних дисахаридів і є основною складовою частиною хряща. Дисахариди містять один із двох модифікованих цукрів – *N*-ацетилгалактозамін (GalNAc) або *N*-ацетилглікозамін (GlcNAc). Глікозаміноглікани містять уронову кислоту, таку як глюкоратин або компонент сульфату дерматин. Більшість глікозаміногліканів у позаклітинному (екстрацелюлярному) матриксі пов'язані з білками, які разом утворюють протеоглікани. У разі захворювання суглобів, а також у людей похилого віку структура та функція глікозаміногліканів змінюються.

Gold conjugates / кон'югати золота (іноді срібла або платини) – наноструктурні колоїди (золота, срібла або платини), покриті протеїном або ДНК у 2–3 шари. Надлишок ліганду усувається змиванням. Біореактивні кластери використовують, наприклад, як агенти для виявлення речовини або як нанобудівельні блоки.

Gold shell nanoparticles / наночастинки в золотій оболонці – це сферичні утворення нанорозмірів, які складаються з діелектричного ядра, покритого, наче оболонкою, тонким шаром металу. Зазвичай цим металом є золото. Такі наночастинки, завдяки своїм оптичним та хімічним властивостям, у перспективі можуть використовуватися у біомедичній візуалізації і терапевтичних цілях.

Gram stain / барвник Грама – диференціальний барвник, що поділяє бактерії на дві групи: грампозитивні та грамнегативні. Ґрунтується на здатності зберігати кристалічний фіолетовий колір, коли знебарвлюється органічним розчинником, наприклад етанолом. Клітинні стінки грампозитивних бактерій складаються здебільшого з пептидоглікану, їм також бракує зовнішньої мембрани грамнегативних клітин.

Graphene / графен – карбоновий наномоношар, в якому зв'язки С-С утворюють правильні графітові шестикутники на зразок бджолиних стільників. Графен відкритий у 2004 р. Андрієм Геймом (A. Geim) та

Костянтином Новосьоловим (K. Novoselov). За відкриття цих наноструктур їм присуджена Нобелівська премія.

Gyromagnetic resonance / гіромагнітний резонанс – це спіні електрона, який є основною причиною намагнічування. У ферромагнітних матеріалах зазвичай переважають ліво- або правобічні спіни. Більше того, існує утримуюча сила, що має тенденцію утримувати електрони, які обертаються один біля одного в одному напрямку. Ферромагнітні матеріали (їх також називають взаємодіючими) можуть зберігати свої магнітні властивості завдяки утримуючій силі. Зазвичай у ненамагніченому стані спіни електронів є випадково розташованими, тобто схема всіх магнетонів Бора нульова. Коли магнітне поле активується, наноструктура змінює свій стан на магнітний, де всі маленькі магніти розташовуються по одній вісі й об'єднуються в єдиний комплекс.

Н

Hansen analysis / фактор Хенча – дослідження кількісного зв'язку між біологічною активністю серії сполук і фізико-хімічними параметрами, що відображають їхні гідрофобні, електронні та стеричні характеристики, з використанням множинного регресійного аналізу. Названий на честь лауреата Нобелівської премії з фізіології і медицини Ф. Ш. Хенча (Philip Showalter Hench).

Hapten / гаптен (з грец. *hapto* – схоплювати) – фрагмент молекули біополімера або молекула невеликої молекулярної ваги, котра містить антигенну детермінанту, але сама поки що не об'єднана із носієм антигена. Гаптенем називають неповноцінний антиген, оскільки він не зумовлює антитілоутворення в разі введення до організму людини, хоча йому властива антигенність. Гаптенами можуть бути прості хімічні сполуки (глюкоза, тринітрофенол), вони стають імуногенними після з'єднання з білковим носієм. Гаптени спричинюють імунну відповідь тільки після кон'югації з високомолекулярними носіями.

Hedgehog proteins / білки хеджеhog (їжакоподібні білки) – сімейство сигнальних молекул, що співвідносяться між собою (у складі «сигнального білка» з молекулою холестерину, який додається до нього). Такі білки спрямовують або контролюють диференціювання тканин (у різні органи, кінцівки тощо) у період розвитку ембріона.

Hertzian contact / контакт Герца – модель контакту “поверхня–поверхня”, в якому враховуються тільки контактні сили (короткодійучі електростатичні сили). Довготривалі та адгезійні сили до уваги не беруться.

Heterocoagulation / гетерокоагуляція (з грец. *ἕτερος* – інший, відмінний, з лат. *coagulatio* – згортання, згущення) – злипання різних частинок колоїдів. Відомий український учений Федір Данилович Овчаренко в 1988 р. відкрив вибіркочну гетерокоагуляцію мікроорганізмів з колоїдними частинками металів.

Heterofullerene / гетерофулерен – типова наноструктура; фулерен, в якому один чи більше атомів карбону в його структурі заміщуються атомом не карбону (гетероатомом).

Heterogeneous fluctuations / гетерогенні коливання – коливання атомів або молекул в об'ємі старої фази, що призводить до формування ядер нової фази.

Heteroreceptor / гетерорецептор – рецептор, що регулює синтез та/або вивільнює медіатор від лігандів, інших, аніж його власний.

Hexagonal mesostructure / гексагональна мезоструктура – двофазна система, яка складається з довгих паралельних циліндрів, розташованих у такий спосіб, щоб кожен циліндр був оточений шістьма сусідніми циліндрами.

High-throughput identification / високопродуктивна ідентифікація – ідентифікація певної хімічної сполуки (наприклад, у суміші), бажаних результатів (апоптоз клітин тощо), конкретного сегмента (послідовності) ДНК (наприклад, певного гена), ліганду або рецептора в рамках загального процесу, відомого як високопродуктивний скринінг.

High-throughput screening (HTS) / високопродуктивний скринінг (ВПС) – методологія швидкого виявлення великої кількості сполук для використання їх як фармацевтичних засобів чи агрохімікатів (наприклад, гербіцидів).

Holins / холіни – маленькі білки, які виробляються бактеріофагами у разі зараження бактеріями. Холіни «проколюють» дірки в мембрані бактеріальної клітини, відтак вміст клітини просочується через мембрану всередину бактерії, після чого вона гине.

Hollow fiber separation (of proteins) / сепарація (білків) порожнистими волокнами – розділення білків із суміші шляхом «протягування» суміші через порожнисті, напівпроникні волокна (наприклад, полісульфонові) під тиском. Порожнисті волокна мають отвори дуже малих молекулярних розмірів. Таким чином великі молекули утримуються в рідині, тоді як дрібніші, які в змозі пройти через отвори, фільтруються.

Holoenzyme / холофермент – функціонально повний фермент. Термін позначає фермент, який потребує для свого функціонування коферменту. Холофермент складається з білкової (апофермент) та небілкової частин (кофермент).

Homologue / гомолог – термін використовується для опису сполуки, яка належить до низки сполук, що відрізняються одна від іншої повторюваним фрагментом, таким як метиленова група, білковий залишок тощо.

Homology modeling / гомологічне моделювання – використання (наприклад, у комп'ютерних моделях молекул) відомих структурних і функціональних властивостей білків як «шаблону» для комп'ютерного моделювання гіпотетичних білків, структура яких невідома. Гомологічним моделюванням є побудова тривимірної структури білка на основі інформації про послідовність амінокислот. Метод білкової гомології ґрунтується на тому факті, що існують структурно постійні ділянки у білках певного сімейства, які мають майже ідентичну структуру.

Hybrid lithography / гібридна літографія – форма літографії, яка поєднує два чи більше літографічних методи (техніки) для підвищення розрізнення й утримання високої швидкості процесу.

Hybridization surface / поверхня гібридизації – різноманітні фізичні субстрати (поверхні), на які фіксуються генетичні матеріали (ДНК, РНК, олігонуклеотиди тощо). Відповідний додатковий генетичний матеріал (наприклад, ДНК, РНК, олігонуклеотиди тощо) згодом гібридується (схрещується) на цих прикріплених до генетичного матеріалу поверхнях для різних конкретних цілей (наприклад, виявлення присутності неприкріпленого генетичного матеріалу в разі гібридизації поверхні біосенсором). Одним із методів аналізу й оцінки ДНК на поверхні гібридизації (схрещування) є іонізація лазерною десорбцією із застосуванням матриці за допомогою спектрометра MALDI (matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF-MS)).

Hydrogel / гідрогель – двокомпонентний матеріал, що складається з перманентної або нестійкої сітки з'єднаних гідрофільних полімерних ланцюгів і води (або водних розчинів), заповнюючи пори цієї сітки.

Hydrogen bond (H-bond) / гідрогенний зв'язок – слабкий полярний зв'язок, що сформувався між двома атомами, які є насиченими електронами, причому один з них є ковалентно приєднаний до атома гідрогену. Це взаємне притягання відбувається завдяки атому гідрогену, з яким пов'язується зазвичай атом кисню, азоту або галогену, утворюючи міжмолекулярний зв'язок. Типовим прикладом є такий тип взаємодії: D–H · · · A, де D – це донор протона, A – акцептор протона, інший тип взаємодії відбувається за схемою: A–H · · · A.

Hydrolysis / гідроліз (*гідро-* та грец. *lysis* – розпад, руйнування) – реакція розпаду речовини з участю води; заміщення ліганду гідроксидною групою води (заміщення алкоксиду в золь-гелях). В організмі гідроліз є однією з основних реакцій обміну жирів, біків, вуглеводів та нуклеїнових кислот. Гідролізу зазнають лікарські засоби (наприклад, ацетилхолін).

Hydrophilic / гідрофільний – «схильний до води», молекула або сполука, яка розчиняється у воді чи змішується з нею. У сурфактантах головна полярна група є гідрофільною.

Hydrophobic / гідрофобний – «той, що відштовхує воду», молекула або сполука, яка не розчиняється чи не змішується з водою (наприклад, олія). Гідрофобний кінець сурфактанту є гідрокарбоновим хвостиком.

Hydrothermal reaction / гідротермальна реакція – реакція, де водний розчин нагрівається вище за точку кипіння води в автоклаві або в реакторах високого тиску (тиск може сягати понад 15МПа, а температура – більше 200⁰ С).

Hydroxyapatite / гідроксиапатит – сполука, яка за хімічною будовою подібна до мінеральних складових кісток і твердих тканин у ссавців. Це один з небагатьох матеріалів, які належать до біологічно активних речовин. Гідроксиапатит поліпшує зростання кісток й остеointegraцію в ортопедичному, стоматологічному та щелепно-лицевому застосуванні.

I

Idiotype / ідіотип – ділянка молекули антитіла (наприклад, що комбінує антиген), яка дає змогу кожному антитілу розпізнавати конкретну чужорідну структуру (наприклад, гаптен).

Immobilization / іммобілізація – процес «прив'язки» молекулярних агентів захоплення, біосенсорів або датчиків (сегментів ДНК або антитіл, мічених флуорофором тощо) до скляної/кремнієвої/пластикової/золотої поверхні мікрочипів (наприклад, ДНК-чипів, SNP-чипів, білкових мікрочипів, масиву клітин тощо), магнітних частинок або іншої гібридної поверхні.

Immunofluorescence / імунофлуоресценція – метод візуалізації специфічних антитіл і будь-яких з'єднаних гомологічних антигенів за допомогою кон'югації антитіл до барвника, який флуоресціює.

Immunosensor / імуносенсор – біосенсор із доданим антитілом, що може відчувати, коли конкретна молекула зі зразка зв'язується з цим антитілом. Реакція відбувається між цільовою аналізованою речовиною та специфічним антитілом.

Indentation / індентування – процес вимірювання твердості. Твердий предмет (інденгпор), зазвичай виготовлений із алмазу, сапфіру, твердого сплаву, певної геометричної форми (куля, конус, піраміда) та розміру, вдавлюють у поверхню досліджуваного матеріалу під дією певного навантаження або власної ваги.

Indirect interaction / непряма взаємодія – бічна взаємодія між адсорбованими атомами, що здійснюється через електрони підкладки. Потенціал такого роду взаємодії коливається з відстанню між адсорбованими атомами і може спричинювати ефективне притягання на великих відстанях між атомами.

Inducer / індуктор – молекула, яка стимулює виробництво ферментів, що беруть участь у метаболізмі індуктора (наприклад, галактози). Індуктори можуть бути ферментними підкладками.

Induction energy / індуктивна енергія – енергія притягання, яка виникає внаслідок взаємодії розподілу статичних зарядів з індукованим розподілом інших зарядів.

Informational molecules / інформаційні молекули – молекули, що містять інформацію у формі конкретних послідовностей різних будівельних блоків. До таких молекул належать білки і нуклеїнові кислоти.

Integrin / інтегрин – трансмембранні гетеродимерні рецепторні білки на поверхні клітин. Існує близько 22 видів інтегринів, які розміщуються на поверхні клітини. Сполучення інтегринів із адгезивними білками, що сприяють з'єднанню клітин та різноманітних хімічних субстратів, призводить до утворення адгезійної пластинки, яка є головним способом прикріплення клітини до позаклітинного матрикса. Від інтегринів залежить форма клітини, її рухливість, вони беруть участь у регулюванні клітинного циклу.

Intein / інтеїн – послідовність усередині молекули білка, яка вирізається у процесі сплайсингу білків.

Interaction energy / енергія взаємодії – сума всіх енергій притягання та відштовхування між двома взаємодіючими системами. Чим більша негативна енергія взаємодії, тим сильніша взаємодія.

Intercalation / інтеркаляція – зворотне поглинання атомів, іонів, молекулярних катіонів або молекул за низької температури, зі зберіганням структури кристалічної решітки основної речовини. Термін не засвідчує природу хімічної реакції, а тільки підкреслює топологічні відносини між організмом-хазяїном та кінцевим продуктом реакції.

Interface / межа поділу – перехідна зона між двома речовинами. Атоми та молекули, що містяться у перехідному шарі, мають специфічні властивості, зумовлені їхнім перебуванням між двома фазами. У дослідженнях матеріалів із наноструктурованого карбону під цим

терміном розуміють межу між двома прилеглими (зібраними) кристалами, які мають різні хімічний склад, атомну структуру та кристалографічну орієнтацію.

Interfacial material / міжфазний матеріал – щільний полікристалічний матеріал (метал, сплав, кераміка або напівпровідник) з розмірами кристала менше 100 нм. Ці матеріали мають великі за обсягом частки поверхні, отже їхні властивості істотно відрізняються від властивостей їхніх аморфних чи звичайних полікристалічних аналогів.

Interfacial tension / міжфазна напруга – зміна поверхневої вільної енергії на одиницю площі поверхні. Міжфазна напруга g вимірюється в J m^{-2} або N m^{-1} .

Interferon / інтерферон – низькомолекулярний білок, який синтезується в організмі і клітинних культурах, пригнічує репродукцію вірусів, а також розмноження інших внутрішньоклітинних паразитів; містить вуглеводи, зокрема глюкозамін.

Intermolecular interactions / міжмолекулярні взаємодії – взаємодії молекул, які не призводять до розриву або утворення нових хімічних зв'язків. Міжмолекулярні взаємодії обумовлюють відмінність реальних газів від ідеальних, існування рідин і молекулярних кристалів. Від міжмолекулярних взаємодій залежать структурні, спектральні, термодинамічні, теплофізичні та інші властивості речовин. Поява поняття “міжмолекулярні взаємодії” пов'язана з ім'ям Й. Д. Ван-дер-Ваальса, який для пояснення властивостей реальних газів і рідин запропонував у 1873 р. рівняння стану, що враховує міжмолекулярні взаємодії. Тому сили міжмолекулярної взаємодії часто називають ван-дер-ваальсовими. Ван-дер-ваальсові сили помітно поступаються хімічному зв'язуванню. Наприклад, сили, що утримують атоми хлору в його молекулі майже вдсятеро більші, ніж сили, які зв'язують молекули Cl_2 між собою. Але без цього слабкого міжмолекулярного тяжіння не можна отримати рідкий і твердий хлор.

Основою міжмолекулярних взаємодій є кулонівські (електростатичні) сили взаємодії електронів і ядер однієї молекули з ядрами й електронами –

іншої. На великих відстанях, які значно перевищують лінійні розміри молекул, внаслідок чого електронні оболонки молекул не перекриваються, сили міжмолекулярної взаємодії можна досить обґрунтовано поділити на три види – електростатичні, поляризаційні (індукційні) та дисперсійні. Електростатичні сили іноді називають орієнтаційними, проте це неточно, оскільки взаємна орієнтація молекул може обумовлюватися і поляризаційними силами, якщо молекули анізотропні. На малих відстанях (порівнянних з розмірами молекул) розрізнити окремі види міжмолекулярних взаємодій можна лише приблизно. Тут, крім названих трьох видів, виділяють ще два, пов'язані з перекриванням електронних оболонок, – обмінна взаємодія і взаємодія, зумовлена з переносом електронного заряду. Незважаючи на деяку умовність, такий розподіл у кожному конкретному випадку уможливило пояснення природи міжмолекулярної взаємодії й обчислення її енергії.

Internal field / внутрішнє поле – поле, що існує всередині магнітного об'єкта. Внутрішнє поле – зовнішнє поле мінус розмагнічуюче поле, спричинене полем, що генерується поширенням намагнічення в об'єкті та полюсах намагнічення на поверхні об'єкта.

Intrinsic protein / внутрішній («вбудований») білок – молекула білка, що міститься в мембрані клітини і виступає з боків мембрани.

Ion / іон – нейтральний атом або група атомів стають іоном, отримуючи чи втрачаючи один або кілька електронів чи протонів. Оскільки електрон і протон мають рівні за величиною, але протилежні за знаком заряди, заряд іонів завжди виражається цілим числом одиничних зарядів – позитивним чи негативним.

Ion-exchange chromatography / іонообмінна хроматографія – поділ іонних сполук (зокрема нуклеїнових кислот і білків) у хроматографічній колонці, що містить полімерну смолу (стаціонарну фазу) та фіксовані групи заряду. Заряди зі стовпця (стаціонарна фаза) взаємодіють з протилежними зарядами з матеріалу розчину, який переміщується через колонку (рухома фаза). Взаємодія зарядів із матеріалу колонки (білків) зумовлює уповільнення швидкості їх руху через колонку. Інші молекули,

які не взаємодіють із колонкою, протікають через неї, – у цьому полягає процес розділення.

Ion implantation / імплантація іонів – іони, спрямовані на поверхню матеріалу з високою енергією, заглиблюються всередину. Це явище використовується для зміни властивостей матеріалу.

Ion trap / іонна пастка – пристрій, який слугує для замикання іонів (наприклад, зі зразка, що вводиться у мас-спектрометр) у малому об'ємі простору без застосування твердої стіни. Замість стіни використовують три ретельно розміщені гіперболічні електроди з електричним потенціалом, що змінюється з радіочастотою. Таким чином іони утримуються в межах бажаної ділянки за рахунок дії високочастотних електричних полів.

Isoelectric point / ізоелектрична точка – точка (наприклад, у двовимірному гелі), на якій співвідношення заряд/маса для даного білка точно узгоджується з електричним потенціалом, застосованим до цього гелю. Оскільки ізоелектрична точка характерна практично для кожного білка у зразку, це забезпечує можливість розділення окремих білків зі змішаного зразка.

Isozymes / ізоферменти – множинні форми ферментів, що відрізняються один від одного за спорідненістю до підкладки (речовина, на яку фермент діє), максимальною активністю або іншими властивостями.

J

Johnson-Kendall-Roberts-Sperling theory (JKRS theory) / Теорія Джонсона-Кендалла-Робертса-Сперлінга (JKRS – теорія) – теорія наномасштабної деформації наконечника на адгезійній поверхні, що базується на класичній теорії пружних деформацій.

К

Karyotyper / каріотипіст – автоматизована аналітична машина, що: знімає відеозображення певної клітини під мікроскопом; оцифровує фотографію у комп'ютері; «вирізає» окремі хромосоми, які містяться в геномі клітини; складає пари хромосом за розміром у діаграму (каріотип).

Kerr effect / ефект Керра – нелінійний електрооптичний ефект, явище зміни значення показника заломлення оптичного матеріалу пропорційно другому ступеню напруги прикладеного електричного поля. Спостерігається в особливих рідинах і кристалах, що здатні до прискорення або сповільнення фази викликаного звичайного променя стосовно незвичайного променя, за умови застосування електричного струму. Ефект Керра виявлений у 1875 р. шотландським фізиком Джоном Керром (John Kerr).

Kinesin / кінезин – білок («мотор-білок»), який періодично скорочується в рамках клітини і завдяки цьому транспортує «вантаж» (наприклад, білки) вздовж мікротрубочок (струноподібних структур) усередині клітини.

L

Label / мічення (флуоресцентне) – «прив'язка» флуорофорів (атомів або молекул, які випромінюють люмінесцентне світло при падінні на них світла певної довжини хвилі), що дає змогу стежити за цією молекулою (наприклад, коли вона потрапляє всередину живої клітини).

Lab-on-a-chip / лабораторія-на-чипі – мікрорідинний пристрій, який виконує різні операції: розділення нуклеїнових кислот, аналіз білків, органічний синтез малих молекул, виявлення і гібридизація ДНК тощо. Лабораторія-на-чипі є послідовністю підготовки проб, виокремлення складових частин, їх виявлення, обробки інформації, коли кожен етап реалізується у спеціальному мікро(макро)-модулі чи інтегрується в єдиний каналізований мікрочип – пристрій, де проба і реагенти змішуються для аналізу шляхом капілярного електрофорезу.

Lamellar mesostructure / ламелярна (пластинчаста) мезоструктура – складається із паралельних шарів двох фаз, що чергуються.

Landau-Lifshitz torque equation / рівняння обертального моменту Ландау–Ліфшиця – рівняння, що описує прецесійний рух спіна або магнітного моменту у магнітному полі. Причиною появи спінових хвиль є порушення спінового порядку, зумовлене відхиленням спіна від рівноваги. Явище засноване на балансі між обертальними поступами, що діють на магнітний і обертальний моменти, за умови зміни в часі магнітного моменту, тобто похідної за часом від моменту імпульсу, пов'язаного із магнітним моментом. Рівняння Ландау–Ліфшиця є основним рівнянням руху спіна у феромагнітному середовищі.

Langmuir probe / зонд Ленгмюра – один із інструментів для діагностики складу плазми: металевий зонд зміщується у позитивному чи негативному напрямку, щоб притягнути електронний чи іонний струм.

Потенціал плазми, температуру електрона, густину електронів та функцію розподілу енергії електронів отримують з вольтамперної характеристики.

Laser / лазер – акронім від «light amplification by stimulated emission of radiation» (підсилення світла шляхом вимушеного випромінювання радіації) – прилад для генерування або підсилення монохроматичного світла.

У медицині лазери використовують для діагностики, а також як терапевтичні та хірургічні інструменти. За допомогою лазерів виробляють і випробовують наноматеріали.

Laser capture microdissection (LCM) / мікророзрізування з лазерним захопленням (МЛЗ) – метод, за допомогою якого витягують (наприклад, із живої тканини) певний тип клітин. У процедурі МЛЗ відповідний шматок тканини покривається спеціальною тонкою термопластичною плівкою. Використовуючи мікроскоп, подають імпульс лазерного променя належної довжини хвилі на потрібну клітину.

Laser inactivation / лазерна інактивація – техніка «вибивання білка», в якій хромофор (хімічна речовина, що реагує на сяюче світло) спершу хімічно прив'язується до певної молекули білка, а потім лазерний промінь з необхідною довжиною хвилі спрямовується на цей білок-хромофорний комплекс, щоб деактивувати білок. Це призводить до втрати біологічної активності білка.

Layer-by-layer sequential assembly / послідовна збірка шар-за-шаром – шари аніонних і катіонних видів, які чергуються, наносять на субстрат шляхом занурення у відповідні розчинники.

Lennard-Jones potential / потенціал Леннарда-Джонса – математична форма кривої потенційної енергії, яка описує взаємодію 2-х молекул залежно від відстані між ними.

Lift-off / зворотна (вибухова) літографія – метод перенесення шаблону, що використовується для отримання детального зображення поверхні пластини шляхом нанесення тонкої плівки, як правило, із золота, на нанесений шар резисту, після чого відбувається розчинення основного (базового) резисту й залишаються тільки нанесені ділянки на поверхні пластини.

Ligand / ліганд (з лат. *ligo* – пов’язую) – 1) хімічна молекула чи аніон, безпосередньо пов’язаний з іоном металу; 2) обов’язкова складова частина комплексних сполук у структурі комплексів, безпосередньо пов’язана з комплексоутворювачем, а під час утворення комплексів є донором електронних пар.

Ligand (in biochemistry) / ліганд (у біохімії) – молекула або іон, який може взаємодіяти з білковою молекулою. Ліганд безпосередньо пов’язаний із одним або кількома центральними атомами, формує з ними комплексну сполуку з «координаційним» донорно-акцепторним зв’язком. Ця молекула або іон є донором електронної пари. Після приєднання ліганду до центрального атома хімічні властивості комплексоутворювача та ліганду часто змінюються. Прикладом може слугувати фармацевтичний засіб, що зв’язується з молекулою білка рецептора на поверхні клітини.

Light-emitting diode (LED) / світлодіод – напівпровідникове джерело оптичного випромінювання, принцип дії якого ґрунтується на явищі електролюмінесценції. Світлодіод містить *p-n* перехід або перехід метал–напівпровідник.

Linear augmented cylindrical-wave method (LACW) / метод лінійної розширеної циліндричної хвилі (ЛРЦХ) – метод у теорії електронних структур; застосовується до циліндричних багатоатомних систем, таких як нанотрубки, нанодротики і пористі системи з циліндричними нанопорожнинами.

Linear augmented plane-wave method (LAPW) / метод лінійної розширеної плоскої хвилі (ЛРПХ) – метод у теорії електронних структур; застосовується до більшості нанокристалів, наноплівки, полімерів, нанодротиків і кластерів.

Linear augmented spherical-wave method (LASW) / метод лінійної розширеної сферичної хвилі (ЛРСХ) – метод у теорії електронних структур; застосовується до сферичних багатоатомних систем, таких як квантові точки, сферичні кластери й пористі системи зі сферичними нанопорожнинами.

Lipid bilayer / ліпідний бішар – природна щільна мембрана, створена з двох довгих молекул, кожна з яких має полярну голову й неполярний хвостик. Молекули розташовані в такий спосіб, що неполярні хвостики утворюють ряд один з одним. При цьому мембрана має гідрофільну внутрішню частину і є бар'єром для іонів та гідрофільних рідин.

Lipids / ліпіди – нерозчинні у воді біомолекули (жири), які добре розчиняються в органічних розчинниках, таких як хлороформ. Ліпіди слугують «паливом» для молекул в організмах, сховищем енергії з високою концентрацією, «сигнальними» молекулами і є основними компонентами клітинних мембран.

Lipophilic / ліпофільний – «схильний до жиру». Нанооб'єкт (молекула або частина молекули), що належить до жирів або має сильну спорідненість з ними чи з іншими ліпідами.

Liposome / ліпосома – сферична нанокapsула, яка складається з рідкого ядра, оточеного одним або декількома ліпідними шарами. Така форма ліпосом робить їх безпечними та надійними транспортними системами для доставки препаратів до осередку патологічного процесу. Ліпосоми можуть збільшувати проникність мембран – зумовлювати утворення додаткових каналів; можуть адсорбуватись і поглинатись клітинною мембраною, і в такий спосіб речовина, яку переносить на собі ліпосома, легко потрапляє всередину клітини.

Liquid crystals (LC) / рідкі кристали або мезофаза – анізотропічний рідкий стан, що має кристалічну структуру; тип органічних молекул, яким властива оптична анізотропія. Рідким кристалом може стати будь-яка рідина, де атоми або молекули впорядковані в одному або двох вимірах; внаслідок такого впорядкування вони набувають оптичних властивостей, таких як, наприклад, анізотропічне розсіювання, що властиво кристалам. Якщо молекули розташовуються в такий спосіб, то утворюється двоприменезаломлюване середовище.

Lithography / літографія – метод друкування, що дає змогу зробити детальний шаблон на плоскій поверхні субстрату. В класичному фотолітографічному процесі зображення бажаного зразка проектується на

поверхню субстрату, покритого тонким шаром світлочутливого резиста. Яскраві ділянки резистної плівки стають розчинними у результаті хімічної реакції зі світлом, тоді як темні залишаються нерозчинними. Після контакту з розчином проявника, розчинну частину резиста усувають. До інших літографічних методів належать електронно-променева літографія, м'яка рентгенівська літографія, атомно-променева голографія.

Live cell array / клітинний моношар – мікрочип (наприклад, шматок скла, пластику або кремнію), до якого приєднано кілька живих клітин, що згодом використовуються для аналізу біологічної активності (наприклад, фармацевтичного засобу, токсину тощо).

Localization effects in magnetic films / ефекти локалізації у магнітних плівках – внутрішнє поле неоднорідне майже в усіх магнітних об'єктах, за винятком еліпсоїдів, таких як сфери, циліндри або нескінченно протяжні плівки. Неоднорідність породжена магнітними полюсами на поверхні, де силові лінії магнітного поля входять або виходять з об'єкта. Дисперсія спінових хвиль залежить від внутрішнього поля. Можливими є ситуації, коли проходження спінових хвиль заборонено в деяких ділянках об'єкта через різницю у внутрішніх полях. За таких умов спінова хвиля обмежена іншими ділянками.

Luciferase / люцифераза – належить до групи ферментів, які можуть каталізувати хімічні реакції, що призводять до виділення світла (тобто біолоюмінесценції) певними живими організмами. Наприклад, звичайний світлячок (*Photinus pyralis*) здатний випромінювати світло від свого хвостика (фотофори) завдяки каталізованій люциферазою біолоюмінесценції. Океанські медузи, відомі як морські світлячки (*Renilla reniformis*), можуть випромінювати світло, оскільки теж мають, хоч і дещо відмінну, молекулу люциферази.

Luciferin / люциферин – будь-який хімічний субстрат, що стає люмінесцентним, коли каталізується ферментом, відомим як люцифераза.

Luminescence / люмінесценція – внутрішня властивість матеріалу, полягає у випромінюванні світла на певній довжині хвиль у разі

збудження фотонами (фотолюмінесценція) чи електричного збудження (електролюмінесценція). Люмінесценція є світінням фізичних тіл, надлишковим над їхнім випромінюванням, за певної температури; збуджена якимось джерелом енергії – світлом, хімічною реакцією, механічною дією тощо.

Luminophore / **люмінофор** – будь-яка речовина, що стає люмінесцентною.

Lyophilization / **ліофілізація** – процес видалення води із замороженого біоматеріалу (наприклад, мікробної культури або водного розчину білка) за допомогою вакууму. Це метод сушіння для тривалого зберігання білків у твердому стані, а також живих мікробних культур.

М

Macromolecule / макромолекула – велика молекула з молекулярною масою від близько десяти тисяч до сотень мільйонів атомних одиниць, що дорівнює сумі мас усіх атомів, які входять в дану молекулу. За молекулярну масу часто беруть середню масу молекули з урахуванням ізотопного складу всіх елементів, що утворюють хімічну сполуку.

Magic number / магічне число – кількість атомів у наноструктурі або у кластері, які утворюють особливо стійку структуру.

Magnetic anisotropy / магнітна анізотропія – у найбільш загальному значенні – залежність процесу намагнічування магнітного матеріалу від напрямку наведеного поля. Стосовно монокристалів ця залежність пов'язана як зі спін-орбітальною взаємодією, так і з симетрією поля кристала в точці локалізації іонів, коли вони є носіями магнітних моментів (магнітокристалічна анізотропія). В інших випадках виникнення магнітної анізотропії може пояснюватися появою великих анізометрів (анізотропія форми), залишковою напругою (магнітопружна анізотропія) та/або хімічним невпорядкуванням (анізотропія «парного впорядкування»).

Magnetic circular dichroism in the angular distribution (MCDAD) / магнітний циркулярний дихроїзм у кутовому розподілі (МЦДКР) – коливання інтенсивності фотоемісії уздовж певного напрямку внаслідок різниці між напрямками намагнічування зразка та моменту імпульсу падаючого випромінювання.

Magnetic correlation length / довжина магнітної кореляції – відстань, за якої напрям намагнічування в магнітному наноматеріалі вирівнюється.

Magnetic coupling / індуктивний зв'язок – взаємодія між різними спінами, моментами або цілими магнітними об'єктами, такими як магнітні плівки. Два механізми сприяють індуктивному зв'язку: диполь-дипольна взаємодія, зумовлена полями розсіювання, та обмінна взаємодія.

Magnetic data storage / магнітне зберігання даних – прилад чи система для зберігання даних, яка накопичує інформацію за допомогою відносної орієнтації намагнічування локалізованих ділянок магнітного середовища.

Magnetic domain / магнітний домен – мезоскопічний регіон у магнітному матеріалі, в якому всі магнітні моменти розташовані в одному напрямку. Магнітний матеріал має тенденцію до утворення доменів, оскільки енергія в такій конфігурації нижча, ніж коли магнітні моменти всіх атомів розташовані в одному й тому самому напрямку. Магнітні домени відокремлюються магнітними доменними стінками, де намагнічення змінює напрямок.

Magnetic force microscopy / магнітна силова мікроскопія – метод скануючої зондової мікроскопії для вимірювання магнітних полів розсіювання з високою роздільною просторовою здатністю. Поля розсіювання вимірюються дипольною взаємодією за допомогою скануючого магнітного наконечника.

Magnetic interaction / магнітна взаємодія – короткодіапазонна (кілька міжатомних відстаней) і довгодіапазонна взаємодія магнітних моментів, пов'язана з обмінною взаємодією і з магнітостатичними полями відповідно.

Magnetic isotherms / магнітні ізотерми – крива залежності намагніченості від прикладеного поля для магнітного матеріалу, отримана за певної температури.

Magnetic multilayers / магнітні мультишари – тонкі шари магнітних і немагнітних металів, що чергуються.

Magnetic nanocluster / магнітний нанокластер – кластер нанометрового розміру з магнітних металів, іонів металів або інших магнітних одиниць.

Magnetic nanostructures / магнітні наноструктури – магнітні матеріали/структури, за розміром подібні до доменної стінки чи довжини хвилі електронів Фермі в одному або кількох просторових напрямках. Магнітні наноструктури складються із шарів феромагнітного та немагнітного матеріалу, які чергуються.

Magnetic particles / магнітні частинки – різні крихітні наночастинки природно магнітних матеріалів, які прикріплюються до молекул-захоплювачів – конкретних молекулярних лігандів, рецепторів, антигенів, антитіл (наприклад, моноклональні антитіла, специфічні для конкретного типу клітин) тощо.

Magnetic precession / магнітна прецесія – обертання магнітного моменту у відповідь на дію магнітного поля.

Magnetic random access memory (MRAM) / магнітна оперативна пам'ять (МОП) – енергонезалежна пам'ять, де запам'ятовуючий елемент є магнітним тунельним переходом.

Magnetic semiconductor / магнітний напівпровідник – напівпровідник – феромагнетик. Приклади: феромагнетик $(\text{III}, \text{Mn})\text{V}$, халькогенід марганцю, халькогенід Європію.

Magnetic semiconductor nanostructure / магнітна напівпровідникова наноструктура – наноструктурний магнетик або магнітний напівпровідник, чії електронні, електронно-коливальні або магнітні властивості змінюються зі зменшенням поперечних розмірів.

Magnetic susceptibility / магнітна сприйнятливість – відношення намагніченості до магнітного поля. Взагалі безрозмірна, але може бути нормована на масу, об'єм або кількість речовини (у молях) для порівняння різних матеріалів. Сприйнятливості може визначатися величиною магнітних полів змінного або постійного струму.

Magnetic tunnel junction (MTJ) / магнітний тунельний перехід (МТП) – потрійний шар магніту / ізолятора / магніту, опір якого залежить від відносної орієнтації намагніченості двох магнітних електродів, коли електрони тунелюють через бар'єр.

Magnetic viscosity / магнітна в'язкість – затримка в часі між зміною магнітного поля, що застосовується до феромагнітних матеріалів, і зміною їхньої магнітної індукції. Масштаб часу – від пікосекунд до кількох десятків років.

Magnetism in rare earth metals / магнетизм у рідкісноземельних металах – спричинений 4f-електронами, що містяться на внутрішніх електронних оболонках. Це призводить до локалізації магнітних моментів

на атомах і відсутності прямої обмінної взаємодії у 4f-електронних системах. Магнітне впорядкування відбувається завдяки непрямому обміну через електрони провідності, що зумовлює низькі значення температури магнітного впорядкування і сприяє утворенню складних магнітних структур.

Magnetization curve / крива намагнічення – намагнічення магнітного об'єкта як функція прикладеного магнітного поля. Частіше компонент намагніченості використовується в напрямку прикладеного поля. Впорядковані магнітні системи демонструють гістерезисну поведінку. Крива намагнічення графічно показує залежність магнітного потоку від магніторухликої сили обмотки або струму, що намагнічує.

Magnetization dynamics / динаміка намагніченості – процеси намагніченості, які відбуваються за короткий час (від піко- до наносекунд), зокрема прецесія намагніченості навколо напрямку локального поля. Прецесія породжує важливі ефекти швидкої динаміки намагніченості, такі як феноменологія спінових хвиль, що мають значення для магнітного запису.

Magnetization patterning / розподілення намагніченості – метод моделювання магнітної плівки шляхом вибіркової зміни намагнічування магнітних плівок за допомогою лазерного та іонного випромінювання.

Magnetization reversal process / процес перемагнічування – спричинений прикладеним полем процес еволюції від стану магнітного насичення із залишковою намагніченістю до цілковито протилежного, в якому локальне намагнічування паралельне розмагнічуваному полю. Це може відбуватися як локально, так і в широкому масштабі, і в загальному випадку передбачає послідовність, що містить стадії формування зворотного ядра, розширення ядра, поступового розповсюдження та пінінгу/депінінгу ядра до стіни. Зв'язок між характеристиками процесу перемагнічування і наноструктурою матеріалу (включаючи розміри, форму і структуру дефекту) визначає можливості корекції його гістерезисної поведінки.

Magnetocrystalline anisotropy / магнітокристалічна анізотропія – магнітна анізотропія, яка виникає завдяки кристалічній структурі магнітного матеріалу, що мінімізує енергію анізотропії уздовж певних кристалографічних напрямків.

Magnetoelastic anisotropy / магнітопружна анізотропія – магнітна анізотропія, яка є результатом напруги уздовж певного напрямку в матеріалі.

Magnetoelasticity / магнітопружність – зміна процесу намагнічування магнітновпорядкованого (нано)матеріалу, пов'язана з механічними напруженнями в ньому.

Magnetoluminescence / магнітолюмінесценція – вид люмінесценції, що спостерігається в магнітних полях. Магнітолюмінесценцію використовують для вивчення екситонних структур та магнітних систем.

Magneto-optic Kerr effect / магнітооптичний ефект Керра – оптичний метод вимірювання магнітних властивостей різних матеріалів. Поляризоване світло відбивається від магнітної поверхні. Зміна стану поляризації (поляризації та еліптичності) відображає ступінь і напрямок намагніченості.

Magneto-optical effect / магнітооптичний ефект – оптична поляризація й оптичні властивості конденсованої речовини залежать від прикладеного магнітного поля та магнітних властивостей самої речовини, оскільки оптичні (дипольні) переходи між зайнятими і незайнятими електронними станами залежать від спіну через спін-орбітальний зв'язок.

Magnetoresistance / магнітоопір – зміна опору металів та напівпровідників у магнітному полі. Магнітоопір може бути позитивним або негативним. Здебільшого це спричинюється вигином траєкторії носія заряду силою Лоренца, яка зазвичай пропорційна квадрату поля. Термін «колосальний» використовувався для сполук манганітів, де ефект становить декілька порядків.

Magnetoresistive heads / магніторезистивні головки – головки, що використовуються для зберігання інформації, виготовлені з феромагнітного сплаву, опір якого змінюється залежно від магнітного поля. Це явище відкрив лорд Кельвін (Lord Kelvin) у 1857 р., і тепер його називають анізотропним магніторезистивним ефектом.

Magnetostatic correlation length / магнітостатичний радіус кореляції – один із двох найважливіших характерних розмірів у магнітному матеріалі. Це відстань, за якої невеликі локальні відхилення від однорідної конфігурації намагніченості розширюються за рахунок магнітостатичних взаємодій. Це збігається у одноосьовій системі з товщиною стіни, що відокремлює два домени з антипаралельними намагніченостями і має структуру зразка Нееля (відповідає обертанню моментів усередині стіни в площині, паралельній тій, яка включає моменти сусідніх доменів).

Magnetostriction / магнітострикція – деформація феромагнетичного наноматеріалу під впливом зовнішнього магнітного поля.

Medicinal chemistry / медична хімія – хімічна дисципліна, що охоплює аспекти біології, медицини, фармакології та фармацевції. Медична хімія досліджує синтез, виявлення фармакологічно активних речовин, ідентифікацію та їхній метаболізм, з'ясовує механізм дії на молекулярному рівні. Важливим аспектом медичної хімії є вивчення залежності хімічна структура – активність.

Melt-quenching / загартування розплаву (швидке охолодження розплаву) – метод широко використовується для приготування неупорядкованих склоподібних та аморфних матеріалів. Матеріали (зокрема оксиди металів) розплавляють до рідкої фази і швидко охолоджують до кімнатної температури.

Membrane transport / мембранний транспорт, (перенесення) лікарських засобів – 1) пасивна дифузія (через біологічні мембрани); (синонім: проста дифузія) – транспорт через біологічні мембрани, обумовлений фізичними закономірностями дифузії речовин через напівпроникні мембрани (тобто за градієнтом концентрації). Завдяки пасивній дифузії відбувається транспортування лікарських засобів, які є слабкими органічними кислотами (наприклад, кислота ацетилсаліцилова, бензойна, діакарб, тіопентал-натрій, барбітал-натрій) та слабкими органічними основами (антипін, амідопін, резерпін, аміназин, хінін), а також органічних неелектролітів (етиловий спирт, сечовина);

2) полегшена дифузія – транспорт речовини через біологічні мембрани з участю молекул специфічних переносників. За полегшеної дифузії, як і за пасивної, перенесення речовини відбувається за концентраційним градієнтом, але швидкість перенесення є вищою, аніж за простої дифузії, тобто без участі переносника. Шляхом полегшеної дифузії транспортуються клітинні метаболіти, які надходять із плазми крові, зокрема біологічно активні речовини, використовувані як лікарські засоби, – глюкоза та інші моносахариди, гліцерин, амінокислоти, пурінові основи, вітаміни; 3) активний транспорт; 4) піноцитоз.

Membraneless structure / безмембранні структури – субструктури, які часто містяться у живій клітині, не обмеженій ліпідною бішаровою мембраною.

Mesopore / мезопори – пори розміром від 1 до 50 нм.

Mesoscale / мезошкала – шкала розміром від 1 до 50 нм.

Metabolism / метаболізм (з грец. *metabole* – зміна, перетворення) – сукупність процесів біохімічного перетворення речовин й енергії у живих організмах. Сукупність біохімічних реакцій, які відбуваються в живих клітинах та забезпечують організм речовиною й енергією для його життєдіяльності, росту і розмноження. Розрізняють два напрямки метаболізму – анаболізм і катаболізм. Анаболічні реакції спрямовані на утворення та оновлення структурних елементів клітин і тканин й полягають у синтезі складних молекул із простіших. Ці реакції, здебільшого відновні, супроводжуються витратами вільної хімічної енергії (ендергонічні реакції). Катаболічні перетворення – це процеси розщеплення складних молекул – як отриманих з їжею, так і тих, що містяться у складі клітин – до простих компонентів. Такі реакції, зазвичай окиснювальні, супроводжуються виділенням вільної хімічної енергії.

Metabolosome / метаболосом – білкова наноструктура, розроблена або відібрана для того, щоб функціонально виконати низку хімічних реакцій.

Metal C₆₀ composite / металокомпозит C₆₀ – тип твердого тіла з розділеними фазами М/ C₆₀. Ці метали (такі як Al, Cu, Ag тощо) зазвичай

мають сильну енергію міжатомного зв'язку та не можуть додаватися до кристалічної решітки C_{60} . До найпоширеніших композитів належать багат шарові та нанодисперговані плівки.

Metal hydride storage / металогідридне зберігання – зберігання водню за допомогою металевих сплавів. Водень, поглинений сплавом як губкою, заповнює місця у його кристалічній ґратці, накопичується за невисокого тиску і зазвичай у температурному діапазоні $20-80^{\circ}C$.

Metal ion implantation / імплантація іонів металів – метод формування іонного пучка, що використовується для зміни електронної структури напівпровідників. Іони металу прискорюються в електричному полі та вводяться до цільового зразка як іонний пучок і можуть по-різному взаємодіяти з поверхнею зразка залежно від їх кінетичної енергії. В іонній імплантації іони металу прискорюються до високої кінетичної енергії ($50-200$ кеВ) і можуть імплантуватися у більшість зразків. В іншому варіанті іони металів прискорюються до низької кінетичної енергії ($0,2-2$ кеВ) і концентруються для формування тонкої плівки на верхній частині поверхні зразка. За допомогою цієї унікальної технології розроблені деякі напівпровідникові матеріали і тонкі плівки.

Metal nanoclusters / металеві нанокластери – наночастинки, утворені з сотень атомів, розміри яких зазвичай менші 3 нм у діаметрі, котрі стабілізуються завдяки органічним лігандам, що їх покривають.

Metal nanocrystals / металеві нанокристали – наночастинки розмірами понад 100 нм. У металевих нанокристалах внутрішня кристалічна структура подібна до макрокристалічної ґратки, але виявляє фізико-хімічні властивості, відмінні від властивостей об'ємних матеріалів та нанокластерів металевих атомів.

Metal nanoparticle / наночастинка металу – металева частинка, розміри якої варіюються від декількох сотень атомів до 100 нм у діаметрі. Найперспективнішими для медицини препаратами є наночастинки оксиду заліза, золота, міді, цинку, срібла, кремнію розміром $5-60$ нм. Наночастинки металів можуть застосовуватися як окремі засоби, так і покриватися органічними сполуками: декстранами, фосфоліпідами тощо.

В такому вигляді ці частинки інгібують агрегацію та підвищують стабільність колоїдних розчинів. Перспективним є застосування таких наноматеріалів для цільової доставки лікарських засобів усередину організму, до патологічного процесу.

Metallic carbon nanotube / металічна вуглецева нанотрубка – нанотрубка, яка має ненульову густину станів на рівні Фермі, внаслідок чого володіє електричною провідністю, подібною до металів.

Metalloceramic coating / металокерамічне покриття – покриття, яке має перехідну зону біля підкладки з поступовим переходом від металічного зв'язку до іонного/ковалентного зв'язку, типового для кераміки. Покриття набуває властивості щільного прилипання до металів, але з кращою стійкістю до зношуваності та нижчим коефіцієнтом тертя. Переваги плівки в ортопедичному застосуванні: істотно підвищуються поверхнева твердість і стійкість до зношуваності, а також адгезія порівняно з керамічним покриттям; конформна поверхня забезпечує гладку поверхню й утримання її в живому організмі, що знижує зношуваність надвисокомолекулярного поліетилену.

Metalloproteins / металобілки – будь-яка білкова молекула, яка містить (наприклад, у пептидному ланцюгу) атом металу (цинку, заліза, міді та ін.). Приблизно третина всіх білків – металобілки. Ті, що містять атом цинку (Zn^{2+}) зазвичай є ферментами (металоферментами), оскільки цинк діє як каталізатор.

Matrix assisted laser desorption ionization (MALDI) / іонізація лазерною десорбцією із використанням матриці – ґрунтується на лазерному випромінюванні, спрямованому на матрицю з аналізованою речовиною.

Micelle / міцела – сольватовані частинки дисперсних фаз у колоїдних системах, які складаються із нерозчинного в дисперсному середовищі ядра, оточеного подвійним електричним прошарком іонів; частинки в колоїдних системах, що складаються з нерозчиненого в даному середовищі ядра дуже малих розмірів, оточеного стабілізуючою оболонкою адсорбованих іонів і молекул розчинника. Середній розмір міцел – від 1 до 100 нм.

Microbiology / мікробіологія – досліджує мікроорганізми.

Microcontact printing / мікроконтактний друк – метод виготовлення моношарів, що самозбираються: штамп із бажаним рельєфом покривають молекулами, які самозбираються, відтак він контактує із субстратом для отримання змодельованого моношару на поверхні субстрату.

Microemulsion / мікроемульсія – стійка дисперсія двох незмішуваних рідин, які містять відповідні кількості різних речовин; двофазна система, яка складається з невеликих, 100 нм або менших, крапель, що стабілізуються в розчиннику сурфактантом (поверхнево-активною речовиною).

Microfluidics / мікрофлюїдика – вивчення поведінки обсягів рідини, що вимірюється у мікро- та нанолітрах і зазвичай обмежується мікроканалами. Мікрогідродинаміка виникла як результат розвитку нанотехнологій в 1990-х рр. й інтеграції фізики, гідробіології, гідравліки, динаміки, хімії, біології та інженерних знань.

Microgel / мікрогель – гелева частинка мікроскопічних розмірів, здатна розбухнути, без розпаду, у відповідному розчиннику.

Micromachining / мікрообробка – технологія та інструменти, які використовують для створення дуже маленьких частин, пазів (у чипах/масивах) наномасштабів. Застосування методу починалося з використання кремнію, але зараз також використовуються полімери.

Micrometer / мікрометр – одиниця виміру – 10^{-6} м. Типова довжина бактерійної клітини.

Microstructure / мікроструктура (з грец. *mikrós* – маленький та лат. *structura* – будова) – частинка, яку можна розглянути за допомогою різних методів оптичної та електронної мікроскопії, на противагу макроструктурі, що має достатньо великий розмір для сприйняття неозброєним оком.

Microwave plasma / мікрохвильова плазма – ділянка високотемпературних іонів та вільних радикалів, створених мікрохвилями, які сприяють розпаду субстрату для формування наночастинок.

Mold / форма, шаблон – пластина із зразком (моделлю, структурою) гравійованих і негравійованих ділянок, яка може механічно деформувати тонку плівку полімерів на пластинах чи інших матеріалах.

Molecular beacon / молекулярний маяк – нуклеїново-кислотний зонд зі структурою у формі «шпильки» (елемент структури нуклеїнових кислот), який спричиняє нанометричну близькість фторофору та «гасильного пристрою». Металева частинка гасить флуоресценцію органічної молекули через дезактивацію близької зони. Флуоресценція відновлюється, коли зонд пов'язується з комплементарною нуклеїновою кислотою і ще раз згортається.

Molecular beam epitaxy / молекулярно-променева епітаксія (епітаксія молекулярним променем) – метод осадження плівки за умов високого вакууму. Промінь атомів або молекул створюється шляхом висококонтрольованого наплення та наноситься на підкладку. Такий метод нарощування шарів сприяє осадженню наноструктур. Молекулярно-променева епітаксія на молекулярному пучку – один із прикладів виготовлення одновимірної структури з атомним моношаром (приблизно 0,2 нм).

Molecular biology / молекулярна біологія – біологічна наука, що вивчає процеси життєдіяльності організмів на рівні взаємодії окремих молекул, молекулярних комплексів та надмолекулярних структур. Термін, введений Ванневаром Бушем (Vannevar Bush) у 1940-х рр., згодом почав означати вивчення та маніпулювання молекулами, які складаються з клітин або взаємодіють із клітинами. Молекулярна біологія як окрема наукова дисципліна виникла у 1930-х рр. значною мірою в результаті рішення Ворена Вівера (Warren Weaver), директора біологічної програми Фонду Рокфеллера про надання «підтримки впровадженню нових фізичних і хімічних методів у біології».

Molecular bridge / молекулярний міст – використання молекул з високою спорідненістю, таких як біотин і стрептавідин, або інших способів обробки поверхні для «приклеювання» (квантових точок, нанооболонки, ферментів, зондів тощо) до конкретних

молекул (наприклад, антитіл, спрямованих на пухлину) або конкретної поверхні (поверхні біосенсора, біочипа/мікрочипа тощо).

Molecular diagnostics / молекулярна діагностика – наночастинки використовують для молекулярної візуалізації з метою ранньої діагностики різних захворювань. Контрастні речовини, прикріплені до наночастинок, точніше і швидше виявляють пухлини, атеросклеротичні бляшки. Фізико-хімічні властивості наночастинок (розмір, форма, поверхневий заряд, стабільність) сприяють надходженню та накопиченню флуоресцентних біомаркерів у місці патологічного процесу. Різні види наночастинок використовують у магнітно-резонансній, ультразвуковій діагностиках, а також у флуоресцентній, ядерній та комп'ютерній томографії.

Molecular descriptors / молекулярні дескриптори – набір незалежних параметрів, які характеризують електронні, структурні, геометричні та інші особливості молекул медикаментів. Умовно поділяються на елементарні, геометричні, квантово-хімічні, фізико-хімічні, топологічні та інші. Велику роль в QSAR-дослідженнях мають квантово-хімічні та топологічні дескриптори.

Molecular diversity / молекулярна різноманітність – стосується ірраціональної розробки нових лікарських препаратів. Даний напрям розробки ліків полягає в генерації великої кількості різних молекул-кандидатів (фрагменти ДНК, РНК, білків та інших органічних частинок) за допомогою різних методів. Ці різноманітні молекули-кандидати потім перевіряються, щоб виявити найефективніші проти конкретного захворювання (наприклад, вибір клітинного рецептора або категорії рецепторів, які стосуються певної хвороби). Молекули-кандидати, що за даними комп'ютерного моделювання можуть проявити виражену лікувальну дію (завдяки «досить добрій відповідності» рецепторові) потім виробляються у великих кількостях (наприклад, за допомогою методів полімеразної ланцюгової реакції) разом із додатковими молекулами, які схожі, хоча дещо відрізняються за структурою (наприклад, завдяки сайт-

специфічному мутагенезу), що є спробою утворити молекулу, яка буде «ідеальним відповідником» (наприклад, рецепторові).

Molecular dynamics / молекулярна динаміка – моделювання залежної від часу поведінки молекулярної системи (вібраційний чи броунівський рух). Це потребує розрахунку енергії системи, найчастіше з використанням моделей молекулярної механіки. Застосовується для розрахунку сил, що впливають на атом певної геометрії.

Molecular machines / молекулярні машини – «машини» нанометрових розмірів, здатні виконувати різні технологічні завдання.

Molecular mechanics / молекулярна механіка – розрахунковий емпіричний метод визначення геометричних характеристик й енергії молекул. Метод засновано на припущенні про те, що енергія молекули є сумою внесків, які пов'язані з деформацією довжин зв'язків, валентних і торсійних кутів. Крім того, в загальному виразі для енергії завжди є член, що відображає ван-дер-ваальсові та електростатичні взаємодії валентно незв'язаних атомів.

Molecular modeling / молекулярне моделювання (моделювання на молекулярному рівні) – процес автоматизованого проектування, в якому використовуються програми обчислювальної хімії для створення моделі макромолекул на основі електронної структури та розрахунків молекулярної механіки і тривимірних експериментальних даних. Метод молекулярного моделювання дає змогу отримати дані про квантово-хімічні властивості хімічних сполук та передбачити найбільш вигідну для утворення стійкого комплексу орієнтацію і розташування однієї молекули стосовно іншої.

Molecular nanomotors / молекулярні наномотори – функціональні молекулярні агрегати великої складності. Нанорозмірні мотори, утворені на основі білків (обертальних і лінійних) є ідеальним інструментом для наноактивації та нановиготовлення. Відомі три типи цитоплазматичних моторів: міозини, які рухаються вздовж актинових філаментів, та кінезини й динеїни, що використовуються як колії для переміщення мікротрубки. Основою функціонування цих структур є процес гідролізу АТФ. Завдяки

процесу гідролізу АТФ відбуваються конформаційні зміни моторних ділянок, кінцевим результатом яких є рух наномоторів.

Молекулярні наномотори виконують транспортну функцію, уможлиблюють рухливість та поділ клітин, а також, об'єднуючись у великі скупчення, забезпечують можливість руху на макрорівні. Різниця між молекулярними наномоторами та макромоторами полягає в тому, що молекулярні наномотори є екологічно безпечними, біосумісними та діють в оточеннях, де теплові коливання істотні порівняно із спрямованим рухом мотору.

Molecular physics / молекулярна фізика – розділ фізики, який вивчає структуру, сили міжмолекулярної взаємодії, характер теплового руху частинок (атомів, молекул, іонів), механічні і теплові властивості речовин у різних агрегатних станах. Молекулярна фізика тісно пов'язана із атомною фізикою, теоретичною хімією і хімічною фізикою.

Molecular propeller / молекулярний пропелер – нанорозмірна молекула у формі гвинта, здатна робити обертові рухи завдяки спеціальній формі, аналогічній формі макроскопічного гвинта.

Molecular sieves / молекулярні сита – структури, що мають пори/канали з внутрішнім діаметром, меншим 0,5 нм, і можуть використовуватися для відокремлення малих молекул (у розчині) від великих.

Molecular similarity / молекулярна подібність – характеристика, що відображає структурну близькість або відмінність певних молекул. Ступінь подібності між молекулами залежить від того, які молекулярні параметри використовуються для його встановлення. На порівнянні подібності структури і властивостей молекул засновано більшість методів квантової хімії.

Molecular topology / молекулярна топологія – застосування теорії графів, молекулярних дескрипторів, методів QSAR для дослідження молекулярної структури і прогнозування фізичних, хімічних, біологічних, фармакологічних і токсикологічних властивостей лікарських засобів. Дослідження з молекулярної топології спрямовані на розробку нових

лікарських засобів за допомогою числових показників, названих топологічними індексами. Числовий формат топологічних індексів полегшує автоматичний пошук молекул з подібними структурними властивостями, отже і придатних кандидатів з потрібними фізико-хімічними, біологічними і фармакологічними властивостями.

Галузі застосування досягнень молекулярної топології:

1. Прогнозування фізико-хімічних параметрів. В'язкість, поверхневий натяг, температурна провідність, коефіцієнт заломлення можуть подаватися у лінійному вираженні топологічних індексів.

2. Прогнозування фармакологічних властивостей, таких як антигістамінні, протигрибкові, антибактеріальні, а також канцерогенності.

3. Вивчення нової біологічної дії через віртуальний скринінг і молекулярний дизайн. «Topological virtual screening» уможлиблює найкращий молекулярний вибір. Остаточна модель узагальнює набір фармакологічних властивостей здатних диференціювати потенційно активні сполуки від неактивних.

4. Математичні моделі відбору і створення нових активних препаратів, таких, наприклад, як протисудомних, бронхорозширюючих, антигерпесних, антибактеріальних, антималярійних.

Молекулярна топологія – це не лише альтернативний метод звичайних досліджень, а й незалежний, оскільки репрезентує прямий зв'язок між молекулярною структурою і фармакологічними властивостями лікарських засобів.

Molecular weight / **молекулярна вага** – сума ваги всіх атомів, які входять до складу молекули.

Molecular wire / **молекулярний дріт** – молекули з фізичними й електричними властивостями, які надають їм можливість переносити заряд. Для цих молекул характерне високе співвідношення розмірів і висока провідність.

Molecule / **молекула** (з лат. *moles* – шматок) – найменша частинка, що здатна існувати самостійно, зберігаючи основні хімічні властивості цієї речовини. Молекули простих речовин складаються з атомів одного хімічного елемента, а молекули складних речовин – з атомів різних елементів.

Monolayer protected clusters (MPCs) / моношарові захищені кластери (МЗК) – металеві кластери, покриті органічним моношаром, який запобігає їх незворотному агрегуванню. Ці наночастинки зазвичай формуються відновленням солі благородного металу за наявності поверхнево-активної речовини, що утворює моношар на поверхні зростаючих кластерів, обмежуючи їх подальший ріст і стабілізуючи проти агрегації.

Monomers / мономери (з грец. *monos* – один, *meros* – частина) – низькомолекулярні хімічні сполуки, молекули яких здатні реагувати між собою або з молекулами інших сполук і є первісним матеріалом для синтезу полімерів. Ці маленькі молекули, поєднані для утворення полімерних молекул, є ненасиченими або нестійкими активними циклічними хімічними сполуками, здатними до ковалентних взаємодій із собою подібними чи іншими ненасиченими або циклічними молекулами, тобто до реакцій полімеризації або поліконденсації. Таким чином, мономери – це сполуки, які мають кратні зв'язки, циклічні групи та сполуки із різними функціональними групами, наприклад, етилен, метакрилова кислота, акрилонітрил тощо.

Monte Carlo method / метод Монте-Карло – емпіричний метод статистичної механіки, який ґрунтується на генерації випадкових чисел (отримав назву від знаменитого казино). Зокрема, застосовується для одержання оптимальних конформацій молекулярних систем, причому пробні переміщення атомів здійснюються випадково.

Motor proteins / моторні білки – особливі молекули білків (кінезин, міозин, актин тощо) всередині клітин, які транспортують різноманітні фізіологічно активні речовини (новоутворені білкові молекули тощо) з однієї частини клітини до іншої. Деякі з них іноді також переміщують усю клітину в інший локус усередині організму.

Movchan and Demchishin SZM / модель зон структури Мовчана і Демчишина – одна з перших моделей зон структури, яка класифікує структуру суцільної плівки згідно з температурою субстрату під час осадження. Ідентифіковано три «зони» будови, текстури плівки. У зоні 1

переважають атомні ефекти затінювання ($T/T_m < 0.3$); в зоні 2 – ефекти поверхневої дифузії ($0.3 < T/T_m < 0.5$), в зоні 3 – ефекти об'ємної дифузії ($T/T_m > 0.5$).

Multivariate data analysis / багатовимірний (багатофакторний) аналіз даних – методи роботи з великими таблицями інформації, яка відображається у кількох змістовних графіках, що містять найважливіші відомості. Методами відображення є, наприклад, аналіз основних компонентів для загального огляду груп і трендів, класифікація або дискримінантний аналіз для аналізу груп та багаторівневий регресійний аналіз чи проектування методом найменших квадратів для створення кількісних моделей з метою прогнозування і виявлення властивостей невідомих аналітів.

Multiwall carbon nanotube (MWCNT) / багатостінна вуглецева нанотрубка (БСВНТ) – складається з кількох концентричних одностінних нанотрубок із зростаючим діаметром.

Mutant / мутант – організм, популяція, скупчення генів або хромосом, що спадково відрізняються від відповідного звичайного типу однією або кількома комплементарними парами основ нуклеїнових кислот.

Mutation / мутація – природна чи штучна зміна в механізмі накопичування генетичної інформації в організмі, що розвивається.

Mutual prodrug / спільний пролікарський засіб – сполучення в унікальну молекулу двох, зазвичай синергічних лікарських засобів, які прикріплені один до одного, де один лікарський засіб слугує носієм для іншого та навпаки. Синергізм є комбінованою дією лікарських речовин на організм, за якої сумарний ефект перевищує дію, яку здійснює кожен компонент окремо.

N

Nano self-assembly / наносамоскладання (наносамозбирання) – складання структур, які чергуються і містять протилежно заряджені поліелектроліти і наночастинки, забезпечуючи утворення плівок завтовшки 5–500 нм із моношарів різних речовин, що зростає у заданій послідовності на будь-якому субстраті з кроком близько 1 нм. Метод названо «молекулярною епітаксією в хімічній склянці». Адже за допомогою простих інструментів (використовуючи тенденцію матеріалів до самоскладання) можна утворити молекулярно організовані плівки, схожі на ті, які отримані завдяки дуже складним та дорогим технологіям молекулярної променевої епітаксії для металів і напівпровідників.

Nanoaccumulators / наноакумулятори (з лат. *accumulator* – збирач) – електричний, гідравлічний або тепловий прилад нанометричного масштабу для нагромадження енергії з метою її подальшого використання. На початку 2005 р. компанія Altair Nanotechnologies (США) оголосила про створення інноваційного нанотехнологічного матеріалу для електродів літій-іонних акумуляторів. Акумулятори з $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ електродами заряджаються 10–15 хв. У 2006 р. успішно завершилися випробування наноакумуляторів для електромобілів.

Nanoalloying / наносплавлення – перемішування на атомарному рівні принаймні двох складових розміром 1–100 нм хоча би в одному напрямку.

Nanoaluminum / наноалюміній (з лат. *alumen* – галун) – наночастинки алюмінію, сріблясто-білого металу. У медицині широко застосовують адсорбувальні, обволікаючі, антацидні, захисні та знеболювальні властивості препаратів алюмінію. Їх використовують зовнішньо у вигляді мазей, присипок і паст для лікування шкірних хвороб, а також внутрішньо як антацидні засоби при виразковій хворобі шлунка та

дванадцятипалої кишки, гіперацидному гастриті, печії, дискомфорті, диспепсичних явищах та харчових отруєннях. Наночастинки алюмінію у сполуках з іншими модифікованими нанoeлементами можуть змінювати властивості поверхні, на яку їх нанесено шляхом полімеризації. Метод прикріплення силоксанних еластомерів на поверхні напівпровідникового оксиду металу засновано на використанні спеціально підготовлених магнітних наночастинок (дослідження проводилося з наночастинками алюмінію). Така суміш дає змогу зберегти еластичні властивості поверхні металу. Планується застосовувати магнітні наночастинки на еластомерній основі для виготовлення композитних матеріалів з магнітними, оптичними та каталітичними властивостями.

Бавовняні матеріали, змінені шляхом структуризації їх наночастинками Al_2O_3 , набувають водонепроникних властивостей, які відрізняються від досягнутих звичайним покриттям тканини водонепроникними плівками. Алюміній входить до складу нанодротинок.

Нанопорошки з різних металів, зокрема з додаванням наноалюмінію, активно використовують для виготовлення всіх видів магнітних носіїв інформації. Їх спеціальні суміші «ремонтують» двигуни внутрішнього згорання. Мікропористі матеріали годяться для зберігання водню та вилучення розливої на водній поверхні нафти.

З метою формування стовпчастих наноструктур використовують основу з пористого анодного алюмінієвого диска з електроосадженими на ній металами: золота – для т.з. “working electrode”, платини – “counter electrode” та $Ag/AgCl$ – для “reference electrode”. Усі наноструктури виявилися стійкими у водному середовищі, а в електродах посилили електромеханічну відповідь порівняно з “напиленими” електродами. Їх можна використовувати для підвищення чутливості електромеханічних біосенсорів.

Наночастинки гідроксиду алюмінію застосовують для цільової доставки лікарських засобів. Досліджено ємнісні характеристики наносфер $\gamma-AlO(OH)$, що утворюються змішуванням двох рідинних фаз

води і жиру з формуванням міцел. Основним в утворенні наносфер є ядро, на якому в подальшому наростає оболонка преципітату наноелементів, переважно алюмінію. Надалі ядерна основа вилучається, утворюються порожнисті сфери діаметром 30 нм і стінками завтовшки 5–6 нм. Щільна структура ядерного шаблону важко піддається вилученню зі сфери, призводячи до її руйнування, тому здійснено розробки з використанням поліелектролітних капсул. У разі наповнення таких капсул діючою речовиною (лікарськими засобами) подальше їх звільнення відбувається із зміною осмотичного тиску. З наносфер вивільнити діючу речовину важче через стійкість їхньої стінки. Альтернативою щільних “ядер” можуть стати водянисті міцели, т.з. “краплі води” з алюмінієвою стінкою. Створено “таблетки” на основі сполук наноалюмінію з метою точного, тривалого і контрольованого дозування хімічних реагентів і каталізаторів для доставки в організм. Такі механічно міцні нанопористі таблетки з великою площею поверхні можна наповнити різноманітними органічними та неорганічними каталізаторами.

Значну увагу вчені приділяють дослідженням токсикологічних аспектів дії наносполук алюмінію (Al_2O_3). Для цього використовують ракоподібних – церіодафнію (*Ceriodaphnia dubia*), тигрових черв'ячків (*Eisenia fetida*), культури клітин. Наночастинки Al_2O_3 виявилися більш токсичними, ніж частинки мікророзмірів. Однак у навколишньому середовищі токсичних концентрацій наносполуки алюмінію не досягають, отже, не загрожують безпеці тварин. Але досліджень щодо впливу наночастинок алюмінію на організм людини та експериментальних тварин небагато. Існує припущення, що токсичний вплив наносполук алюмінію на клітини людини зумовлений порушенням функцій мітохондрій. Доведено, що глутатіон зменшує цитотоксичність наноалюмінію. Дослідження токсикологічних властивостей наноалюмінію *in vitro* та *in vivo* необхідно продовжити, застосовуючи сучасні токсикологічні методи. Це доцільно проводити тому, що препарати алюмінію застосовують у медичній практиці (альмагель, маалокс тощо).

Nanoassembler / наноасемблер – маленька молекулярна наномашина, яка маніпулюванням атомів або молекул може побудувати будь-яку більшу функціональну структуру.

Nanoassembly / наноскладання (нанозбирання) – дослідження механізмів поєднання в одну групу компонентів нанометрового розміру для формування функціональних машин або приладів.

Nanobelts / нанопояси – одновимірні (квазіодновимірні) монокристалічні наноструктури з прямокутним поперечним перерізом. Головна відмінність нанопоясів від інших одновимірних наноструктур – це прямокутний поперечний переріз й ідеальна кристалічна структура з гладенькою поверхнею на рівні атомів і відсутністю дефектів чи дислокацій. Це дає змогу використовувати їх не тільки як об'єкти для дослідження структур нанорівня, а й у виробництві різноманітних пристроїв, зокрема медичного призначення.

Nanobiology / нанобіологія – наука, що досліджує загальнобіологічні закономірності взаємодії наночастинок із живими структурами на основі знання фізіологічних, біохімічних, фізичних, хімічних, фармакологічних, токсикологічних властивостей наноматеріалів. Нанобіологія поєднує засоби, підходи й матеріали нанонауки та біології; розв'язує біологічні завдання за допомогою нанотехнологій; розробляє способи створення молекулярних приладів із використанням біомакромолекул; створює наномашини шляхом імітації та запозичення підходів, використовуваних природою.

Nanobiomaterial / нанобіоматеріал – наноматеріал, виготовлений завдяки самоорганізації спроектованих біологічних полімерів або їхніх похідних.

Nanobiomotors / нанобіомотори – нанорозмірні машини, виготовлені з макромолекулярних комплексів, які перетворюють джерело первинної енергії на механічний рух.

Nanobiotechnology / нанобіотехнології – керування біологічними процесами у нанометровому масштабі. У нанобіотехнології

використовують біологічні молекули, нанобіоміметичні матеріали; нанотехнологічні прилади та наноматеріали.

Nanobismuth / **нановісмут** – наночастинки вісмуту. Вісмут – малопоширений елемент. Його кларк (вміст у земній корі за масою) становить $2 \cdot 10^{-5}\%$. За таким показником цей елемент є близьким до срібла. Вісмут трапляється в природі у вигляді мінералів, переважно гідротермального походження: вісмутин або вісмутувий блиск (Bi_2S_3), вісмут самородний (Bi), бісміт, або вісмутова вохра (Bi_2O_3), тетрадимит (Bi_2Te_3). Ці мінерали можуть бути домішками у свинцево-цинкових, мідних, молібденово-кобальтових й олово-вольфрамових рудах, тому вісмут добувають як побічний продукт переробки поліметалевих руд. Джерелами потрапляння вісмуту в природні води є процеси вилуджування вісмутвмісних мінералів, а також стічна відпрацьована вода з підприємств фармацевтичної, парфумерної та скляної промисловості.

Наноматеріали вісмуту одержують різними фізичними й хімічними методами. Так, вісмутіві нанопровідники діаметром 13 нм і завдовжки 30–50 нм виготовлені введенням рідкого вісмуту в пористу алюмінієву пластину, або електроосадженням вісмуту в таку пластину. Наночастинки вісмуту розміром ~ 20 нм одержували радіолітичним відновленням водяних розчинів. Через нестійкість цих частинок до окиснення на повітрі їх захищали полімерними покриттями. Без захисного покриття частинки рентгеноаморфні, тоді як з покриттям частинки вісмуту розміром ~ 13 нм мають високий ступінь кристалічності.

Металевий вісмут має псевдошарову структуру, дуже схожу на структуру ромбоєдричного графіту й чорного фосфору, а тому передбачалася можливість одержання вісмутувих нанотрубок. Такі нанотрубки діаметром 5 нм і завдовжки 0,5–5 мкм одержали низькотемпературним гідротермальним методом.

Біологічну активність нановісмуту досліджували з використанням стандартних типових культур мікроорганізмів – для визначення їх антимікробної дії. Встановлено високий бактерицидний ефект наночастинок вісмуту, зокрема, стосовно синьогнійної бактерії. При

цьому препарат нановісмуту за ефективністю не поступався аналогічному препарату з наночастинками срібла. Нановісмут і його сполуки застосовують у різних галузях науки і техніки, медицині та побуті. Досить перспективне використання нановісмуту у складі фармацевтичних засобів.

Вивчення комплексів амінокислот і нановісмуту. Комплекси з основними металічними елементами, зокрема нановісмуту, володіють певними фізіологічними властивостями, тому створення біоорганічних комплексів наночастинок вісмуту з амінокислотами становить інтерес для різних галузей. Комплекси амінокислот і наночастинок вісмуту можна отримувати за допомогою реакції, що відбувається за кімнатної температури.

Враховуючи доведену в минулі десятиліття високу етіотропну (трепонемоцидну) дію препаратів вісмуту (бійохінол, бісмоверол, пентабісмол), розробка та запровадження у сифілідологічну практику цих засобів, синтезованих за новітніми нанотехнологіями, відкриває нові можливості високоефективної антибіотикотерапії хворих з пізніми формами сифілісу та запобігання розвитку у них серорезистентності, що має вагомє медичне і соціальне значення.

Nanobody / нанотіло – найменша можлива частина антитіла, що зв'язується з антигеном або гаптенем. Незважаючи на те, що нанотіла отримують не природним способом (наприклад, тіло завжди виробляє повні або повнорозмірні антитіла), нанотіла (завдовжки приблизно 120 амінокислот) можуть одержувати шляхом генетично створених клітин, вирощених за допомогою клітинної культури. Оскільки нанотіла здатні виживати у висококіслотних умовах (наприклад, під час перенесення через шлунок), не втрачаючи біологічної активності, вони можуть використовуватися у препаратах для перорального застосування.

Nanocable / нанокабель – одновимірний наноматеріал зі структурою у вигляді дроту чи оболонки.

Nanocapsule / нанокапсула – сферична частинка субмікронного діаметра. Складається із зовнішньої полімерної стіни, що оточує внутрішнє ядро. Нанокапсула є наночастинкою з лікарською речовиною

усередині. Нанокapsули подібні до везикулярних систем, де препарат міститься у порожнині – рідкому ядрі, оточеному полімерною мембраною. Порожнина містить активну речовину в рідкій або твердій формі. Властивості нанокapsул залежать від методу та способу їх одержання.

Nanocatalyst / нанокаталізатор – сукупність металевих наночастинок, в ідеалі однакового розміру, що збираються на інертній підставці-опорі (носій каталізатора).

Nanoceramics / нанокераміка – нанокерамічні матеріали, які містять оксидні та/або нітридні фази з розміром зерна від кількох десятків до кількох сотень нанометрів.

Nanochannel-forming host-guest compounds / сполуки «хазяїн – гість» (СХГ), що утворюють наноканали. У СХГ хромофори інкорпоровано в канали неорганічних (неоліти, нанопористий кремнезем) або органічних речовин-«хазяїв» (наприклад, пергідротрифенілен). СХГ – це ідеальні системи для вивчення слабких біполярних взаємодій хромофорів.

Nanochemistry / нанохімія (з лат. *chymia* – вміння плавити метал) – наука, що вивчає склад, будову, перетворення та властивості речовин, отриманих за допомогою нанотехнологій. Значний цикл досліджень з нанохімії здійснений в Інституті біоколоїдної хімії ім. Ф. Д. Овчаренка НАН України (директор – д.х.н. проф. З. Р. Ульберг). Завдяки дослідженням З. Р. Ульберг і співавторів з'ясовані молекулярні структури комплексів нанометал – біомекули та механізми, відповідальні за цей процес. Виділено два основних механізми, що визначають процеси сорбції (див.: *adsorption* / *адсорбція*, *absorption* / *абсорбція*), гетерокоагуляції (див.: *heterocoagulation* / *гетерокоагуляція*), а також адгезії наночастинок (див.: *adhesion* / *адгезія*) на поверхні клітин.

Nanocluster-assembled film / плівка із зібраних нанокластерів – плівки, утворені завдяки кластерам вибраних розмірів та певних наноструктур, нанесених на підкладку або плівку з кластерів, куди введено різноманітні матриці.

Nanoclusters (nanoparticles) / нанокластери (наночастинки) – агрегати атомів або молекул, що містять від кількох до кількох тисяч атомів і мають властивості, які різко відрізняють їх від більшості агрегатів (сукупностей атомів). Розмір нанокластерів варіює у діапазоні 1–100 нм. Наночастинка поводить себе як великий атом із дискретними рівнями енергії. Зі зменшенням розміру кластера відношення поверхні до об'єму зростає, а поверхневі явища домінують над електронними та оптичними властивостями кластера.

Nanocoating / нанопокриття – слугують для створення нових наноматеріалів із дивовижними властивостями, підвищують довговічність, надійність, ефективність деталей, запобігають їхній корозії, окисненню, перегріванню. Завдяки цим властивостям їх використовують у різних галузях техніки – аерокосмічній, автомобільній промисловості, військово-промислового комплексу тощо.

Nanocomposite / наноккомпозит – комбінація двох або більше компонентів, фізичний розмір хоча б одного з них, як правило, менший 100 нм, що зумовлює виникнення особливих властивостей матеріалу, залежних від розміру.

Nanocomputer / наноккомп'ютер – комп'ютер, розміри якого від $10^{-7.5}$ до $10^{-10.5}$ метрів (від ~ 32 до $\sim 0,32$ нм, ближче до 1 нанометра, ніж до 1 мікрметра або 1 пікомметра за логарифмічною шкалою).

Nanocontact printing / наноконтактне друкування – метод виготовлення шаблону, який використовується для виконання літографії на фарбах, протеїнах чи будь-яких рідинах із застосуванням пористих відбитків нанометрових розмірів.

Nanocopper / наномідь – наночастинки міді. Мідь – рожевувато-червоний метал, коли просвітлювати в тонких шарах – зеленувато-блакитний, м'який та ковкий, добрий провідник тепла й струму, поступається цим якостям лише сріблу, входить до семи найцінніших металів поряд із золотом, сріблом, залізом, свинцем, оловом і ртуттю. Мідь належить до групи самородних металів. Найважливішими сплавами міді є: бронза, латунь, мельхіор.

Фізичні властивості міді. Метали підгрупи міді, як і лужні метали, мають по одному вільному електрону на один іон-атом металу. Але на відміну від лужних металів, такі сполуки плавляться за достатньо високих температур. Метали підгрупи міді, порівняно з лужними металами, твердіші. Твердість та міцність металів залежать від правильності розміщення іон-атомів в кристалічній решітці. Червоний колір міді обумовлений наявністю в ній розчиненого кисню. За відсутності кисню мідь набуває жовтуватого забарвлення. З підвищенням валентності змінюється і забарвлення міді, наприклад CuCl – білий, Cu_2O – червоний, $\text{CuCl} + \text{H}_2\text{O}$ – блакитний, CuO – чорний. Карбонати характеризуються синім і зеленим кольором при наявності води.

Хімічні властивості міді. Мідь виявляє до кисню незначну активність, але у вологому повітрі поступово окислюється і покривається плівкою зеленуватого кольору. В сухому повітрі окислення відбувається повільно, на поверхні міді утворюється дуже тонкий шар оксиду. Мідь окиснюється і при нагріванні ($600\text{--}800^\circ\text{C}$). У перші секунди окиснення відбувається до оксиду міді (I), яка з поверхні переходить в оксид міді (II) чорного кольору. Утворюється двошарове окисне покриття.

Мідь має здатність взаємодіяти з водою. Метали підгрупи міді містяться наприкінці електрохімічного ряду напружень, після гідрогену, тому вони не можуть витіснити гідроген із води. Натомість гідроген та інші метали спроможні витіснити метали підгрупи міді з розчинів їхніх солей. За відсутності кисню мідь практично не взаємодіє з водою. В присутності кисню вона повільно взаємодіє з водою і покривається зеленою плівкою гідроксиду міді й основного карбонату.

Взаємодія з кислотами. Мідь не витісняє гідроген з кислот: соляна і розведена сірчана кислоти на мідь не діють. Проте за наявності кисню мідь розчиняється в цих кислотах з утворенням відповідних солей. Мідь добре реагує з галогенами. Під впливом галогенів за кімнатної температури видимих змін не відбувається, але на поверхні спочатку утворюється шар адсорбованих молекул, а згодом – тонкий шар галогенідів. Одновалентні галогеніди міді отримують у різі взаємодії

металічної міді з розчином галогеніду міді (II). Коли мідь прожарювати в повітрі, вона покривається чорним нальотом, що складається з оксиду міді. Його також можна отримати прожарюванням гідроксикарбонату міді (II) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ чи нітрату міді (II) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Гідроксид міді – малорозчинна і нестійка сполука. Отримують її у разі дії лугу на розчин солі. Це іонна реакція, і відбувається вона тому, що утворюється погано дисоційована сполука, яка випадає в осад. Мідь, окрім гідроксиду міді (II) блакитного кольору, утворює ще й гідроксид міді (I) білого кольору. Це нестійка сполука, яка легко окиснюється до гідроксиду міді (II). Гідроксиди міді володіють амфотерними властивостями. Наприклад, гідроксид міді (II) добре розчинний не лише в кислотах, а й у концентрованих розчинах лугів. Таким чином, гідроксид міді (II) може дисоціювати і як основа, і як кислота. Цей тип дисоціації пов'язаний із приєднанням до міді гідроксильних груп води.

Істотне практичне значення має $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, що отримав назву “мідний купорос”. Його готують розчиненням міді в концентрованій сірчаній кислоті. Оскільки мідь належить до малоактивних металів, водень при цьому не виділяється.

Синтез наночастинок міді. Після введення водного розчину міді міцелярний розчин кверцетину забарвлюється в яскраво-жовтий колір, потім він швидко темніє, набуває жовто-коричневого відтінку. Проте комплекс невдовзі розпадається з утворенням атомів міді і окисненого кверцетину. Швидкість його утворення та розпаду залежить від параметрів системи (концентрацій міді та кверцетину, ступеня гідратації середовища). Для синтезу наночастинок міді використовували сульфат міді, деіонізовану воду, а для отримання зворотніх міцел – поверхнево-активні речовини (натрієву сіль біс-(2-етилгексил) сульфосукцинату), як розчинник – октан, ізооктан, а як відновник – кверцетин. Наночастинки міді з міцелярних розчинів наносили на неорганічні носії: оксид алюмінію чи крупнопористий силікагель. Для каталітичних процесів застосовували 3,4-дихлорбутен-1 і хроматографічний чистий чотирьох хлористий карбон.

Із міцелярного розчину наночастинки міді осаджували на тверді неорганічні оксиди алюмінію і кремнію. Адсорбцію наночастинок реєстрували за змінами спектрів оптичного поглинання міцелярного розчину після занурення адсорбенту.

Наночастинки міді отримують за допомогою електронно-променевого випаровування речовин у вакуумі (метод молекулярних пучків). Цей метод характеризується універсальністю, продуктивністю та економічністю.

Розроблено новий спосіб отримання стабільних металічних наночастинок – метод біохімічного синтезу в зворотних міцелах. Цей метод належить до групи хімічних, коли наночастинки отримують шляхом хімічного відновлення іонів металів із їхніх солей. Використання системи зворотних міцел у хімічному синтезі подовжило час життя наночастинок за наявності кисню.

Введення органічних лігандів на покриття наночастинок розширює можливості їх використання. Проводилися дослідження, в яких виявили біоцидні та консервуючі властивості нанодисперсій міді та препаратів на їх основі. За активну основу-субстрат використовували суперконцентрати нанодисперсій металічних частинок міді, отриманих методом рідиннофазного відновлення. Згідно з результатами досліджень дисперсії і препарати, виготовлені на їх основі володіють високою бактерицидною активністю до різних видів мікроорганізмів.

Наночастинки міді виявляють кардіопротекторну дію – підвищують виживання пацієнтів з інфарктом міокарда. Бактерицидні властивості наночастинок даного біметалу мають широкий спектр протимікробної дії, активні проти штамів, стійких до антибіотиків. Наночастинки міді менш токсичні, ніж солей цього біметалу. Наночастинки міді володіють вираженою протимікробною активністю. Отримані за допомогою електронних технологій композити наночастинок з міді та інших металів, зокрема заліза, також мають виражені протимікробні властивості. Ці композити можуть знайти застосування у лікуванні гнійно-запальних

захворювань у щелепно-лицевій хірургії, наприклад, при флегмонах декількох анатомічних ділянок.

Токсикологічні властивості наноміді залежать від безлічі факторів, серед яких – розмір, форма, площа поверхні, маса, заряд, розчинність, чистота, фармакокінетичні параметри. Незважаючи на зростання темпів впровадження матеріалів і препаратів наноміді у медичну практику, її вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище достеменно не з'ясований. Технологія отримання наночастинок міді потребує подальшого удосконалення та ґрунтовного вивчення.

Nanocrusts / наноскорини – новий клас наночастинок, які складаються із осердя, оточеного надтонкою оболонкою, і мають добре налаштовуваний плазмонний резонанс. Металічні наноскорини складаються зі сферичної діелектричної наночастинок, оточеної надтонким металічним шаром (частіше із золота, срібла, міді). Плазмонний резонанс наноскорин, що визначає їх оптичне поглинання і розсіювання, можна налаштовувати, змінюючи їхню будову.

Nanocrystal / нанокристал – частинка кристала розміром кількох нанометрів чи навіть менше. Нанокристал відрізняється від наноструктур, сформованих епітаксціальним вирощуванням або літографією. Нанокристали відомі також як наноскейлові напівпровідникові кристали. Будь-яка сукупність атомів – від кількох сотень до десятків тисяч, що сполучаються у кристалічну форму речовини, названу кластером. Зазвичай порядку десяти нанометрів у діаметрі, нанокристали є більшими, ніж молекули, але меншими, ніж більшість твердих тіл. Таким чином, вони виявляють особливі фізичні і хімічні властивості. Нанокристал є фактично цілком поверхневим, не має внутрішності, тому його властивості можуть суттєво змінюватися із збільшенням розміру.

Nanocrystalline / нанокристалін – маленькі кристалічні частинки, розмір яких вимірюється у нанометрах.

Nanocrystalline composite / нанокристалічний композит – нанокompозит, що складається з кристалів, середній діаметр яких порядку нанометрів.

Nanocrystalline diamond / нанокристалічний діамант – вуглецева плівка з гранулами, які вимірюються у нанометрах та поєднуються в основному sp^3 -зв'язками. Такі плівки виготовлені з використанням бакіболів або карбону, що містить газ Ar чи N та активується за допомогою мікрохвильової плазми або лазера.

Nanocrystalline silicon superlattice / нанокристалічна кремнієва суперґратка – структура, що складається з ультратонких нанокристалічних кремнієвих шарів, відокремлених двоокисом кремнію, завтовшки в нанометр.

Nanocrystallites / нанокристаліти – кристалічний матеріал (речовина) розміром порядку кількох нанометрів.

Nanodevices / наноприлади – прилади для виробництва наноматеріалів і здійснення процесів на атомному рівні.

Nanodiagnosics / нанодіагностика – застосування матеріалів, приладів або систем, що мають нанорозміри, для клінічної діагностики різних захворювань та патологічних процесів.

Nanodiamond / нанодіамант – діамант, частинки якого мають розмір порядку 1–10 нм і виготовлені за допомогою різних нанотехнологій: синтезу, хімічного осадження парів або молекулярних пучків.

Nanodrug / нанопрепарат – наномедикамент, до якого висувають такі основні вимоги: 1) має виявляти значно більш виражену лікувальну дію порівняно з подібним препаратом, що застосовується в медичній практиці; 2) спричинювати менше побічних ефектів, ніж аналогічний лікарський засіб; 3) бути стабільним, зберігати хімічну структуру протягом певного часу згідно з вимогами Фармакопеї; 4) не впливати негативно на клініко-фармакологічні властивості інших медикаментів; 5) фармакоєкономічні показники нанопрепаратів мають бути позитивними; 6) їх лікарська форма зручна для застосування; 7) технологія виробництва нанопрепарату доступна, екологічно чиста, економічно вигідна.

Nanoecotoxicology / наноекотоксикологія – оцінює безпечність наночастинок для зовнішнього середовища. Основними її завданнями є:

а) визначити орієнтовно найшкідливіші види наночастинок та найчутливіші групи організмів до певних наноструктур; б) забезпечити наявність відповідної екотоксикологічної інформації для оцінки ризику з боку нанотехнологій; в) розробити методи зменшення негативного впливу наночастинок на довкілля.

Nanoelectrode (NE) / наноелектрод – крихітний електрод, виготовлений з металу або напівпровідникового матеріалу, який має розмір від 1 до 100 нм. Наноелектроди, покриті полімерами, можуть відстежувати функціонування різних клітин організму та доставляти туди лікарські засоби з метою діагностики й лікування захворювань.

Nanoelectrode array (NEA) / матриця наноелектродів, або електродна матриця – електрод, що складається з групи багатьох електродів, які мають однаковий потенціал, відокремлені один від одного діелектричним матеріалом; ділянка активного електрода є сумою ділянок усіх електродів з матриці.

Nanoelectromechanical system (NEMS) / наноелектромеханічні системи (НЕМС) – системи нанометрових масштабів, що мають рухомі «механічні частини».

Nanoelectronics / наноелектроніка – електроніка, сконструйована з нанорозмірних компонентів, в якій вимірювання здійснюється у нанометровому масштабі.

Nanoembedded / нановбудований – нановбудовані частинки є особливим класом наноматеріалів, де нанорозмірні частинки розташовані в матриці.

Nanoencapsulation / наноінкапсулювання – покриття наночастинок для утворення нанокапсул. Наноінкапсулювання є процесом інкапсулювання, різновидом мікроінкапсулювання; технологією укладання біологічно активних речовин у нанорозмірні оболонки на основі біодегратованих полімерів та ліпідів. Мікроінкапсулювання – це процес укладання в оболонку мікронних частинок твердих, рідких або газоподібних речовин. Розмір вміщених у мікрокапсулу частинок може коливатися у широких межах, від 1 до 6500 мкм, тобто до розміру дрібних

гранул або капсул. Найширше застосування в медицині знайшли мікрокапсули розміром від 100 до 600 мкм. Сучасна технологія дає можливість наносити покриття на частинки розміром до 100 нм та менші, які називають нанокапсулами. Наноінкапсулювання реалізується за допомогою фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів, передусім шляхом утворення поліелектролітних комплексів, ліпосом, випарювання розчинника, контрольованого осадження, пошарового нанесення, обробки в надкритичних розчинах тощо. Розробка способів приєднання до наночастинок лігандів спрямованої дії допоможе доставляти біологічно активні речовини в певні тканини. Подальший розвиток цих нанотехнологій у перспективі уможливить створення принципово нових медикаментів та їхніх лікарських форм з контрольованим терапевтичним впливом на певні тканини й органи. Це забезпечить більший лікувальний ефект таких композитів, а також зменшить їхній негативний вплив на організм.

Nanoenvironment / наносередовище – середовище нанометрового масштабу, яке застосовується в різних нанотехнологічних процесах.

Nanoevaporation / наноапилення – процес нанесення наночастинок на поверхню матеріалу, результатом якого, як правило, є утворення наноплівки. Так, наприклад, за допомогою нанобіотехнологій здійснюють апилення внутрішньокісткової поверхні дентальних імплантатів, внаслідок чого підсилюється розмноження клітин, прискорюється загоєння кісткової рани, покращуються умови контакту імплантату з кістковою тканиною, її молекулами, зменшується ризик розвитку запальних ускладнень тощо.

Nanofabrication / нановиробництво – метод, який уможливорює формування наноструктур принаймні з одним бічним розміром, меншим за 100 нм.

Nanofabrication technology / технологія нановиробництва – створення маловимірних елементів у наномасштабі. Молекулярно-променева епітаксія на молекулярному пучку – один із прикладів виготовлення одновимірної структури з атомним моношаром (приблизно

0,2 нм). Сучасна технологія самоскладання квантових точок дає змогу отримувати квантові точки (тривимірні штучні атоми) об'ємом 1000 нм^3 .

Nanofiber or **self-assembly** (of a large molecular structure) / **нановолокно, або самозбірка** (про велику молекулярну структуру) – волокно діаметром від одного до кількох сотень нанометрів. До нановолокон належать наноструктури, два виміри яких мають від 1 до 100 нм та є істотно меншими за третій. Автоматичне впорядкування та збірка певних молекул у велику структуру. Прикладами таких великих молекулярних структур (їх часто називають надмолекулярними структурами чи надмолекулярними збірками) є нановолокна, нанодропи(ки), міцели, зворотні міцели, рибосоми, нанотрубки, вірус тютюнової мозаїки (ВТМ, який ще називають вірусом мозаїчної хвороби тютюну) та пептиди.

Уперше активну біологічну структуру, яка самозбирається, відкрили в 1955 році, коли Гайнз Франкель-Конрат (Heinz Frankel-Conrat) та Роблі Уїлльямс (Robley Williams) з'ясували, що ВТМ може знову збиратися у функціонуючі інфекційні (контагіозні) частинки вірусу (після того, як ВТМ розділювався (дисоціювався) на компоненти через занурення у концентровану оцтову кислоту).

У 2000 році Самюель Ступп (Samuel Stupp) розробив молекули, які складаються з двох частин (двоскладові молекули), відомі як пептиди амфіфілів (ПА), що самозбираються (наприклад, коли розміщені у просторі між зламаними кістками всередині людського організму) у нерухомі нановолокна. Вони мають певні пептиди на своїй зовнішній частині, що підтримують ріст гідроксиапатичних кристалів (складова частина кістки).

У подальшому дослідники «контролюватимуть» самозбірки молекулярних структур як:

- «сіток», «оболонок» для доставки фармацевтичних препаратів до патологічних процесів усередині організму людини;
- посудин для проведення хімічних реакцій;

- комп'ютерних обчислювальних та накопичувальних пристроїв, поєднаних між собою за допомогою нанодротиків;
- антибіотиків (наприклад, «пептидних нанотрубок», синтезованих шляхом самозбірки деяких пептидів у циліндри нанометрових розмірів). Ці пептидні нанотрубки є «мембранно-активними», вони одним кінцем приєднані до зовнішньої мембрани клітини, зумовлюють антибактеріальну дію, спричиняючи «витікання» вмісту клітини (наприклад, патогенної бактерії).

Матриці з нановолокон є перспективними як основа для тканинної інженерії з метою відновлення структури кісток людини. Перевагами нановолокон, на відміну від наночастинок, є висока пористість, варіабельний розподіл розмірів пор, високе співвідношення поверхня/об'єм і морфологічна подібність до природного екстрацелюлярного (позаклітинного) матриксу.

Nanofilm / наноплівка – полілактатне полотно, виготовлене за методикою комбінування роботи центрифуги і техніки відшаровування; має товщину 20 нм і площу в кілька квадратних сантиметрів. Наноплівка є операційним перев'язувальним матеріалом, оскільки щільно закриває розрізи і не потребує кріплень; може слугувати і для післяопераційної реабілітації, оскільки розріз, «заклеєний» подібним волокнистим матеріалом, заживає без небажаних зрощень і шрамів.

Nanofluidics / нанофлюїдика – наука, що вивчає властивості рідин у нанорозмірних структурах. До найважливіших феноменів у нанорозмірних рідинних системах належать:

1) феномен поверхневої енергії (у наноканалах опір рідини біля поверхні зменшується, внаслідок чого спостерігається «ефект ковзання» – рідина має відмінну від нуля швидкість переміщення; також проявом феномену є створення від'ємного тиску рідини в наноканалі);

2) феномен зсуву (зростання сил зсуву в нанорозмірній рідині уможливорює розтягування та фрагментацію молекул полімерів, що використовується у діагностичних та інших цілях);

3) феномен надгідрофобності, або «лотос-ефект» (цьому сприяє значна шорсткість поверхні наноканалів);

4) феномен електричного подвійного шару (внаслідок наближення значення радіуса наноканалів до довжини Дебая у останніх спостерігається явище накладання електричних подвійних шарів поверхонь, що зумовлює значне зростання електропровідності каналу);

5) феномен розміру (розмір молекул та об'ємні сили відштовхування на нанорозмірному рівні спричиняють виникнення ефекту ексклюзії – різної здатності речовин проникати в пори носія);

6) феномен молекулярної структури (врахування взаємодій на рівні окремих молекул системи є надзвичайно важливим для нанофлюїдики);

7) феномен ентропії (природні системи прагнуть до збільшення ймовірних станів – збільшення ентропії. Наприклад, ДНК має значно більше ймовірних станів у згорнутому вигляді, ніж у розгорнутому).

Nanogears / наномеханізми – фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, фізіологічні, біохімічні механізми, які існують у наномасштабних структурах.

Nanogel / наногель – 1) частинка гелю субмікронного розміру, в якому є нанопори; 2) підклас мікрогелів, утворених внутрішньомолекулярним зшиванням одиничних макромолекул.

Nanogenotoxicology / наногенотоксикологія – вивчення токсичних властивостей наноматеріалів, їхнього впливу на геном і ДНК для передбачення, профілактики та лікування небажаних негативних ефектів наночастинок.

Nanogeometry / наногеометрія – вивчає топографічні характеристики, форму, структуру речовини (наприклад, пірамід, пор, пазів тощо) у наномасштабі.

Nanogold / нанозолото – наночастинки золота. Одна із основних властивостей нанозолота, яка застосовується для медичних цілей, – це поверхневий плазмонний резонанс. Наночастинки здатні відбивати світло з інтенсивністю, що на порядки перевищує інтенсивність випромінювання багатьох відомих барвників, які використовуються у діагностичних та

лікувальних цілях, причому, на відміну від останніх, не спостерігається ефекту знебарвлення. Це зумовлює інтенсивність і колір забарвлення колоїдних розчинів наночастинок золота (червоний, блакитний, фіолетовий). Водночас наночастинки золота сильно поглинають хвилі з певною довжиною з подальшим перетворенням енергії світла на теплову. Довжина хвилі, за якої спостерігається поверхневий плазмонний резонанс, істотно залежить від форми, розмірів та хімічної природи наночастинок. Явище поверхневого плазмонного резонансу лежить в основі нової методики діагностики та лікування пацієнтів із злоякісними пухлинами.

Інша важлива властивість наночастинок і нанопокриттів золота на відміну від макроскопічних об'єктів – їх хімічна активність. Наночастинки золота можуть переносити специфічні розпізнавальні молекули (антитіла та антигени, ДНК, ферменти, біотин або стрептавідин тощо) і використовуватись у імунологічних, біохімічних дослідженнях і в лікуванні. Іноді, коли молекула не має тілової групи, цю групу приєднують хімічним синтезом або генно-інженерними методами. У деяких випадках біомолекули приєднуються до поверхні наночастинок золота не ковалентно, а шляхом електростатичних, гідрофільних та гідрофобних взаємодій.

Колоїдним розчинам наночастинок золота властива агрегативна нестійкість, особливо у присутності іонів (Na^+ , K^+ тощо). Для зменшення нестійкості загальноприйнятим є метод функціоналізації – покриття поверхні наночастинок хімічними речовинами з метою покращання її властивостей. Для функціоналізації використовують поверхнево активні речовини (натрію додецилсульфат, цетилтриметиламонію бромід, тетраметиламонію бромід), полімери – поліетиленгліколь, полістиренсульфонат, а також полі-L глютамінову кислоту. Функціоналізовані наночастинки золота зберігають агрегативну стійкість протягом кількох місяців.

Висока каталітична активність – ще одна властивість золота, яка проявляється на нанорівні. Вона пов'язана з наявністю великої кількості поверхневих атомів золота, що взаємодіють із субстратом. Запропоновано

методики, де використовується каталітична активність наночастинок золота. Золото у поєднанні з оксидом церію каталізує реакцію окиснення чадного газу у вуглекислий. Не менш важливими є й електрохімічні властивості наночастинок золота, які використовуються у низці методик у ролі елементів нанобіосенсорів.

Особливу увагу в контексті медичного застосування слід звернути на токсичність нанозолота. У ряді робіт вказується, що наночастинки золота мають низьку цитотоксичність та високу біосумісність.

Отже, наночастинки і нанопокриття із золота відкривають широкі перспективи для впровадження препаратів на їх основі у медичну практику. Їх успішно використовують для діагностики специфічних біомаркерів хвороб, цільової доставки лікарських засобів, у цитологічних та цитогенетичних дослідженнях. Особливо слід відзначити унікальні можливості нанозолота у терапії ракових та інфекційних захворювань. Для біомедичних цілей в основному застосовують нанострижні, наносфери та наноскоринки золота. Ці наночастинки володіють унікальними оптичними, хімічними та фармакологічними властивостями. Однак виникають певні труднощі при впровадженні їх у практику, пов'язані з проблемою відтворюваності, біологічними та токсикологічними аспектами. Попри це, можна сподіватися, що в майбутньому такі проблеми будуть розв'язані, оскільки наноматеріали відкривають нові можливості у медицині й техніці, недосяжні для традиційних методів. Зусиллями вчених різних сфер наукового пошуку розроблені нові технології отримання наночастинок із золота, що прискорять їх реалізацію у практичній діяльності людини.

Nanohardness / нанотвердість (для твердого матеріалу) – опір проти проникнення інших тіл на глибини нанометрових масштабів.

Nanohardness test / тест на визначення нанотвердості – вимірювання твердості, що ґрунтується на аналізі кривої навантаження–глибина у наномасштабі.

Nanoimprint / нановідбиток – друкарський метод використання відбитка нанометрового розміру для перенесення полімерної плівки на

поверхню твердої підкладки. Сформована полімерна плівка слугує активним шаром у пристроях або шаблоном у звичайних літографічних процесах.

Nanoindentation / наноіндентування – метод перевірки механічних якостей у навколоповерхневій ділянці. Процес індентування твердої поверхні відбувається загостреним твердим матеріалом із пірамідальним або тетраедричним наконечником. Оцінки твердості ґрунтуються на вимірюванні залежності глибини проникнення від сили навантаження, що коливаються від 10 нм до 200 μm та від 20 μH до 300 мН відповідно.

Nanoindenter / наноіндентор – пристрій, сконструйований для наноіндентування, здатний визначати коефіцієнт міцності та еластичність поверхні речовини в нанометровому масштабі.

Nanoiron / нанозалізо – наночастинки заліза й оксидів заліза, які завдяки унікальним суперпарамагнітним властивостям і здатності до біодеградації в організмі, а також відносної поширеності і дешевизни даного біометалу активно застосовують у багатьох біомедичних напрямках, таких як контрастне посилення при магнітно-резонансній томографії, магнітно-рідинна гіпертермія, доставка лікарських засобів, клітинна сепарація, відновлення тканин, детоксикація біологічних рідин тощо.

Наночастинки оксиду заліза складаються із серцевини і зовнішнього покриття. Серцевина представлена оксидом заліза (II,III) магнетитом (Fe_3O_4 або $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$) та/чи оксидом заліза (III) маггемітом ($\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$). Серцевина має дві частини – аморфну і кристалічну, причому кристалів оксиду заліза може бути один чи декілька. Покриття забезпечують стабільність наночастинок оксиду заліза у розчині і їх біосумісність.

Покриття на поверхні наночастинок оксиду заліза виконують цілий спектр важливих функцій: підвищують стабільність і розчинність, зменшують токсичність, імуногенність, а також забезпечують приєднання лігандів, лікарських засобів, захоплення клітинами-мішенями. Стабільність наночастинок оксиду заліза від агрегації у біологічних середовищах та під дією магнітного поля визначається як рівновага між

силами притягання (магнітні біполярні сили притягання та сили Ван-дер-Ваальса) і відштовхування (електростатичного і стеричного) наночастинок. Застосовують різноманітні мономерні (карбоксилати, фосфати), неорганічні (кремнезем, золото, гадоліній) та полімерні (декстран, поліетиленгліколь, полівініловий спирт тощо) покриття.

Фізико-хімічні властивості наночастинок заліза і наночастинок оксиду заліза. Нанозалізо характеризується властивостями, які відрізняють цей біометал від макроскопічного заліза. По-перше, наночастинки заліза мають підвищену хімічну реактивність, що може бути корисною у каталітичних застосуваннях. Причому вона сильно залежить від кількості атомів заліза у кластері. По-друге, як наночастинки заліза, так і наночастинки оксиду заліза за певних розмірів володіють суперпарамагнітними властивостями. Залізо за фізичною природою належить до феромагнетиків, тобто його атоми мають некомпенсовані власні магнітні моменти, які завдяки внутрішнім взаємодіям можуть набувати певної впорядкованої просторової орієнтації. Внаслідок цього феромагнетики проявляють спонтанну намагніченість навіть за відсутності зовнішнього магнітного поля. Якщо феромагнетик повністю розмагнітити (доклавши коерцитивну силу), він стає неоднорідним і розпадається на велику кількість магнітних доменів Вейса. Домени – частини об'єму феромагнетика, в яких магнітні моменти атомів орієнтовані однаково і тому домени намагнічені до насичення. При цьому сумарні магнітні моменти всіх доменів у розмагніченому феромагнетичу орієнтуються так, що взаємокомпенсують один одного. У феромагнетиках із нанометровими розмірами (~14 нм) розпадань на домени стає термодинамічно не вигідним, що спричинює формування однодомених суперпарамагнітних кристалів. Термін «суперпарамагнітний» вказує на сильну парамагнітну природу таких кристалів, тобто здатність до орієнтування зовнішнім магнітним полем. Але на відміну від парамагнетиків, вони мають значно більшу додатну магнітну сприйнятливність ($\chi \gg 0$), тобто властивість намагнічуватися і посилювати магнітний потік поля, в якому вони знаходяться. Хоча оксиди заліза –

магнетит і маґеміт – належать до феримагнетиків, вони мають магнітовпорядкований стан, а тому майже не відрізняються за магнітними властивостями від заліза і за певних розмірів їх нанокристалом притаманний суперпарамагнетизм. Тому наночастинки магнетиту і маґеміту (тобто наночастинки оксиду заліза), серцевина яких складається з одного чи декількох таких нанокристалів, ще називаються суперпарамагнітними наночастинками оксиду заліза (СПНОЗ, superparamagnetic iron oxide nanoparticles, SPIONs). Отже, термін СПНОЗ підкреслює головну фізичну властивість дрібних наночастинок оксиду заліза із однодоменною магнітною природою. Однак більші наночастинки заліза чи наночастинки оксиду заліза втрачають суперпарамагнетизм.

Завдяки своїм магнітним властивостям СПНОЗ застосовують як контрастні агенти для магнітно-резонансної томографії (МРТ). Коли СПНОЗ розташовані у зовнішньому постійному магнітному полі, їхні магнітні моменти орієнтуються відповідно до напрямку магнітного поля і посилюють його магнітний потік. СПНОЗ створюють істотні локальні зміни у магнітному полі завдяки дуже великим магнітним моментам, що спонукає оточуючі протони (ядра гідрогену) у складі молекул, на які налаштовані магнітно-резонансні томографи) швидко дефазувати, що зумовлює помітні зміни сигналу при МРТ. Таким чином, можливість посилення сигналу прихована не в самих СПНОЗ (як наприклад при контрастних рентгенологічних обстеженнях з BaSO_4), а в їхньому впливі на повздожню (спін-гратчасту, T1) та поперечну (спін-спінову, T2) релаксації оточуючих ядер на значно більших відстанях, ніж розмір самих частинок. Причому СПНОЗ здатні істотно скорочувати час спін-спінової релаксації, а тому посилювати T2-зважене зображення на МРТ. Тому їх ще називають «T2-контрастними агентами» з негативним контрастним ефектом, оскільки вони створюють темні ділянки на дисплеї чи МР-томограмах. Але нове покоління СПНОЗ із розмірами менше 10 нм також дуже добре посилюють T1-зважене зображення. Після зникнення магнітного поля броунівський рух порушує орієнтування СПНОЗ.

Броунівські сили також перешкоджають агрегації СПНОЗ через магнітне притягання у розчині.

Розміри наночастинок оксиду заліза (суперпарамагнітних наночастинок оксиду заліза) позначаються на їхніх фізичних, біологічних, фармакологічних властивостях: більші частинки краще захоплюються макрофагами РЕС, що підтвердило порівняння фагоцитозу *ferumoxides* і *ferumoxtran-10*, проте менші, як правило, довше циркулюють у кровоносному руслі, добре проникають через капілярну стінку. Тому за розміром, а саме гідродинамічним розміром, суперпарамагнітні наночастинок оксиду заліза поділяють на три типи: надмалі суперпарамагнітні наночастинок оксиду заліза (*ultra small superparamagnetic iron oxide nanoparticles, USPIO*) з діаметром 10–50 нм, малі або стандартні суперпарамагнітні наночастинок оксиду заліза (*small/standard superparamagnetic iron oxide nanoparticles, SSPIO*) з діаметром 60–150 нм, пероральні (великі) частинки оксиду заліза (*micron-sized particles of iron oxide, MPIO*) з діаметром у кілька мікрометрів (300 нм–3,5 мкм). USPIO має підкатегорії: монокристалічні наночастинок оксиду заліза (*monocrystalline iron oxide nanoparticles, MION*) з діаметром 10–30 нм і їх різновид – монокристалічні наночастинок заліза з перехрестноз'єднаним покриттям з декстрану (*MION with cross-linked dextran coating, CLIO*). MION так названі для того, щоб підкреслити монокристалічну природу їх серцевини.

На розподіл наночастинок оксиду заліза в організмі впливають гідродинамічний розмір наночастинок, їх зовнішнє покриття, час напіввиведення з плазми крові, а також наявність лігандів для таргетингу та/чи зовнішнього спрямовуючого магнітного поля.

Таким чином, наночастинкам заліза притаманні такі основні якісно нові властивості:

1. Суперпарамагнетизм, що зумовлює їх застосування як контрастних агентів для магнітно-резонансної томографії, а також у магнітно-рідинній гіпертермії, магнітній доставці лікарських засобів, клітинній сепарації тощо.

2. Велика площа поверхні та підвищена реакційна здатність, яка є підґрунтям використання їх у ролі каталізаторів, а також для детоксикації ксенобіотиків органічного і неорганічного походження.

3. Здатність до біологічного розпаду в організмі переважно за участю ретикуло-ендотеліальної системи, на основі чого їх застосовують для лікування залізодефіцитної анемії.

Подальші дослідження, спрямовані на з'ясування фармакологічних, лікувальних і токсикологічних властивостей нанозаліза, сприятимуть широкому використанню цих наночастинок у різних галузях діяльності людини.

Nanolayered composite / наношаровий композит – нанокомпозит, що складається з шарів наноструктур завтовшки порядку нанометрів, які називаються наношарами.

Nanolithography / нанолітографія – метод формування шаблонів у світлочутливих лаках з роздільною здатністю, значно меншою за 500 нм. Технології, що можуть використовуватися: електронний пучок, іонний промінь-пучок, рентгенівські промені (синхротрон) або лазерна інтерференційна літографія. Зокрема, за допомогою кінчика атомно-силового мікроскопа можливе накладання конкретних (наприклад, ДНК) молекул на поверхні металів, оксидів тощо. Нанолітографія може використовуватись для прямого (через взаємодію ДНК) складання дрібних структур, таких як генні чипи, каталізатори, нанорозмірні схеми тощо.

Nanomachine / наномашина – машина нанометрових розмірів.

Nanomagnesium / наномагній – наночастинки магнію. Магній – це регулятор біохімічних та фізіологічних процесів, складова багатьох ферментних систем, він належить до 12-ти структурних елементів, які становлять 99% елементного складу організму людини. Магній є одним із основних внутрішньоклітинних іонів, бере участь у вуглеводному, білковому, ліпідному обмінах. Іон Mg^{2+} посідає четверте місце за кількістю в організмі людини після натрію, калію та кальцію. Магній важливий для здійснення транскрипції ДНК, а також підтримання стабільності РНК. Процеси транспорту Mg^{2+} регулюються

гормонами (наприклад, антидіуретичними пептидами, глюкогоном, кальцитоніном, інсуліном).

Магній знижує збудження в нервових клітинах, розслаблює серцевий м'яз, регулює функцію нервової, серцево-судинної, кістково-м'язової системи, шлунково-кишкового тракту та ін. Препаратам магнію властива мембраностабілізуюча дія, результатом чого є виражене пригнічення функції нервової системи, що призводить до зменшення тривоги, стабілізації психологічного стану, заспокоєння та врівноваження реакцій на зовнішні подразники. Цей біометал має особливе значення у реалізації біохімічних процесів, так як є природним антагоністом кальцію. Магній взаємодіє з кальцієм на рівні мембран та безпосередньо може впливати на їхню збудливість. Солі магнію пригнічують функцію центральної нервової системи, проявляють антиішемічний, гіпотензивний, діуретичний ефекти. Найпоширенішими лікарськими формами магнієвмісних препаратів є таблетовані препарати і ті, які вводять парентерально.

Препарати магнію нормалізують артеріальний і внутрішньочерепний тиск, знімають спазми судин, оскільки мають виражену спазмолітичну та судинорозширювальну дію. Пацієнтам з ураженням центральної нервової системи та інших життєво важливих систем, коли спостерігається дефіцит цього біметалу, необхідно разом з іншими лікарськими засобами призначати і препарати магнію.

Кожна наночастинка магнію має свій діапазон активності, зумовлений її розмірами. Малі частинки з розмірами близько 5-15 нм активніше вступають в реакцію з навколишнім середовищем. Наномагній зі збільшенням/зменшенням розмірів змінює свої фармакотерапевтичні властивості. Під час дослідів це потрібно враховувати, адже навіть з незначних відмінностей у розмірах результат може суттєво відрізнитися. Для медичного застосування й випробовування ефективними є нанострижні (nanorods) завдовжки 17-70 нм. З наносфер та наноскоринок, що мають округлу форму, доцільно використовувати ті, діаметр яких – 30-40 нм.

Магній широко використовують як ефективний засіб для лікування різних хвороб та профілактики захворювань, забезпечення нормальної розумової та психологічної діяльності. Магній та наномагній – це не тільки сировина для розробок лікарських препаратів та речовин з новими властивостями, а й матеріал-основа для застосування у різних галузях діяльності людини. Наномагнію притаманні своєрідні властивості, що дають можливість синтезувати нові сполуки. Його токсичність залежить від розмірів частинки. Препарати наномагнію можна застосовувати для виготовлення лікарських засобів, але після детального вивчення їхньої дії на організм.

Nanomanipulation / наноманіпуляція – процес управління речовиною на рівні атомів і молекул для виготовлення наноструктур.

Nanomaterial / наноматеріал – матеріал, який містить нанорозмірні кристали, порошки, макроскопічні об'єкти та плівки, що складаються з нанометрових частинок; будь-які фази з просторовим розподіленням нанометрового масштабу, тобто менше 100 нм, принаймні за одним із вимірів. Наноматеріали поділяються на підгрупи: наночастинки, наноплівки, нанокомпозити тощо.

Наноматеріали (наприклад: ліпосоми, нанострижні, наносфери, дендримери, нанодротинки, нанокомпозити, нановолокна, нанокапсули тощо) займають проміжне місце між окремими атомами (молекулами) та макроструктурами і мають унікальні фізичні, хімічні, біологічні властивості – завдяки малому розміру, хімічному складу, структурі, великій площі поверхні та формі.

Наноматеріали класифікують за багатьма параметрами. Найскладнішою, проте дуже важливою, є класифікація нанооб'єктів за геометричною розмірністю, оскільки геометрія істотно впливає на їхні властивості. Класифікація ґрунтується на кількості вимірів, в яких об'єкт має макроскопічні або наноскопічні розміри. Загалом наноматеріали можна розподілити на 3 групи. Перша – тривимірні об'єкти – всі три виміри (довжина, ширина, висота) менші 100 нм. До цієї групи належать фулерени, квантові точки, колоїдні розчини, мікроемульсії. Наночастинки,

поперечні розміри яких менші 100 нм, а довжина порівняно велика, належать до групи двовимірних об'єктів (нанотрубки, нанопори, нанокапіляри). Наноплівки та наночастиці мають досить велику площу, проте їхня товщина завжди менша 100 нм, тому вони належать до одновимірних об'єктів.

Nanomaterial production methods / методи отримання наноматеріалів є природні та синтетичні. Природні методи передбачають синтез фізіологічно активних речовин і наночастинок мікроорганізмами. Синтетичні методи умовно поділяють на «зверху – вниз» та «знизу – вгору». До методів «зверху – вниз» належать: механічне подрібнення речовин, ультразвукове подрібнення речовин, видалення компонента гетерогенної системи. Методи «знизу – вгору» охоплюють: газозварний синтез (електронно-променева технологія, випаровування в електричній дузі, лазерне випаровування, плазмонне збудження макроструктури, магнетотронне розпилення, синтез у нанореакторах) та хімічний синтез (золь-гель метод і гідротермальний синтез).

Nanomechanical imaging / наномеханічне відображення – пряме відображення механічних властивостей (модуль пружності, в'язкість тощо) з точністю до нанометра за допомогою ближньозонної мікроскопії.

Nanomechanics / наномеханіка – механічні аспекти нанорозмірних контактів і деформацій нанорозмірних структур.

Nanomedicine / наномедицина – розділ нанонауки, який застосовує результати нанотехнологій (пристрої, препарати, діагностичні, біосенсори) в практичній діяльності людини. Нанопрепарати розробляються для лікування, діагностики серцево-судинних, протимікробних, гастроентерологічних, онкологічних, неврологічних та інших захворювань.

Nanometal / нанометали – наночастинок оксиду заліза, міді, цинку, срібла, золота, титану та інших розміром 5–60 нм є найперспективнішими для техніки, біології, медицини. Серед наночастинок металів можуть застосовуватися як окремі засоби, так і ті, які покриті органічними сполуками: декстринами, фосфоліпідами тощо. В такому вигляді ці

частинки інгібують агрегацію та підвищують стабільність колоїдних розчинів. Перспективним є застосування таких наноматеріалів для цільової доставки лікарських засобів усередину організму, до осередку патологічного процесу.

Nanometer / нанометр – одиниця, що дорівнює 10^{-9} м, або 10 \AA . Дорівнює приблизно довжині п'яти зв'язків карбон–карбон, або радіусу найменшої вуглецевої нанотрубки.

Nanoparticle / наночастинка – частинка розміром від 0,1 нм до 100 нм, де відношення кількості атомів на поверхнях до кількості атомів усередині є таким, що зумовлює появу нових фізичних, хімічних і біологічних властивостей порівняно з масивними матеріалами. Малий розмір, хімічний склад, структура, велика площа поверхні та форма – це ті властивості, що надають наночастинкам переваг перед іншими матеріалами. Наночастинки (фулерени, дендримери, ліпосоми тощо) є переносниками лікарських засобів.

Типова наночастинка найчастіше складається з кількох маленьких «первинних частинок». За розміром наночастинки поділяють на нанокластери = 0,1–10 нм; наноструктури = 10–100 нм; мікроструктури = 101 нм – 1000 нм; макроструктури = > 1000 нм. Наночастинки класифікують на металеві, неметалеві, напівпровідникові та полімерні.

Загальні фізико-хімічні властивості наночастинок, що зумовлюють їх інтенсивне дослідження та впровадження у практичну діяльність людини, можна охарактеризувати так.

Основні властивості наночастинок суттєво змінюються внаслідок зменшення їхніх розмірів, тому більшість атомів міститься на поверхні, і поведінка цих поверхневих атомів змінює їхні хімічні, фізичні, фізико-хімічні, біологічні, фармакологічні властивості. Крім того, електрони атомів, стиснуті (ущільнені) в меншому, ніж зазвичай, просторі, також змінюють властивості наночастинок. Наночастинки легше проникають у людський організм завдяки великій площі поверхні на одиницю маси порівняно з макророзмірними частинками.

Поверхневий натяг і поверхнева енергія наночастинок зумовлюють їхні різнобічні властивості. Величина поверхневого натягу і поверхневої енергії, розміри наночастинок впливають на термодинамічні властивості таких наноструктур, а також умови їх фазових перетворень. У наночастинках виникають фази, які не існують у певній речовині в іншому стані. Зі зменшенням розміру частинки поверхнева енергія зростає.

Перехід від макророзмірів до наночастинок супроводжується зміною міжатомних відстаней та періодів кристалічної решітки, що зумовлює виникнення своєрідних властивостей наноструктур.

Головною причиною змін термодинамічної характеристики нанокристалів порівняно зі звичайними розмірами речовини є зміни меж фонового спектра, тобто функції розподілу частот атомних коливань, що в науковій літературі називають “функцією розподілу частот”. Однією із найбільш досліджених властивостей наночастинок є їхня теплоємність, яка в 3–10 разів більша за такий показник у цих металів звичайного розміру.

Для наночастинок характерні магнітні властивості, зумовлені дискретністю їх електронних та фонових станів. Однією із таких особливостей є осциляційна залежність сприйнятливості наночастинок парамагнітних металів до напруги магнітного поля.

Важливий показник – оптичні властивості наночастинок. Розсіювання і поглинання світла у наночастинок порівняно з макроскопічними розмірами цих матеріалів істотно відрізняються.

У 1988 р. французький вчений Альберт Фер (Albert Fert) і німецький вчений Петер Грюнберг (Peter Andreas Grünberg) відкрили нове фізичне явище: ефект гігантського магнітоопору (gigant magnetoresistance). Суть цього відкриття полягає в тому, що незначна зміна магнітного поля спричиняє виражену зміну електричного опору всієї системи. Практична реалізація такого феномену сприяла розробці комп’ютерних нанотехнологій одержання твердих дисків, що значно зменшило їхні розміри та збільшило ємність. Уже в 1997 р. на основі ефекту гігантського магнітоопору були розроблені системи зчитування інформації, які швидко

стали промисловим стандартом. За відкриття ефекту гігантського магнітоопору цим вченим у 2007 р. присуджена Нобелівська премія в галузі фізики. Можна констатувати, що основні фізичні та фізико-хімічні властивості наночастинок уже встановлено.

Nanoparticle video ultramicroscopy / відеоультрамікроскопія наночастинок – відстежування траєкторій окремих мікроскопічних частинок, прикріплених до відповідних молекул, за допомогою оптичного мікроскопа, обладнаного відеокамерою.

Nanopharmacology / нанофармакологія – вивчає фізичні, фізико-хімічні, біологічні, біохімічні, фармакодинамічні, фармакокінетичні та токсикологічні властивості розроблених на основі нанотехнологій нанопрепаратів, показання і протипоказання щодо їх застосування, можливі побічні ефекти. Найінтенсивніше розвивається нанофармакологія таких груп препаратів: протипухлинні, протимікробні, протизапальні, протипаразитарні засоби, дерматологічні нанопрепарати, наночастинки для пероральної вакцинації.

Nanopharmacy / нанофармація – досліджує технології розробки лікарських форм нанопрепаратів для ефективного використання в медичній практиці. Завданням нанофармації є поліпшення фармакокінетики та фармакодинаміки препаратів, зменшення токсичності та імуногенності для досягнення максимальної ефективності і мінімальних побічних ефектів. Об'єктами досліджень з фармацевтичної розробки є всі компоненти лікарського засобу – активні фармацевтичні інгредієнти та допоміжні речовини, лікарська форма, технологічний процес і пакувальні матеріали, мікробіологічні властивості препарату і сумісність компонентів.

Nanoplasma model / модель наноплазми – феноменологічна модель, яка описує взаємодію інтенсивних лазерних імпульсів з великими атомними кластерами в макроскопічних змінних. Лазерне поле іонізує окремі атоми, створюючи наноплазму — плазму нанометрових розмірів, що складається з квазівільних електронів та іонів.

Nanopore / нанопора – порожнина в наноструктурах. Нанопорами вважають полімерні та фізіологічні наномембрани.

Nanoporous carbon / нанопористий карбон – пориста вуглецева (карбонова) речовина, в якій основна частина пористості припадає на пори завширшки менше 2 нм та поверхня якої становить зазвичай від 200 до 2000 м²/г. Його також називають мікропористим карбоном за класифікацією IUPAC/ІЮПАК (International Union of Pure and Applied Chemistry / Міжнародна спілка теоретичної та прикладної хімії).

Nanoporous material / нанопористі матеріали – пористі речовини з діаметром пор, що вимірюється за нанометровою шкалою. Металорганічні тривимірні структури, що містять пори, канали, іон металу (наприклад, хрому або заліза) та зв'язуючі містки органічних молекул. Нанопористий матеріал вирізняється великою гнучкістю і може легко змінювати свою форму залежно від зовнішніх факторів – тиску, температури, освітлення, а також під впливом газів і розчинників. Нанопористі матеріали характеризуються розміром пор, як правило, менше 100 нм.

Nanopowder / нанопорошок – порошок, середній розмір частинок якого менший 100 нм.

Nanoprecipitation / наноосадження – формування наночастинок осадженням нерозчинного у воді полімера, який розчиняється, коли до води додається органічний розчинник, котрий змішується з водою.

Nanoreactor / нанореактор – посудина розміром у кілька нанометрів, призначена для проведення реакцій.

Nanorecognition / нанорозпізнавання – синонім молекулярного розпізнавання. Маленький розмір систем означає, що процесом міжмолекулярної взаємодії керують квантові ефекти. Взаємодії, в яких беруть участь електрони та фотони, також мають значення для розпізнавання.

Nanorobot / наноробот – надзвичайно малий пристрій нанометрового розміру, виготовлений із атомарною точністю, здатний обробляти й передавати інформацію, виконувати певні завдання та програми.

Nanorobotics / наноробототехніка – вивчення динаміки, управління, планування, вимірювання тощо за допомогою роботів нанометрових масштабів.

Nanorod / нанострижень – одновимірний наноматеріал, подібний до стрижня.

Nanopore / наномотузка – термін, який здебільшого стосується груп нанотрубок у гексагональному розташуванні, сформованих у мотузкоподібний кабель.

Nanoscale / наноскейл, наномасштаб – зазвичай діапазон відстані від $\sim 0,03$ до ~ 30 нм. Як альтернативу іноді під наношкалою розуміють відстані в межах $0,1-100$ нм.

Nanoscale devices / нанорозмірні прилади – прилади, що ґрунтуються на наноструктурах і виявляють унікальні характеристики – переходи між багатьма квантовими станами, резонансне тунелювання, квантова інтерференція й одноелектронні ефекти завдяки квантовим розмірам.

Nanoscale rare earth/transition metal (R/T) multilayers / наноскейлові полішари рідкісноземельних/перехідних металів – $NM/[R(a)/T(b)]n/NM$ зразки. Ця формула містить важливу інформацію щодо загальної структури багатошарової плівки. За формулою, плівка має буферний шар та покрита немагнітним шаром (NM), а також рідкісноземельним шаром (R) завтовшки $LR = a$ нм, які чергуються з перехідними шарами (T) завтовшки $LT = b$ нм. Структура $LR + LT = Lp$ повторюється n разів, де Lp – період структури.

Nanoscience / нанонаука (з грец. *nanos* – карлик, гномик, *science* – наука, система знань) – дослідження об'єктів, розмір яких вимірюється у нанометрах. Нанонаука є новою галуззю, що вивчає фізичні, фізико-хімічні, біологічні, фармакологічні, фармацевтичні, токсикологічні властивості наночастинок розміром до 100 нм, можливість їх синтезу за допомогою нанотехнологій та застосування у різних галузях народного господарства, медицині, сільському господарстві. Нанорозмірами є величини від 0,1 до 100 нм, від 100 до 1000 нм – це мікророзміри, а понад

1000 нм класифікують як макророзміри. Величини менше одного нанометра вимірюються в ангстремах (10^{-10}). Ця одиниця названа на честь шведського фізика і астронома, одного із засновників спектрального аналізу А. Й. Ангстрема (Anders Jonas Ångström).

Цікаве походження грецького префікса «нано», а також «нанно». Як свідчать історичні факти, за 600 років до нашої ери на місці нинішнього французького міста Марселя мешкало плем'я лігурів. Столицею племені був порт Фокей з правителем-царем, якого звали Нанн. Коли у царя підросла дочка і її можна було видавати заміж, він запросив на свято до Фокея багато гостей, і з-поміж них донька мала обрати собі майбутнього чоловіка. Гостей пригощали нанно – солодкими медовими пряниками. І досі у марсельському порту місцеві кулінари готують такі самі медові пряники – нанно (слово «нанно» пишеться з двома н). Про цю давню історію не згадали вчені і конструктори, які винайшли прилад, що давав змогу бачити мізерні предмети, не вловлювані оком людини. Прилад назвали мікроскопом, від грец. «мікрос» – малий.

Аналіз даних досліджень світу свідчить, що нанонаука розвиватиметься за такими основними напрямками:

1. Фундаментальні дослідження нанометричних явищ, процесів, об'єктів.
2. Розробка технологій синтезу наноматеріалів, необхідної апаратури і впровадження їх, а також стандартів такого виробництва, в практичну діяльність людини.
3. Вивчення властивостей наночастинок і наноматеріалів.
4. Отримання нанопрепаратів для застосування у медичній практиці, дослідження їх лікувальних та можливих токсичних властивостей.
5. Дослідження природних наноструктур та наномеханізмів у функціонуванні біологічних систем.
6. Вивчення впливу нанотехнологій і наноматеріалів на навколишнє середовище.

7. Дослідження соціальних аспектів у зв'язку з розвитком нанотехнологій.

8. Підготовка спеціалістів в галузі нанотехнологій.

Nanosensor / наносенсор – наноприлад, розроблений для виявлення особливих біологічних, хімічних молекул, систем біологічних молекул або біологічно створених сигналів чи інших хімічних процесів.

Nanoshell / нанооболонка, наноскорина – металеві наночастинки, які складаються з металевої оболонки, що оточує діелектричне ядро. Останнім часом нанооболонки готують шляхом складання з металевого ядра (наприклад, кремнію), оточеного оболонкою (наприклад, золота), яка сформована з іншого металу. Золоті нанооболонки володіють підвищеною оптичною абсорбцією, зумовленою активною взаємодією світла й електронів цього металу. Нанооболонки можуть застосовуватися для: оптичного аналізу крові та інших біологічних рідин, цільової доставки лікарських засобів до осередку патологічних процесів, фототермічної абляції ракових клітин, а також як біологічні наносенсори. Унікальність наноскорин полягає у вираженому поверхневому плазмонному резонансі та можливості його самозбирання.

Nanosilicium, nanosilicon / нанокремній – наночастинки кемнію. Термін «нанодисперсний кремнезем» (SiO_2) об'єднує різновиди кремнезему (золі, гелі, суспензії, пасти), які трапляються у природних умовах (кварц, опал, халцедон), а також розроблені людиною за допомогою нанотехнологій (силіка, аеросил, силікагель). Наночастинки кремнезему (SiO_2) активно досліджуються як ідеальний носій для молекул органічного та неорганічного походження. Крім того, таким наночастинкам притаманні своєрідні фізичні та хімічні характеристики: діоксид кремнію оптично прозорий, не сприяє розвитку мікроорганізмів, може бути ізолятором, захищаючи вміст капсули від впливу навколишніх впливів. Існує багато варіантів застосування створених наночастинок у нанобіотехнологіях та медицині, особливо для біосенсорики, маркування проб, біовізуалізації та в дослідженні різноманітних молекулярних маркерів у клітинній та молекулярній біології. Такі наночастинки

поєднують неорганічні та біологічні властивості: спектроскопічні характеристики нанокристала та біомолекулярну функцію SiO_2 . На поверхні частинок міститься велика кількість силанольних груп, які можуть вступати у хімічні реакції та утворювати сполуки з біомолекулами. До SiO_2 наночастинок здатні приєднуватися комплекси біотин-авідин, антиген-антитіло, пептиди, білки, ДНК.

В Інституті хімії поверхні імені О. О. Чуйка НАН України досліджують нанодисперсний кремнезем, отриманий за допомогою високотемпературного гідролізу тетрахлориду кремнію. Аморфний нанодисперсний кремнезем утворюється в результаті спалювання тетрахлориду кремнію у гідрогенно-кисневому полум'ї за температури близько 1000°C . Такий кремнезем, відомий під назвами «аеросил», «кабосил», «силікс», характеризується високим ступенем чистоти – вміст SiO_2 не менш 99,9%. Адсорбційні та хімічні властивості нанодисперсного кремнезему визначаються насамперед наявністю поверхневих структурних гідроксильних груп та сорбованих молекул води. Первинні частки кремнезему (9–10 нм) завдяки численним гідрогенним зв'язкам утворюють так звані вторинні частинки, або агрегати, розмір яких становить 200–500 нм. Унікальні сорбційні властивості нанодисперсного кремнезему – однорідність, термічна, біологічна, хімічна та радіаційна стійкість – забезпечують можливість його застосування у медичній практиці. Адсорбція білків (альбуміни, глобуліни, імуноглобуліни); ферментів (пепсин, амілаза, трипсин, каталаза); амінокислот й інших сполук відбувається в широкому інтервалі рН (від 2 до 8). Максимальна сорбція зафіксована, коли $\text{pH}=6,4$.

Кремнеземні частинки унікальні не лише завдяки власним фізико-хімічним властивостям. Основне застосування знаходять комплексні сполуки, в яких кремнезем відіграє роль носія інших речовин. В біологічних дослідженнях нині широко використовують флуоресценцію. Однак недоліками існуючих флуорисцентних хромофорів (таких як ізотіюціанат, родамін та ціанін) є низька яскравість і нестабільність випромінювання. Наночастинки кремнезему як капсули для

високоактивних флуоресцентних речовин забезпечують в 30000 разів вищу інтенсивність випромінювання, ніж одиничні органічні хромофори.

Наночастинки на основі кремнезему дають змогу здійснювати аналіз для визначення окремих біологічних об'єктів (наприклад, ДНК, антитіл). На поверхні таких наночасток має підтримуватися стабільний запас біолігандів, закріплених за допомогою біохімічних реакцій, що забезпечує біологічну відповідь у разі взаємодії з відповідною молекулою. Недоліками можуть бути агрегація та неспецифічне сполучення наночастинок із біологічними об'єктами шляхом електростатичних взаємодій.

Окрім фізичної адсорбції та ковалентної кон'югації, для певних спеціалізованих біотехнологічних, біоаналітичних та біомедичних завдань (наприклад, у біологічному аналізі, колонках для афінної хроматографії, біокаталізу та терапевтичних процедур) ефективною може бути фізична інкапсуляція біомолекул, тобто їхнє вміщення у пористу матрицю. Використання кремнеземних матриць замість органічних полімерів має низку суттєвих переваг. Нанокремнезем хімічно інертний, мало набухає у водному розчині, не має схильності до контамінації мікроорганізмами, оптично прозорий і може підвищити стабільність інкапсульованих біомолекул шляхом захисту від перепадів температури або рН. Інкапсульовані біомолекули менше схильні до вимивання. Як біокомпозити використовували ензими, антитіла, мембранні білки та ДНК. Застосовують комплекси на основі наночастинок кремнію та металів, наприклад, срібла і заліза.

Існує безліч варіантів використання кремнеземних наночасток у біотехнологіях та медицині. Тим часом як у нанобіотехнологіях розглядається розробка нанорозмірних «молекулярних перемикачів», біосенсорів та мікрочипів, у наномедицині основна увага зосереджена на лікуванні хвороб, діагностиці та вдосконаленні фармацевтичних, терапевтичних і діагностичних засобів з нанодисперсного кремнезему.

Nanosilver / наносрібло – наночастинки срібла. Срібло – один із найдефіцитніших елементів у природі. Його вміст у земній корі близько

7×10^{-6} % маси. Більшу частину срібла (майже 80%) отримують із поліметалічних руд, а також із руд, де містяться золото і мідь. Срібло – благородний метал, стійкий проти корозії. Чисте срібло – білого кольору, м'яке, ковке. Питома вага – $10,5 \text{ г/см}^3$, температура плавлення $960,5^\circ \text{C}$, близьке за цими властивостями до золота та міді. Найкраще серед металів проводить тепло та електричний струм. Срібло розчиняється лише у таких кислотах, які є окиснювачами (азотна кислота, гаряча концентрована сірчана кислота та ін.). У хімічних сполуках срібло, як правило, одновалентне. Дією лугів на солі срібла отримуємо гідрат закису, який легко відщепляє воду, утворюючи закис срібла Ag_2O . Під впливом світла такі сполуки розпадаються, виділяючи металеве срібло. На цьому явищі ґрунтується фотографічний процес. Діючи аміаком на срібло, отримуємо розчинні у воді комплексні сполуки.

Срібло – це мікроелемент, необхідний для нормального функціонування внутрішніх органів і систем; сильнодіючий засіб, що підвищує імунітет і негативно впливає на хвороботворні бактерії та віруси.

Дія колоїдного срібла на мікроорганізми. Значний внесок у вивчення протимікробних властивостей срібної води, її застосування для знезараження питної води та харчових продуктів зробив академік НАН України Л. А. Кульський. Його експерименти, а пізніше – роботи інших дослідників довели, що саме іони металів і їх дисоційовані сполуки (речовини, здатні у воді розпадатися на іони) виявляють бактерицидну дію, спричиняючи загибель мікроорганізмів. У всіх випадках протимікробний ефект срібла тим більш виражений, чим вища концентрація його іонів. При вживанні допустимих концентрацій срібна вода зумовлює загибель патогенної й умовно-патогенної флори та не впливає на сапрофітну флору організму. Бактерицидний ефект іонів срібла залежить від концентрації цього металу і перевищує такі сполуки, як фенол, сулема і препарати хлору. Спектр протимікробної дії срібла значно переважає за цією характеристикою антибіотики і сульфаніламіді, впливаючи на антибіотикостійкі штами.

Найбільш вираженою бактерицидною дією володіє срібло, меншою – мідь і золото. Експериментально це доведено на дифтерійній паличці, яка гинула на срібній пластинці за три дні, на мідній – за шість днів, на золотій – за вісім. Стафілокок гинув на сріблі за два дні, на міді – за три, на золоті – за дев'ять днів. Тифозна паличка на сріблі і міді гинула через 18 год., а на золоті – за шість–сім днів.

Протимікробний ефект наносрібла зумовлений взаємодією електростатичних сил мікробної клітини, які мають негативний заряд, і позитивно запряженими іонами срібла. Так утворюються комплекси нуклеїнових кислот зі сріблом, що порушує стабільність ДНК і життєздатність мікроорганізмів. Не виключено, що одним із механізмів протимікробної дії іонів срібла є пригнічення трансмембранного транспорту Na^+ і Ca^{++} .

Препарати срібла, що застосовуються у медичній практиці. Фармакологічні та фармацевтичні властивості препаратів срібла вивчали вчені багатьох країн світу. Срібла нітрат – це безбарвні прозорі кристали у вигляді пластинок або білих кристалічних паличок без запаху. Дуже легко розчиняються у воді (1:0,6) та меншою мірою – в спирті (1:30). Під впливом світла нітрат темнішає. Несумісний з органічними речовинами (розкладається), з хлоридами, бромідами, йодидами утворюється осад. У невеликих концентраціях срібла нітрат проявляє протизапальну дію, в міцніших розчинах припікає тканини. Володіє бактерицидними властивостями. Застосовують зовнішньо при ерозіях, виразках, надлишкових грануляціях, тріщинах, гострому кон'юнктивіті, трахомі, хронічному гіперпластичному ларингіті тощо. Розчином (2 %) срібла нітрату раніше широко користувалися для профілактики бленореї у новонароджених.

Іони срібла володіють антисептичною активністю. Наночастинки срібла розміром 10-30 нм мають виражений антибактеріальний ефект і застосовуються для місцевого лікування інфікованих ран шкіри. Розчини наносрібла є найефективнішим засобом для безпосереднього контакту з поверхнями, запаленими внаслідок бактерійного ураження. Наночастинки

срібла завдяки малому розміру та іншим фізико-хімічним властивостям надзвичайчайно активні і спричиняють загибель різних мікроорганізмів: бактерій, вірусів, патогенних грибків. Застосування срібла у вигляді наночастинок дає змогу значно знизити концентрацію срібла зі збереженням його протимікробних властивостей, зокрема стосовно мікроорганізмів, стійких до антибіотиків.

Механізм дії наносрібла на мікробну клітину такий: іони срібла сорбуються клітинною оболонкою, яка виконує захисну функцію, клітина залишається життєздатною, але порушуються її функції, наприклад поділ (бактеріостатичний ефект). З поверхні мікробної клітини сорбоване срібло проникає в її середину, інгібує ферменти дихального ланцюга, а також роз'єднує процеси окиснення і окислювального фосфорилування в мікробних клітинах, унаслідок чого клітина гине.

Серед теорій, що пояснюють механізм протимікробної дії наносрібла на мікроорганізми, найбільш поширеною є адсорбційна. Згідно з цією теорією клітина втрачає життєздатність у результаті взаємодії електростатичних сил, що виникають між клітинами бактерій, які мають негативний заряд, і позитивно зарядженими іонами срібла при адсорбції останніх бактерійною клітиною.

Колоїдне наносрібло. У колоїдних розчинах наночастинок срібла мають розміри 25 нм та велику питому площу поверхні, що збільшує ділянку контакту срібла з бактеріями або вірусами, значно покращуючи його бактерицидну дію. Таким чином, вживання срібла у вигляді наночастинок дає змогу в сотні разів знизити концентрацію срібла із збереженням усіх його бактерицидних властивостей.

Ефективність бактерицидної дії колоїдного срібла пояснюється його здатністю пригнічувати активність ферментів, за допомогою яких забезпечується кисневий обмін у простіших організмах. Тому чужорідні простіші мікроорганізми гинуть у присутності іонів срібла через порушення постачання кисню, необхідного для їх життєдіяльності. Препарати колоїдного наносрібла спричиняють зниження життєдіяльності і припинення розмноження бактерій, вірусів, грибків та паразитів,

стимулюють природні захисні механізми. При цьому іони срібла не впливають на сапрофітну мікрофлору організму. Патогенні бактерії і віруси гинуть протягом шестихвилинного контакту з препаратами колоїдного срібла. Саме колоїдний розчин наночастинок срібла розглядають як єдину реальну альтернативу токсичним хімічним аналогам, що в наш час знайшли широке застосування як протимікробні засоби.

В Інституті біоколоїдної хімії імені Ф. Д. Овчаренка НАН України (З. Р. Ульберг і співробітники) розроблено технологію отримання наночастинок срібла, стабільних в розчинах і в адсорбованому стані. Отримані препарати володіють широким спектром протимікробної дії. Таким чином, з'явилася можливість створення цілої гами продуктів з антимікробними властивостями за незначної зміни технологічного процесу виробниками існуючої продукції.

Nanosphere / наносфера – сферична частинка субмікронного діаметра. Складається з твердої монолітної полімерної основи без видимого ядра.

Nanostructure / наноструктура – молекулярна, надмолекулярна структура розмірами від 1 до 100 нм, яка відрізняється від своїх компонентів властивостями та зазвичай виконує певну функцію.

Nanostructured lipid carriers (NLC) / наноструктурні носії ліпідів (ННЛ) – наночастинки, що складаються із суміші твердих або рідких ліпідів за кімнатної температури (або температури тіла). Суміш поліпшує засвоєння ліків.

Nanostructured material / наноструктурний матеріал – матеріал, утворений із компонентів, які мають нанометровий розмір, принаймні в одному напрямку.

Nanosuspension / наносуспензія (з лат. *suspendere* – підвішувати) – у прямому сенсі – суспензія нанокристалів речовини (медикаменту) в дисперсійному середовищі. Зазвичай суспензія (суміш найдрібніших твердих частинок і рідин, в якій вони містяться в завислому стані) стабілізується сурфактантами чи полімерними стабілізаторами

(стеаринова стабілізація). Дисперсійним середовищем може бути вода, суміш води з іншими водорозчинними рідинами або неводні середовища (олії, рідкий поліетиленгліколь (ПЕГ) тощо). Лікарську наносуспензію визначають як рідку лікарську форму, що складається з нанокристалів лікарських препаратів. Лікарська наносуспензія є дисперсною системою, в якій відносно великі тверді частинки підвішані в рідині. Така наносуспензія сприяє підвищенню ефективності лікування різних захворювань.

Nanosystem / наносистема – набір n -вимірних нанооб'єктів – нуль-вимірних (0D) наночастинок (квантові точки), одновимірних (1D) волокон або нанодротинок, двовимірних (2D) наноплівки, просторових (3D) нанокристалів чи агрегатів, протяжність яких хоча б в одному вимірі перебуває в межах 0,1–100 нм, а також властивості цих об'єктів і взаємодії між ними. До складу наносистем входить також навколишнє середовище. Перспективним є дослідження впливу наносистем на організм людини.

Nanosystem technology / технологія наносистем – галузь науки і технології, в якій розміри в діапазоні до 100 нм відіграють вирішальну роль. Охоплює точне машинобудування, літографічну технологію, біохімічний синтез і методи біомедичної мультиплікації, аналіз за допомогою скануючої зондової мікроскопії. Застосовується в таких галузях, як напівпровідникова електроніка, мікросистеми, телекомунікації, інформаційні технології, дуплікація білків, генна терапія, доставка ліків.

Nanotechnology / нанотехнології (з лат. *nanus* – карлик, буквально – карликова технологія) – методи отримання корисних матеріалів, пристроїв і систем на основі контролю матеріалу (речовини), розмір якої вимірюється у нанометровій шкалі (1–100 нм); вивчення нових властивостей і явищ, розроблених за цією шкалою.

Термін першим ужив Норіо Танігучі (Norio Taniguchi) в 1974 р. для позначення прецизійної обробки високої точності. Річард Фейнман (Richard Feynman) та К. Ерік Дрекслер (K. Eric Drexler) розвинули концепт нанотехнології як нової галузі, в якій людина маніпулює об'єктами в

діапазоні від 1 до 100 нм. Технологія також охоплює виготовлення біочипів, біосенсорів та управління атомами і молекулами для розбудови більших структур, але які залишаються незначними малими функціональними структурами та апаратами.

Розвиток нанотехнологій та впровадження їхніх результатів у майбутньому зосередиться переважно на таких напрямках:

I. Розроблення нових, економічно вигідніших методів синтезу наноматеріалів та реєстрації величини наночастинок.

II. Створення нових наноматеріалів для промисловості, авіації, космічної техніки та інших галузей народного господарства.

III. Впровадження наноматеріалів для інформаційних технологій, електроніки, комп'ютеризації виробництва та медицини, фармакології, фармації.

IV. Розроблення нанобіотехнологій і впровадження отриманих нанобіосенсорів, нанореактивів у біологічні лабораторні дослідження.

V. Створення нових нанопрепаратів для діагностики та лікування різних захворювань.

Уже розроблено й освоєно декілька методів синтезу наноматеріалів: газофазовий і плазмохімічний синтез, електронно-променева технологія – молекулярні пучки, осаджування з колоїдних розчинів, термічне розкладання та відновлення, механосинтез, детонаційний синтез і електровибух, синтез високодисперсних оксидів у рідких металах, високотемпературний синтез та інші. Перелічені методи детально описано в низці наукових публікацій. На сучасному етапі перед ученими світу постало завдання розробити високопродуктивні, економічно вигідні та безпечні для зовнішнього середовища технології отримання наноматеріалів. Зокрема, створення принципово нових лікарських засобів для профілактики та лікування різних захворювань науковці вважають одним із актуальних завдань медичної практики

Nanotoxicology / нанотоксикологія – вивчення токсичного впливу наночастинок, беручи до уваги фізико-хімічні, фізіологічні, біохімічні та біофізичні механізми їх дії на різні органи і системи організму, на

функцію мембран клітин, мітохондрій, рибосом, ферментів, ДНК, РНК; дослідження негативного впливу наночастинок як на організм, так і на зовнішнє середовище. Розробки з нанотоксикології доцільно здійснювати в таких напрямках:

1. Вивчення безпечності наночастинок для людини та навколишнього середовища.

2. З'ясування особливостей проникнення наночастинок через біологічні мембрани і накопичення в паренхіматозних органах (печінка, серце, нирки, легені та ін.).

3. Встановлення особливостей впливу наночастинок на шкіру, легені, шлунково-кишковий тракт та інші органи за різних шляхів уведення.

4. Поглиблене вивчення токсикокінетики і токсикодинаміки наночастинок в організмі людини і тварини, їхнього впливу на довкілля.

5. Розробка нових антидотів, а також методів лікування отруєння наночастинами.

Nanotribology / нанотрибологія – наука і технологія, що вивчає відносний рух взаємодіючих поверхонь на атомному та молекулярному рівнях, включаючи тертя, зношення, зчеплення, змащування.

Nanotube / нанотрубка – порожниста структура з діаметром, меншим 100 нм, та довжиною, набагато більшою від діаметра. Стіни трубчастої структури можуть складатися з полішару (багатошарової плівки) відповідного матеріалу. Залежно від напрямку, в якому трубки згортають (відповідно до «хірального вектора»), вони, як відомо, є провідниками або напівпровідниками. На обох кінцях трубки зазвичай розміщені фулеренні напівсфери.

Nanotweezer / нанопінцет – виконавчий пристрій, що дає змогу підбирати нанооб'єкти або переміщувати крихітні наноструктури. Пінцет може виготовлятися з двох вуглецевих нанотрубок. Із застосуванням електричного потенціалу ці трубки згинаються, і їхні кінці відкриваються або закриваються.

Nanowire / **нанодріт** – дріт, виготовлений із провідних чи напівпровідних матеріалів, має діаметр порядку нанометрів.

Nanozinc / **наноцинк** – наночастинки цинку. Наноцинк – це метал, який інтенсивно досліджують, порівняно з нанозолотом, наносріблом та іншими металами, зовсім недавно. Наноцинку притаманні характерні, відмінні від звичайного цинку, властивості, які дають можливість використовувати його в багатьох напрямках науки й техніки. Сполуки цього металу виявляють п'єзоелектричну активність й оптоелектронні властивості широкозонного напівпровідника ($E_g = 3,37\text{eV}$). Наявність у цинку оксиду «великої ширини забороненої зони» («wide band gap») має значення для отримання різних його форм і розмірів та оптимізації взаємозалежних оптичних властивостей.

Здатність наноцинку взаємодіяти з органічними і неорганічними сполуками дає можливість дещо змінювати і вдосконалювати властивості як наноцинку, так і цих сполук. Така взаємодія може бути як електростатичної, так і ковалентної природи, іноді два ці типи поєднуються, причому один з них дещо переважає інший.

Сполуки наноцинку мають «велику ширину забороненої зони» («wide band gap»), незважаючи на різноманітність їх морфологічної будови (нанострижні, наноскоринки, наносфери тверді й порожнинні та інші види). Сферичним наносполукам притаманні й інші характерні властивості. Зокрема, низьке світлорозсіювання на поверхні і висока щільність, зумовлені сферичною монодисперсною морфологією. Сферичні наноструктури, такі як ZnS, ZnSe, ZnO/ZnS та ZnO/ZnSe, синтезовані за допомогою ультразвуку, мали інтенсивнішу фотолюмінесценцію порівняно зі сферичними наноструктурами, які використовувалися як вихідні сполуки синтезу. Це є доказом того, що емісія наноструктури залежить не лише від природи речовин, які утворюють комплексну сполуку з цинком, а й від технології її синтезу, впливу температури середовища.

Оптичні властивості наноструктури залежать і від природи речовини, і, певною мірою – від технології виготовлення. Власне технологія

передбачає використання певних хімічних речовин, які впливають на якість емісії наноструктури, посилюючи або пригнічуючи фотолюмінесценцію. Наприклад, додавання AlCl_3 до розчину електроліту (ZnCl_2) в процесі виготовлення світлоемісійного діода призвело до збільшення інтенсивності емісії нанодроту.

Концентрація певної хімічної сполуки в наноструктурі цинку, крім люмінесценції, може впливати й на електронні властивості. Так, зміна вмісту Mg у наносполуці зумовлює зміну широти “забороненої зони”, а також зміну будови кінцевого продукту (від гексагональної до кубічної зі сталою гратчастою структурою, що наближається до звичайної сполуки MgO).

Створення безпечних нанотехнологій потребує розробки швидких методів визначення небезпечних властивостей наноматеріалів, які можуть бути змінені для підвищення ефективності наночастинок. Один із підходів полягає у використанні оцінки процесів травмування клітин для накопичення знань про небезпечні властивості матеріалу, який може завдати шкоди людині та навколишньому середовищу. Багатопараметричний аналіз цитотоксичності проводили, порівнюючи ефекти наночастинок діоксиду титану (TiO_2), оксиду церію (CeO_2), та оксиду цинку (ZnO) у бронхіальних епітеліальних клітинах і макрофагах. Наночастинки ZnO і Zn^{2+} активізували комплексні цитотоксичні шляхи, які охоплюють внутрішньоклітинні потоки кальцію, мітохондріальну деполяризацію і витік плазмолемі. Цілеспрямованого зниження цитотоксичності наночастинок ZnO було досягнуто шляхом додавання заліза, яке змінило матеріал матриці для уповільного вивільнення Zn^{2+} .

Наночастинки цинку володіють унікальними оптичними, хімічними, фармакологічними властивостями, що відкривають можливості їх застосування в медицині у ролі діагностичних маркерів і регуляторів певних макрокінетичних параметрів.

Near nanoscale / ближній наноскейл – діапазон значень амплітуди між 1 та 32 нм. Порівняйте з: *дальній наноскейл*.

Near-field scanning optical microscopy (NSOM) / оптична мікроскопія ближнього поля (скануюча ближньопольова оптична мікроскопія) – метод скануючої зондової мікроскопії, який використовується для аналізу оптичних властивостей поверхні (наприклад, передачі флуоресценції, коефіцієнта відбиття). Зразок розміщують менше, аніж довжина хвилі від зонду, а світло пропускають через апертуру (діаметр об'єктива мікроскопа) розміром у довжину хвилі під час сканування поверхні.

Нова методика оптичної мікроскопії отримала назву «ближньопольова оптична мікроскопія, заснована на використанні антени» (antenna-based near-field optical microscopy). Ключовим моментом у цій методиці є застосування «антени», на кінчику якої знаходиться наносфера із золота, що слугує розсіювачем лазерних променів, випромінюваних з-під зразка. Наносфера не тільки значно збільшує детальність зображення, а й зменшує ефект знебарвлення флуоресцентних міток, використовуваних для аналізу.

Negative electron affinity / негативна спорідненість до електрона – електронна спорідненість визначається як енергія, необхідна для його переміщення з краю зони провідності до вакууму. Коли рівень вакууму нижчий, ніж рівень зони, виникає негативна електронна спорідненість, що сприяє легкій емісії електронів з поверхні матеріалу. Під спорідненістю розуміють потенціальну можливість взаємодії, під спорідненістю до електрона – здатність атомів, молекул та ваніонів приєднувати електрон з утворенням термодинамічно стійкої частинки; кількісною мірою є енергія, що вивільнюється в процесі приєднання.

Negative resistance / негативний опір – стан, коли сила струму I зменшується зі зростанням напруги V . Точно *диференціальний* негативний опір, з $dI/dV < 0$ на вольтамперній характеристиці.

Neutron / нейтрон – незаряджена елементарна частинка з масою, дещо більшою, ніж маса протона. Нейтрон, як і інші частинки, має певні хвильові властивості; галузь нейтронної оптики вивчає такі явища, як нейтронна дифракція і поляризація пучків нейтронів. Нейтрон відкрив Джеймс Чедвік (James Chadwick) у 1932 р., який отримав Нобелівську премію з фізики у 1935 р.

Newton-Raphson method / метод Ньютона-Рафсона – один із ітераційних обчислювальних математичних методів, що використовують для оптимізації функцій (наприклад, енергії молекули), а також для вирішення завдань оптимізації, в яких необхідно визначити нуль першої похідної або градієнта в разі багатовимірного простору. На відміну від інших методів, тут розраховують перші і другі похідні досліджуваних функцій. Цей метод, вперше запропонований англійським фізиком, математиком й астрономом Ісааком Ньютоном (Isaak Newton), часто використовують для оптимізації геометрії молекули в різних молекулярно-механічних моделях.

Nonpolar group / неполярна група – гідрофобна («не сприймає воду») група в молекулі, як правило, вуглеводневій (складається з атомів гідрогену і карбону) у природі. Для цих груп більш звичними є неполярні (наприклад, олія) середовища.

Normal incidence / нормальне падіння (на поверхню) – осадження за умови, коли субстрат знаходиться перпендикулярно до падаючого потоку. Зазвичай конфігурація субстрату максимізує швидкість осадження плівки, зменшуючи ефекти затінення поверхні.

Nuclear magnetic resonance (NMR) / ядерний магнітний резонанс (ЯМР) – взаємодія атомних ядер, вміщених у зовнішнє магнітне поле, з прикладеним електромагнітним полем, що коливається з певною частотою. Магнітні властивості матеріалу вимірюються моніторингом випромінювання, поглиненого і виділеного атомними ядрами. ЯМР використовується як спектроскопічний метод для виявлення фізичних, хімічних та електронних властивостей молекул. Це також основний принцип магніторезонансної томографії. ЯМР є одним із методів виготовлення квантових комп'ютерів.

Nuclear receptors / ядерні рецептори – рецептори на зовнішній мембрані клітини, що слугують для передачі сигналу з-за меж клітини до її ядра.

Nucleation / нуклеація, або утворення, зародження, формування ядра – початковий процес зростання кластерів (формування ядра) всередині атомної суміші шляхом агрегації атомів та кластерів; формування ядер нової фази в процесі фазового переходу першого порядку.

Nucleation rate / швидкість нуклеації (швидкість утворення або формування ядра, швидкість зародкоутворення) – кількість ядер нової фази, що формується на об'єм одиниці (або на поверхні одиниці) старої фази за одиницю часу під час процесу фазового переходу.

Nuclei of the critical size / ядра критичного розміру – ядра нової фази, які перебувають у рівновазі з початковою фазою за певної перенасиченості.

Nucleic acid / нуклеїнова кислота – макромолекула, біологічно активний полімер, що складається з лінійної послідовності нуклеотидів, з'єднаних між собою фосфоефірними зв'язками. Нуклеїнова кислота міститься в усіх клітинах тварин і рослинних організмів, виконує різноманітні функції, наприклад: зберігання інформації та передача її від однієї ДНК до іншої, відображення цієї інформації в синтезі білків (mRNA, tRNA) й інші дії як функціональних компонентів субклітинних одиниць, так і рибосом (rRNA). РНК містить D-рибозу, ДНК – 2-дезоксид-рибозу як вуглеводний компонент.

Nucleophilic group / нуклеофільна група – група, багата на електрони, з сильною тенденцією до їх передачі електронно-дефіцитним ядрам.

Nucleotide / нуклеотид – див.: *Base (nucleotide)* / база (нуклеотид).

O

Ohmic contact / омічний контакт – контакт, який може легко забезпечувати постачання носіїв до напівпровідників або діелектриків, з резервуара мобільного заряду у ділянці накопичування. Опір контакту є досить низьким для того, щоб струм визначався речовиною в цілому, а не контактом.

Oligomer approach / підхід на основі олігомерів – олігомерні π -кон'юговані органічні молекули забезпечують чітко визначену довжину кон'югації (ковалентне зв'язування молекул) порівняно з полімерами, змінними зразками заміщення й визначеними міжмолекулярними орієнтаціями в конденсованій фазі. Олігомери зі змінними ділянками, довжинами кон'югації та заміщувальниками уможливають систематичне дослідження взаємодії внутрішньомолекулярних (оптичних) властивостей і міжмолекулярних взаємодій, а також властивостей полімерів. Ці чітко визначені системи сприяють моделюванню властивостей твердого стану для молекулярної розробки оптикоелектронних пристроїв. Зокрема, реакційноздатні епоксиуретанові олігомери, що містять функціональні групи та атоми з неподіленими електронними парами або зв'язки, взаємодія яких із твердою поверхнею забезпечує необхідний рівень адгезійної міцності, уможливають розробки вискоефективних адгезивів для поверхонь різної природи.

Oligosaccharides / олігосахариди – відносно короткі молекулярні ланцюги, складаються з 10 до 100 простих цукрових одиниць. Такі цукрові наноланцюги (наприклад, вуглеводи) часто додаються до білкових молекул. Коли це відбувається, результуюча молекула, відома

як глікопротеїн, стає гібридною молекулою: наполовину білковою, наполовину цукровою.

Частина олігосахаридів впливає на конформацію білка та біологічну активність. Частина олігосахаридів (вуглеводів) глікопротеїну функціонує як медіатор клітинного поглинання глікопротеїну. Глікозилування впливає на тривалість перебування молекули в кровотоці, до того як вона вилучена з обігу (сироваткове життя). Вважається, що група крові ґрунтується на концепції олігосахаридів. Так, різні олігосахаридні структури для певного глікопротеїну (наприклад, плазміногена тканинного активатора) можуть призвести до того, що глікопротеїн сприйматиметься імунною системою організму як інша група крові, провокуючи відповідь імунної системи проти нього.

Олігосахариди відіграють важливу роль у патогенезі багатьох захворювань та патологічних процесах (наприклад, процесах бактеріальних і вірусних інфекцій, процесах метастазування раку, запальних процесах тощо). Наприклад, «ланцюги» олігосахаридів, які простягаються від плазми зовнішньої мембрани до мембрани клітин, використовуються бактеріями, щоб прикріпитися до клітин і сприяти проникненню в них. Олігосахариди застосовують у наномедицині.

One-dimensional (1D) nanostructures / одновимірні наноструктури – частинки, два розміри яких менше 100 нм (наприклад, паличкоподібні наночастинки).

Optical (bio)sensor / оптичний (біо)сенсор – (біо)сенсор, що генерує оптичний (світловий) сигнал за наявності відповідного аналіту, як правило, в ультрафіолетовій або видимій ділянці спектра. Сигнал зазвичай кількісно визначається візуальними та спектроскопічними методами.

Optical fiber / оптичне волокно, або оптоволокно – скляний або пластмасовий стрижень, що складається з ядра, оточеного матеріалом оболонки з вищим показником заломлення, який зумовлює повне

внутрішнє відображення (віддзеркалення) світла, локалізуючи його в межах ядра. Застосовують у медичних приладах для діагностики різних захворювань.

Optical tweezer / оптичний пінцет – винайдений А. Ашкіним (A. Ashkin) у 1986 р., що використовуються як лазер або як високосфокусовані інфрачервоні промені світла з метою створення «пастки» для наноматеріалів (наприклад, біомолекул, дендримерів, супрамолекулярних ансамблів тощо) у тривимірному просторі, утримуючи їх від сили тяжіння, броунівського руху тощо. Таким чином уможливлені вимірювання або інші маніпуляції. Це досягається спрямуванням променя світла таким чином, щоб «тиск випромінювання» падав на малий об'єкт.

Optrode / оптрод – волоконно-оптичний сенсор, в якому кінчик оптичного волокна покритий антитілами, що флуоресціюють, коли антитіла контактують із відповідним антигеном. Крім того, кінчик волокна іноді покривають барвником, який флуоресціює у разі контакту з певними хімічними речовинами (кисень, глюкоза та ін.). Промінь світла прямує волокном і падає на люмінесцентний комплекс, який флуоресціює (випускає світло з конкретною довжиною хвилі). Світло, отримане таким чином, повертається вздовж того самого оптичного волокна і реєструється спектрофотометром.

Organic light emitting diode / органічний світлодіод – структура, в якій випромінююча наноструктура та провідний шар, обидва з органічної молекули або полімера, розташовані пошарово між анодом (позитивним електродом) та катодом (негативним електродом). Органічний світлодіод, порівняно з його неорганічними аналогами, такими як світлодіод та рідкокристалічний дисплей, має більшу яскравість, довший період експлуатації та споживає менше енергії. Завдяки своїй органічній природі такий світлодіод є надійнішим і гнучкішим в експлуатації. Органічні світлодіоди застосовують для створення кольорових дисплеїв.

Organic–inorganic hybrid materials / органічно-неорганічні гібридні матеріали – нанокомпозитні речовини, виготовлені з неорганічних і органічних компонентів.

Organogel / органогель – це самозбірка наноматеріалів низької молекулярної ваги із волоконоподібними структурами, які вплітаються (втягуються) для формування тривимірної мережі, іммоболізації органічних рідин. Органогель може використовуватися для синтезу тканин і створення мембран.

Organosilicates / органосилікати – термін застосовують на позначення твердих тіл або хімічних сполук, що містять силоксанові групи з органічними лігандами.

Orthopedics / ортопедія – галузь медицини, яка пов'язана з хворобами, травмами та станом опорно-рухового апарату, тобто проблемами, що стосуються м'язів тіла та скелета, включаючи суглоби, зв'язки, сухожилля та нерви. Дослідження свідчать, що багато складових частин кісток є нанорозмірними структурами.

Osteoblast / остеобласт – клітина кісткової тканини (15–30 мкм), що бере участь в утворенні міжклітинної речовини.

До клітинних елементів кісткової тканини, крім остеобластів, відносять остеоцити та остеокласти. Характерною відмінністю остеобластів є наявність розвинутого ендоплазматичного ретикулуму і потужного апарату білкового синтезу. В остеобластах синтезується проколаген, який потім переміщується з ендоплазматичного ретикулуму в комплекс Гольджі, проникаючи в секретуючі гранули (везикули).

У результаті дії спеціальних пептидаз від проколагена відщеплюються спочатку N-кінцеві, а потім – C-кінцеві домени і формується тропоколаген. Останній у міжклітинному просторі формує фібрили. У подальшому, після утворення поперечних зшивок, формується зрілий колаген. В остеобластах синтезуються також ферменти, глікозаміноглікани, білкові компоненти протеогліканів та інші сполуки, багато з яких згодом швидко переходять у міжклітинну речовину.

Osteoclast / остеокласт – велика багатоядерна клітина кісткової тканини (до 100 мкм), що може резорбувати оббезвапнений хрящ і міжклітинну речовину кісткової тканини в процесі розвитку і перелаштування кістки. Остеокласти, як і остеобласти, синтезують РНК та білки.

Osteocyte / остеоцити – зріла клітина кісткової тканини, яка має відростки (завдовжки – від 22 до 55 мкм, завширшки – від 6 до 14 мкм) та виробляє компоненти міжклітинної речовини. Остеоцити виникають з остеобластів під час формування кісткової тканини.

Ostwald ripening / Оствальдівське дозрівання – пізня стадія фазових переходів першого порядку, за яких взаємодія ядер нової фази відбувається завдяки генералізованій, всеохопній, загальній дифузії, високій температурі або дії іншого поля. Під час такого процесу великі ядра ростуть за рахунок менших, середній розмір нанокристалів з часом збільшується, тоді як концентрація частинок зменшується. Термін також вживають на позначення процесу збільшення великих частинок за рахунок малих частинок, спричиненого зменшенням загальної поверхневої енергії для збірки частинок за ефектом Гіббса–Томсона (Gibbs–Thomson effect).

Р

Paramagnetism / парамагнетизм – явище, що демонструють матеріали, які слабо тягнуться до магнітних полів, не маючи спонтанної намагніченості. Цим матеріалам властиве позитивне, низьке поле сприйнятливості, зазвичай менше 10^{-3} . Джерело позитивної сприйнятливості зумовлено термічною активацією атомних магнітних моментів у матеріалах без обмінної взаємодії.

Patterned magnetic element / шаблонний (змодельований, скопійований, структурований) магнітний елемент, або магнітний елемент з кристалічною решіткою / з впорядкованою структурою – магнітний об'єкт, отриманий з магнітної плівки шляхом нанотехнологічної літографії.

Peptide / пептиди – утворюються синтезом двох або більшої кількості амінокислот. Пептиди, що містять до 10 амінокислот, називають простими пептидами; пептиди, в яких налічують приблизно 10–50 амінокислот, – олігопептидами, більше 50 амінокислот – поліпептидами. Пептиди є класом біополімерів з конкретно визначеною вторинною структурою.

Peptide nanotube / пептидна нанотрубка – трубчаста структура нанометрового розміру, що самоскладається (самозбирається) з мономерів, які містять амінокислоти або подібні до амінокислот молекули, пов'язані пептидними зв'язками. Пептидні нанотрубки утворюються завдяки нековалентним процесам, в яких циклічні пептиди самозбираються та формують під дією хімічних речовин довгі високоорганізовані тривимірні структури. Фізичні, хімічні та морфологічні властивості пептидних нанотрубок можуть бути змінені заміною бокових ланцюгів амінокислот та розміру кільця молекул пептидних мономерів. Гнучкість, що є унікальною особливістю цього класу концентричних структур, уможливила використання пептидних

нанотрубок у створенні біоміметичних трансмембранних іонних каналів і пор. Проста природа самозбірних пептидних трубок поєднується з їхніми стійкістю і стабільністю, які забезпечуються різними нековалентними взаємодіями в усій молекулі полімеру.

Peptidoglycan / пептидоглікан – жорсткий шар стінок клітини бактерії, тонкий лист, що складається з N-ацетилглюкозаміну, N-ацетилмурамової кислоти та кількох амінокислот.

pH (hydrogen ion exponent) / гідрогенний показник – негативний логарифм активності іонів гідрогену. Ступінь кислотності (або лужності) ґрунту, який визначається за допомогою скла або іншого відповідного електрода чи індикатора з певним рівнем вологості або ступенем ґрунтової вологи й вимірюється за шкалою pH.

Pharmacoenvironmetrics / фармакоенвірогенетика – термін, уведений у 2000 р. Тімом Штудтом (Tim Studt) для опису того факту, що фактори навколишнього середовища взаємодіють із генетичним матеріалом (сукупністю генів) особи (людини / тварини / рослини) для визначення її реакції на певний фармацевтичний препарат (і/або на розвиток хвороби). Фактори навколишнього середовища такі:

- продукти харчування;
- стрес;
- забруднення води і повітря;
- температура і вологість повітря;
- географічна елевація;
- бактерії.

Наприклад, коли бульбочкова бактерія роду *Rhizobium japonicum* живе у ґрунті в кореневій системі сої (*Glycine max* (L.)), це спричинює вираження певних специфічних генів у цієї рослини, її коріння стає більш гостинним для бактерій, «домівкою» для життя у симбіозі з рослиною сої (в бульбах коріння).

Pharmacogenetics / фармакогенетика (з грец. *φάρμακον* – лікарський засіб та грец. *γενετικός* – той, хто походить від когось) – розділ фармакології та генетики, що вивчає генетичні основи реакцій організму

на лікарські засоби. Фармакогенетика досліджує реакції, які відбуваються між різноманітними ліками, вільними радикалами, синтетичними харчовими інгредієнтами та організмами конкретних осіб залежно від їхньої генетики. Якщо у ДНК є специфічні генетичні фактори (гаплотипи), то вони обумовлюють особливості реакції організму на лікарські засоби. Наприклад, у дітей до 3–5 років є недостатня активність ферменту глутатіонредуктази, яка метаболізує антибіотик левоміцетин. Останній накопичується в організмі дитини, спричинюючи важке отруєння під назвою «сірий синдром». У деяких людей недостатня активність ферменту бутирилхолінестерази, яка гідролізує курареподібний засіб – дитилін. У таких осіб тривалість дії дитиміну збільшується з 2–5 хвилин до 2–3 годин. Так, споживання харчових продуктів, що містять значну кількість натрію, обумовлює небезпечне підвищення артеріального тиску (гіпертонічний криз) скоріш серед афроамериканців, порівняно із іншими етнічними групами, які мешкають у США.

Pharmacogenomics / фармакогеноміка – розділ фармакокінетики, що вивчає біологічні впливи фармацевтичних препаратів або синтетичних харчових інгредієнтів і специфічні відмінності у відповідь на реакцію тканин, органів тощо внаслідок різних геномів (ДНК) окремих організмів, які застосовують ці лікарські препарати або споживають певні харчові продукти.

Підгрупа осіб, що складається з таких пацієнтів, чий геном (ДНК) змушує їхнє тіло реагувати у специфічний спосіб на певний фармацевтичний препарат, вільні радикали чи синтетичний продукт, відома як гаплотип. Гаплотип може обмежуватися одним представником (наприклад, якась жінка володіє специфічним типом геному, оскільки її специфічна реакція на фармацевтичний препарат може бути наслідком одонуклеотидного поліморфізму, який має лише геном цієї жінки).

Pharmacodynamics / фармакодинаміка – розділ фармакології, що вивчає біохімічні та фізіологічні механізми дії лікарських засобів на організм людини, мікроорганізми або паразити на тілі людини чи всередині її організму. Об'єктами дослідження є механізми дії

медикаментів, зв'язок між концентрацією ліків і їхнім ефектом. Досягнутий результат виражають у вигляді рівняння $L + R \leftrightarrow L \cdot R$, де L – ліганд (лікарський засіб), R – рецептор (місце дії). Іншими словами, фармакодинаміка – це наука про дію лікарських засобів на організм людини, тоді як фармакокінетика – це наука про реакцію організму на ліки.

Pharmacokinetics / фармакокінетика (з грец. *pharmakon* – ліки, отрута, зілля, *kinetikos* – те, що стосується руху) – розділ фармакології, який вивчає надходження (шляхи введення), всмоктування (абсорбцію, розподіл), перетворення (біотрансформацію) лікарських засобів в організмі, виведення (екскрецію, елімінацію) їх з організму, а також ефективність і переносність препаратів залежно від цих процесів.

Фармакокінетика досліджує:

1) шляхи введення – лікарські засоби вводять природним шляхом (інгаляційним, ентеральним, наскірним) і за допомогою технічних засобів;

2) абсорбцію – проникнення ліків через біологічні мембрани. Незважаючи на різноманітність, в основі механізму абсорбції лежать: наявна дифузія, полегшена дифузія, активний транспорт, кіноцитоз. Транспортування ліків (фармацевтичного препарату) або харчового інгредієнта кровотоком (наприклад, у випадку із харчовими інгредієнтами – із шлунково-кишкового тракту);

3) розподіл (розповсюдження) – початкове фізичне розміщення ліків в організмі, після того, як препарат потрапляє до організму. Розподіл ліків може бути рівномірним і нерівномірним. Істотне значення в розподілі лікарських засобів має їхня властивість розчинятися у воді або в ліпідах (наприклад, речовина здебільшого концентрується у жирових клітинах організму);

4) метаболізм лікарських засобів здійснюється двома напрямками: зі зменшенням фармакологічної активності й токсичності або з підвищенням фармакологічної дії й токсичності розрізняють 3 основні шляхи

біотрансформації лікарських засобів в організмі: мікросомальне окиснення, немікросомальне окиснення, реакції кон'югації;

5) виведення (екскреція, елімінація) лікарського засобу або його метаболіту з організму нирками, печінкою, легеньми, слизовою оболонкою травного каналу, слюзовими, потовими, молочними (під час лактації) залозами та ін.

Фармакокінетика досліджує процес проходження медикаменту в організмі, тобто те, що відбувається з речовиною у живій системі.

Pharmacology / фармакологія (з грец. *pharmakon* – ліки, отрута, зілля, *logos* – наука) – наука, що вивчає дію лікарських засобів та інших біологічно активних речовин на організм людини.

Pharmacological activity / фармакологічна активність – сукупність ефектів, які є результатом введення одного чи кількох лікарських засобів до організму для терапії та профілактики хвороб або для підтримання необхідного рівня життєдіяльності.

Pharmacophore (pharmacophoric pattern) / фармакофор (модель фармакофора) – сукупність просторових й електронних особливостей лікарських засобів, необхідних для оптимальних міжмолекулярних взаємодій певного медикаменту зі структурою специфічної біологічної мішені, щоб забезпечити бажану фармакологічну дію. Фармакофор – це молекула або сукупність її функціональних груп, які визначають специфічність лікувальної дії препарату. Фармакофор можна розглядати як великі набори активних молекул або як частину наноб'єкта (зокрема, молекули медикаменту), яка відповідає за його фармакологічну активність, наприклад, лікувальну дію.

Phonon / фонон – коливання атомів або молекул вважаються квантованими, фонон є квантом коливань атомів кристалічної решітки.

Phospholipid / фосфоліпід – основна складова наночастинка клітинних структур біологічних мембран усіх організмів; ліпід, який складається з гліцерину, пов'язаного з двома жирними кислотами, і фосфатної групи.

Phosphorescence / фосфоресценція – випромінювання світла, починаючи зі збудженого стану в структурі з трьох елементів різної складності, різноманітності, до основного (квантового) стану, що вимірюється, як правило, в мілісекундах. Фосфоресценція є довготривалою люмінесценцією, яка виникає внаслідок опромінення речовини світлом, іонізуючим випромінюванням, проходження крізь неї електричного струму, під час хімічних реакцій, механічного впливу тощо.

Photocatalyst / фотокаталізатор – речовина, що здійснює фотокаталітичну реакцію (фотокаталіз), за якої відбувається абсорбція світла каталізатором або субстратом під час опромінення малою дозою. Фотокаталіз у напівпровідниках, таких як TiO_2 , можна розглядати як світлоіндукований окисно-відновний процес. Під опроміненням, енергія кванта якого більше ширини забороненої зони напівпровідників, електрон переходить з валентної до зони провідності, залишаючи дірку. Електрони, утворені в зоні провідності, та дірки, сформовані у валентній зоні, рекомбінуються або потрапляють у місця поверхневих дефектів. Ці дірки, сконцентровані на поверхні, є потужними окислювачами, а електрони можуть виступати сильними відновниками.

Photocurable polymers / фотоутворені полімери – передполімерні суміші, які можуть швидко полімеризуватися під впливом світла.

Photodecomposition of water / фоторозклад води – світлоіндуковане розщеплення води для виробництва водню та/або кисню. Це процес енергопостачання для асиміляції CO_2 у фотосинтезі.

Photolithography / фотолітографія – метод, який використовують для виготовлення шаблонів нанопристроїв. Поверхня покривається світло чутливим фоторезистом, а потім зазнає впливу ультрафіолетового світла через маску. Після цього змивається або відкритий фоторезист (позитивний резист), або неекспонована ділянка (негативний резист), залишаючи на поверхні позитивний або негативний образ маски.

Photosynthesis / фотосинтез – процес утворення зеленими рослинами біоорганічних речовин з гідроксиду карбону й води за допомогою енергії сонячного світла як джерела живлення, яке поглинається хлорофілом. Під

час фотосинтезу відбувається перехід енергії з однієї форми в іншу, конкретніше – перетворення рослинами і деякими мікроорганізмами енергії сонячного світла в хімічну енергію, синтез органічних речовин з діоксиду карбону, води, деяких мінеральних компонентів.

З первісних вуглеводів рослини згодом синтезують інші наносполуки (жирні кислоти, амінокислоти тощо). Інші організми – такі як зелені сірчані бактерії та пурпурні бактерії – також здійснюють фотосинтез, але використовують для цього інші сполуки, окрім води. Фотосинтез забезпечує кругообіг карбону, кисню, гідрогену, азоту та інших елементів у природі.

Physical adsorption / фізична адсорбція – адсорбція, в якій діють міжмолекулярні сили (Ван-дер-Ваальса). У такому процесі не відбувається значних змін в електронних орбіталях і фізико-хімічних властивостях речовини.

Physical gel (pseudogel) / фізичний гель (псевдогель) – гель, у якому полімерна мережа складається зі слабозв'язаних полімерних ланцюгів (іонні зв'язки, гідрогенні зв'язки, сили Ван-дер-Ваальса тощо).

Physical vapor deposition (PVD) / фізичне осадження з парової фази (ФОПФ) – процес нанесення нанопокриття, під час якого матеріал покриття переходить із твердого стану у парову фазу й з часом конденсується на поверхні підкладки. В результаті цього метали, сплави або хімічні сполуки осаджуються у вакуумі завдяки тепловій енергії (термічне випаровування, електронно-променеве випаровування, лазерна абляція, випаровування в електричній дузі) або бомбардуванню частинками (іонно-плазмонне розпилення).

Piezoelectric / п'єзоелектрик – властивість матеріалу, позбавленого симетрії інверсії, відповідно до якої застосування фізичного тиску призводить до змін у поляризації наноструктури. Протилежно, застосування зовнішньої напруги до п'єзоелектричного матеріалу спричинятиме просторову деформацію.

Plasmid / плазміда – незалежна, стабільна, самовідтворювальна частина ДНК у бактеріальних клітинах, яка не є частиною нормального геному клітин і не інтегрується до хромосоми-хазяїна. Плазмиду також називають позахромосомною генетичною структурою. На відміну від епісоми, аналогічна генетична структура може існувати незалежно від хромосоми або інтегруватися до хромосоми-хазяїна. Плазмиди, як відомо, надають стійкість проти антибіотиків і можуть передаватися від клітини до клітини вірусно-опосередкованою трансдукцією. Плазмиди виконують різноманітні функції, забезпечуючи клітинам, що їх містять, селективну перевагу; плазмиди перешкоджають проникненню до клітин інших плазмід того самого типу, використовуючи механізми поверхневого вилучення та плазмідної несумісності. Плазмиди використовують в експериментах рекомбінантних ДНК як акцептори чужинної ДНК. Відомі форми плазмідів містять як лінійні, так і кільцеві молекули. Модифіковані плазмиди використовують у генній інженерії та генній терапії. Термін запропонований Дж. Ледербергом (Joshua Lederberg) у 1952 році.

Plasmon / плазмон – колективне коливання вільних електронів у металі. Характерною особливістю збудження плазмонів можна вважати плазмонний резонанс. Довжина хвилі плазмонного резонансу, наприклад, для сферичної частинки срібла діаметром 50 нм, становить приблизно 400 нм, що вказує на можливість реєстрації наночастинок далеко за дифракційними межами (довжина хвилі випромінювання набагато більша розмірів частинки). У 2000 р., завдяки швидкому прогресу в технології виготовлення частинок нанорозмірів, дано імпульс до розвитку нової галузі нанотехнології – наноплазмоніки. Виявилось можливим передавати електромагнітне випромінювання вздовж ланцюжка металевих наночастинок за допомогою порушення плазмонних коливань.

Plasticity / пластичність – непружна реакція матеріалу на зовнішню дію, напругу, навантаження, за яких спричиняється його незворотна (пластична) деформація.

Point of zero charge (PZC) / точка нульового заряду, або потенціал нульового заряду – точка заряду, за якої електростатична густина поверхневого заряду (на одиницю площі) дорівнює нулю. Точка нульового заряду є станом поверхні тіла (або частинки дисперсної фази) в контакті з розчином електроліту, що характеризується рівною кількістю позитивних і негативних зарядів в адсорбційному шарі. Електрокінетичний потенціал за цих умов дорівнює нулю.

Poisson's ratio (σ) / коефіцієнт Пуассона – відношення поперечного стиснення до поздовжнього збільшення об'єкта в разі розтягування. Коефіцієнт Пуассона є величиною безрозмірною, слугує для характеристики речовини.

Polar group / полярна група – гідрофільна («схильна до води») частина наноб'єкта (молекули); може мати електричний заряд. Група, що «тягнеться» до молекул води або інших полярних сполук.

Polar molecule (dipole) / полярна молекула (диполь) – молекула, в якій центри позитивних і негативних електричних зарядів не збігаються, так що один кінець молекули має позитивний (або частково позитивний) заряд, а інший – негативний (або частково негативний) заряд.

Polarity (chemical) / полярність (хімічна) – ступінь, коли наноб'єкт несе електричний заряд або частковий електричний заряд. Як правило, чим молекула полярніша (з більшим розділенням зарядом), тим вона гідрофільніша. Полярність є результатом нерівномірного розподілу електронів між атомами, що утворюють молекулу.

Polarizable electrode / поляризований електрод або електрод, що поляризується – електрод, який легко поляризується. Тобто потенціал електрода істотно змінюватиметься від його рівновагового потенціалу із застосуванням навіть невеликої густини електричного струму.

Polaron / полярон – локалізовані заряджені носії (формується за рахунок сильної взаємодії між фононом і носієм), котрі сильно взаємодіють з решіткою. Полярон є комбінацією електрона з його оточенням, тобто складною квазічастинкою, що являє собою електрон провідності (або дірку), який рухається разом із спричиненою ним

деформацією навколишнього середовища, зокрема кристалічної решітки. Якщо електронна хвильова функція поширюється на багато атомних ділянок кристалічної решітки, то такі полярони великі, решту називають малими.

Polymer / полімер – велика молекула, яка містить атоми, з'єднані первинними ковалентними зв'язками вздовж всієї молекули. Полімери є високомолекулярними сполуками, що мають однаковий із мономерами склад, але відрізняються різною кількістю атомів у молекулі. Вони є продуктом взаємодії однакових або різних за хімічною природою мономерів, в останньому випадку продукт взаємодії називають співполімером. Якщо кількість мономерів незначна, то утворюються димери, тримери та складніші сполуки – олігомери. Молекулярна вага полімерів може досягати мільйонів. Полімери є наночастинками полісахариду хітозану, що також можуть використовуватися як системи для доставки медикаментів до уражених органів. На сучасному етапі розвитку нанонауки розробляються водорозчинні полімерні наночастинки в комплексі з білком чи молекулою препарату. Така структура зменшує імуногенність нанопрепаратів, збільшує їхній період існування, підвищує проникність лікарських препаратів через гістогематичні бар'єри та всередину клітини.

Polymerase / полімераза – фермент, який каталізує сукупність (assembly) нуклеотидів у РНК (РНК-полімераза) і дезоксинуклеотидів у ДНК (ДНК-полімераза).

Polymerase chain reaction (PCR) / полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) – реакція, що використовує фермент ДНК-полімерази, щоб каталізувати формування більшої кількості фрагментів ДНК із вихідної полімерази шляхом повторюваних циклів синтезу ДНК (гідрогенним зв'язком) в одноланцюгову ДНК (негідрогенним зв'язком) і виробництвом олігонуклеотидних капсул (праймерів), які доповнюють кожний ланцюг ДНК. Праймери зв'язуються з ДНК і позначають її у такий спосіб, що додавання ДНК-полімерази і дезоксинуклеозидтрифосфатів спричинюють утворення нового фрагмента (ланцюга, нитки) ДНК у формі, яка є

доповненням цільової ділянки ДНК. Описаний процес (ампліфікація) повторюється знову і знову, щоб виробляти мільйони копій (ампліконів) потрібної нитки ДНК, яку використовують у нанобіотехнологіях.

Polymerase chain reaction (PCR) technique / метод полімеразної ланцюгової реакції – дає змогу ампліфікувати у пробірці мільйони послідовностей копій ДНК. Процедура усуває необхідність реплікації послідовності ДНК-мішені в природних умовах або реплікації єдиних у своєму роді крихітних зразків ДНК (наприклад, з місця злочину).

Polymerization / полімеризація – реакція для створення хімічної сполуки з великою молекулярною вагою, що складається зі структурних одиниць, з'єднаних разом ковалентними зв'язками; синтез полімеру, за якого макромолекула утворюється послідовним приєднанням молекул одного або кількох мономерів до активного центру, який знаходиться на кінці ланцюга, що росте.

Polymerized C₆₀ / полімеризований C₆₀ – тверда структура C₆₀ може бути полімеризованою шляхом опромінення сильним видимим чи ультрафіолетовим світлом або завдяки високій температурі і високому тиску. Під час полімеризації деякі з внутрішніх зв'язків C – C молекули C₆₀ розриваються та поєднуються міжмолекулярним циклічним додаванням.

Polymorphism (chemical) / поліморфізм (хімічний) – властивість хімічної речовини кристалізуватися (або просто існувати) у двох або більше формах, що мають різну структуру. Наприклад, такі наноструктури, як алмаз і графіт – дві різні структури карбону.

Polypeptide (protein) / поліпептид (білок) – молекулярний ланцюг наноструктур – амінокислот, пов'язаних пептидними зв'язками. Через синтез «ланцюжка», що виконується рибосомами, кожен поліпептид (білок) у природі є кінцевим продуктом гена. Всі амінокислоти білків, окрім гліцину, мають асиметричний атом карбону. Таким чином, поліпептиди є потенційно хіральною.

Porin / порін – трансмембранний білок, який формує нанопори в мембрані. Порини наявні в зовнішніх мембранах бактерій і мітохондрій.

Porosity / пористість – відношення об'єму пор до всього (повного) об'єму, виражається у відсотках. Вимірювання міцності тонкої плівки. Цей параметр є обернено пропорційним до щільності тонкої плівки й іноді використовується для вираження площі поверхні.

Porous alumina membrane / мембрана пористого оксиду алюмінію – мембрана, що містить щільні нанопори (діаметром від п'яти до кількох десятків нанометрів); зверху мають вигляд бджолиних стільників. Це досягається анодуванням чистого алюмінію в розчинах завдяки процесу самоорганізації.

Precipitation / осадження, преципітація – осадження антигена. Наприклад, екстракту бактерій з фізіологічного розчину під впливом специфічної (антимікробної) сироватки. Реакція преципітації є імунологічною реакцією, за якої відбувається осадження комплексів антиген-антитіло. Преципітація застосовується в імунодіагностиці для розпізнавання низки захворювань, оскільки дає змогу визначити вміст антитіл в сироватці крові хворих або вакцинованих людей, а також імунізованих тварин. Преципітація може відбуватися в інших станах: суспензії, як, наприклад, пісок у воді, тверде тіло осаджується (відокремлюється) у сталі положення. У золях частинки осаджуються шляхом коагуляції.

Primary structure / первинна структура – ковалентна структура білків, що визначається послідовністю наноструктур амінокислот, пов'язаних пептидними зв'язками, дисульфід-зв'язками між радикалами цистеїну і будь-якими іншими ковалентними модифікаціями.

Prion / пріон – білкова структура (молекула), яка міститься в плазматичній мембрані клітин, у головному мозку, в різних тканинах усіх хребетних. Окрім сигналізації, однією із функцій пріону є допомога у «захопленні» і деактивуванні вільних радикалів кисню – атомів кисню із зайвим електроном. Ці вільні радикали кисню породжуються у біологічних системах, зокрема всередині організму, і мають високу енергію, викликаючи негативну дію.

Protargol / протаргол (Protargolum, Argentum proteinicum) – коричнево-жовтий або коричневий легкий порошок без запаху, слабкогіркого і злегка терпкого смаку. Легко розчинний у воді, нерозчинний у спирті, ефірі, хлороформі. Містить 7,8–8,3% срібла. Застосовують як антисептичний і протизапальний засіб для змащування слизових оболонок верхніх дихальних шляхів (1–5% розчин), промивання сечовивідного каналу і сечового міхура в разі гонорейного хронічного уретриту (1–3% розчин), в очних краплях для лікування кон'юнктивіту, блефариту, бленореї (1–3% розчин). Сучасні антибактеріальні препарати (сульфаніламід, антибіотики тощо) витіснили протаргол, як і інші препарати срібла, з широкого вжитку. Але виникнення стійких форм мікроорганізмів до сульфаніламідів й антибіотиків змусило повернутися до препаратів як срібла, так і наносрібла.

Protease / протеаза – фермент, який каталізує гідролітичне розщеплення білків, а також руйнує пептидний зв'язок, що утримує ланцюг разом. Протеази – це великий клас протеолітичних ферментів.

Protein / білок (з грец. *proteios* – перший, найважливіший або першого розряду) – високомолекулярна органічна наноструктура, до якої входять 20 амінокислот. Білок відіграє першорядну роль у життєдіяльності живих структур. Білки виконують структурну (побудова тканин, клітин, їхніх складових частин) та функціональну (ферменти, гормони) роль. Різноманітність білків зумовлена різною послідовністю розміщення в їхній структурі амінокислот, що мають нанорозміри. Білки в живих організмах здатні реагувати на зміну навколишнього середовища, вплив різних ксенобіотиків, зокрема лікарських засобів, та інших факторів, змінюючи своє розташування всередині клітин, ділячись на декілька частин. Усі амінокислоти, які містяться в білках, мають асиметричний атом карбону, крім амінокислоти гліцину. Таким чином, білок за своєю природою є потенційно хіральною наноструктурою. Білок відкритий у 1838 р. Джонсом Берцеліусом (Jons Berzelius).

Protein-conducting channel / білково-провідний канал – трансмембранний отвір, через який за відповідних умов можуть пройти синтезовані білкові наномолекули.

Protein engineering / білкова інженерія – селективна, планомірна реорганізація та синтез білків для того, щоб результуючі білки виконували нові бажані функції. Білкова інженерія здійснюється шляхом заміни або перестановки окремих амінокислот у нормальних білках. Це досягається хімічним синтезом або технологією рекомбінантної ДНК (тобто методами генної інженерії).

Protein folding / згортання білка – складна взаємодія поліпептидів молекулярних ланцюгів із навколишнім середовищем, між собою та з іншими білковими молекулами, яка спричиняє складання поліпептидної молекули у високоорганізовану, щільно упаковану тривимірну наноструктуру.

Protein microarrays / білкові мікрочипи – частинки скла, пластику або кремнію, на яких укріплюються різні агенти-захоплювачі: антитіла, аптамери, ферменти, антигени, рецептори, ліганди або молекули інших хімічних сполук, що зв'язуються чи взаємодіють із білками певним чином у конкретних місцях мікрочипа. Ці мікрочипи (біочипи, білкові масиви тощо) використовують для дослідження широкого спектра ознак зразків.

Proteoglycan / протеоглікани – макромолекули, що складаються з білкової серцевини (5–10%), до якої приєднані ланцюги глікозаміногліканів (90–95%). Протеоглікановий гідрогель надає позаклітинному матриксу стійкості проти тиску. Звичайна молекула протеоглікану складається з поліпептидного ланцюга, до якого приєднані молекули глікозаміногліканів. У міжклітинному матриксі протеоглікани сполучені з гіалуроновою кислотою. Так утворюється «ялинка з ялинок» – желеподібна речовина.

Proton / протон – елементарна частинка з одиничним позитивним зарядом. Атоми складаються з протонів і нейтронів, за винятком атома гідрогену (атома водню), ядром якого є один протон.

Protoplast / протопласт – наноструктура, що складається з клітинної мембрани і внутрішньоклітинних компонентів, але позбавлена клітинної стінки. Видалити зовнішню стіну рослинної клітини можна застосуванням спеціальних ферментів або електропорацією.

Pseudorotaxane / псевдоротаксан – ротаксан, якому не вистачає однієї чи обох об'ємних термінальних груп, що можуть спонтанно відтворюватися.

Pyramidal nanoelectrode / пірамідальний наноелектрод – наноелектрод, в якому ізоляційні наноструктури з металу/діелектрика/Si мають пірамідальну форму.

Pyrolysis / піроліз – метод і процес розкладання речовин, формально визначається як хімічне розщеплення (розклад, декомпозиція) речовини на простіші складові, що може відбуватися в органічних матеріалах за високої температури й відсутності кисню. На практиці неможливо досягти цілковито безкисневої атмосфери; фактично піролітичні системи функціонують з менш ніж стехіометричною, кількістю кисню. Оскільки деяка кількість кисню наявна в будь-якій піролітичній системі, відбуватиметься номінальне окиснення.



Quality / якість – якість, або q-фактор нанопристрою чи процесу, визначається як відношення переданої енергії до розсіяної; числа здійснених квантових операцій до виробленої ентропії; числа операцій з квантовими бітами до числа подій порушення когерентності. Це також відношення запрограмованої температури до температури взаємодії, що порушує когерентність, або відношення між часом когерентності та часом роботи.

Quantitative structure-activity relationship (QSAR) / кількісне співвідношення структура-активність (КССА) – методика комп'ютерного моделювання, що дає змогу передбачити ефект (наприклад, вплив на тканини) нової сполуки до того, як вона створюється. Техніка заснована на даних і матеріалах десятилітніх досліджень, присвячених вивченню впливу хімічної структури на біологічну активність синтезованої речовини.

Методика QSAR використовувалася лише в аналітичній хімії для оцінки зв'язків між хімічною структурою і фізико-хімічними властивостями речовин. Залучення до аналізу молекулярних дескрипторів уможливило точніший опис молекули, що стимулювало інтенсивний розвиток цього методу. Сучасні технології QSAR дають змогу встановити кореляцію між молекулярною структурою і різними фізико-хімічними властивостями сполук, що посилює значення цього підходу в фармакологічних дослідках, зокрема в розробці і створенні нових лікарських засобів. У фармакології останнім часом розвиваються такі різновиди методу QSAR, як SAR (Structure-Activity Relationships), QSPR (Quantitative Structure-Property Relationships) і QPAR (Quantitative Property-Activity Relationships), які вивчають відповідно якісний зв'язок «структура-активність», кількісний зв'язок «структура-властивості» і «властивості-активність». Використання в дослідженнях QPAR фізико-

хімічних властивостей, прогнозованих за допомогою методів QSPR, дає змогу створювати інтегральні QSAR моделі, що мають широкі прогностичні можливості.

У методі QSAR широко використовують квантово-хімічні дескриптори (структурні параметри молекули лікарського засобу), які одержують на основі квантово-хімічних розрахунків. Квантово-хімічний дескриптор характеризує електронну та геометричну структуру молекули органічної сполуки, виражаючи її у вигляді набору найважливіших для певної речовини показників. До таких показників належать: довжини зв'язків між атомами, величини кутів між зв'язками, заряди на атомах, енергії молекулярних орбіталей, молекулярна поляризованість, електростатичний потенціал, дипольний момент тощо.

Quantum / 1) квант (з лат. *quantus* – скільки) – неподільна частинка матерії. Загальна назва певної кількості променевої енергії, моменту кількості руху та інших величин, якими характеризують фізичні властивості мікро- та наносистем. Наприклад, квант світла – елементарна частинка, порція світла, те саме, що й фотон. В основі поняття – уявлення про те, що будь-яка фізична величина може мати тільки певні, але недовільні значення, тобто фізична величина квантується.

2) квантовий – система частинок описується в термінах хвильової функції, що залежить від конфігурації частинок. Для опису поведінки електронів у структурах нанометрового розміру необхідні квантово-механічні методи. Хвильові функції електронів допомагають визначати поверхню потенційної енергії молекулярної системи, яка, у свою чергу, є основою для класичного опису руху молекул. Наномеханічні системи майже завжди можна описати в термінах класичної механіки з певними квантовими корекціями.

Quantum cascade laser / квантовий каскадний лазер – однополярний напівпровідниковий лазер на основі резонансного тунелювання.

Quantum cellular automata / квантові клітинні автомати – машини, що складаються з однакових клітин, кожна з яких зберігає один біт (від англ. *binary* «двійковий») – одиниця вимірювання кількості інформації в

двійковій системі) інформації і передає її найближчим сусідам (клітинам). Такий механізм можна використати для передачі бінарної інформації; клітини можуть бути організовані для створення логічного контуру нанометрових розмірів.

Quantum charge transport / квантове перенесення заряду – перенесення заряду є стрибкоподібним, здійснюється між наночастинками або нанокластерами, з'єднаними «горлом пляшки», в якому міститься декілька атомів. Це явище має щось спільне із рухом кількох поодиноких зарядів.

Quantum chemical descriptors / квантово-хімічні дескриптори – структурні параметри молекул, одержані з квантово-хімічних розрахунків, наприклад, енергії *HOMO* і *LUMO* – атомні моменти, порядки зв'язків тощо.

Quantum chemistry / квантова хімія – розділ теоретичної хімії, в якому будову і властивості хімічних сполук, їхню взаємодію і перетворення в хімічних реакціях розглядають на основі уявлень і за допомогою методів квантової механіки. Методи квантової хімії тісно пов'язані з експериментально встановленими закономірностями у властивостях і поведінці хімічних сполук, зокрема закономірностями, що описуються класичною теорією хімічної будови. Основна мета квантової хімії полягає в *ab initio* (апріорі) прогнозі структури й енергії молекул. Експериментально недоступні молекулярні системи можуть досліджуватися лише за допомогою методів квантової хімії.

Quantum conductance / квантова провідність – пружна передача електронної провідності через міцний провід без непружних зіткнень. Слід коефіцієнта передачі, отриманий за квантовою теорією розсіювання, являє собою електричну провідність G , кратну ($G_0 = 2e^2/h = 1/(12,9\text{k}\Omega)$) – залежно від кількості каналів провідності, але незалежно від довжини проводу.

Quantum confinement / квантова локалізація – локалізація електронів і дірок усередині напівпровідникових наночастинок. Квантова локалізація радикально змінює оптичні характеристики напівпровідника, зокрема, підвищує його нелінійні оптичні властивості.

Quantum confinement effect / ефект квантової локалізації – прояв невеликого розміру наночастинок. Коли носій заряду обмежується в невеликому об'ємі, його енергетичні рівні зсуваються відповідно до рівнів об'ємного матеріалу, що призводить до залежності піку фотолюмінесценції від розміру.

Quantum corral / квантовий загін – це штучна двовимірна атомна структура, розташована в замкнутій формі, конфігурації (наприклад, у формі квадрата, трикутника, кола, еліпса тощо). Квантовий загін є наноб'єктом, утвореним атомами адсорбату на атомарно чистій поверхні монокристалу металу атомними маніпуляціями, здійсненими скануючим тунельним мікроскопом. Результатом розсіювання поверхневих електронів є їхня локалізація з сильно деформованою електронною структурою.

Quantum dot (QD) / квантова точка, штучний атом – електронна структура, в якій електрони повністю обмежені в трьох напрямках простору. Обмеження (локалізація) може бути електростатичним чи структурним. Коли розмір регіону локалізації стає порівняним із довжиною хвилі де Бройля електрона, квантові точки демонструють характерну квантову поведінку: тривимірне квантування енергії з орбітальним рухом, оболонковою структурою, що є типовим для атомів.

Квантова точка – це «молекулярна структура» розміром від 0,1 до 100 нм, отже, вона є чимось середнім між молекулою і твердим тілом. Квантову точку також називають напівпровідниковим нанокристалом. Вона може складатися з тисяч атомів. Квантові точки було сконструйовано з напівпровідникових матеріалів (наприклад, селеніду кадмію), кристалітів (вирощених шляхом молекулярно-променевої епітаксії). Ці напівпровідникові кристали випромінюють світло видимими, ультрафіолетовими та інфрачервоними хвилями спектра, залежно від їхньої хімічної структури та розміру квантових міток, а також спеціального джерела світла, використаного для їх опромінення.

Квантові точки, що мають особливі комбінації кольорів, можуть бути приєднані до:

- рецепторів чи інших білків за допомогою молекулярних містків;
- особливих видів клітин (наприклад, ракових) шляхом їх покриття пептидами або іншими відповідними молекулами. Це досягається завдяки інкапсулюванню (герметизації) кластерів вибраних квантових точок з-поміж гранул полімеру, які згодом прикріплюють до молекулярної функціональної групи (ліганду), що приєднується до специфічних видів клітин (так, ракові клітини виділяють кольором). Коли пізніше тканина опромінюється світлом хвилі певної довжини, «виділені» клітини світяться обраними кольорами. Квантові точки можуть використовуватися для опромінення різними кольорами живих тканин (чи різних структур з-поміж певних клітин) всередині організму. Виділений колір зазнає впливу особливої тканини, всередині якої знаходяться квантові точки. Квантові точки, ймовірно, можна використовувати як рецептори (наприклад, на «біочипах») для певних лігандів (компонент крові, який наявний тільки в організмі хворого), сигналізуючи таким чином про хворобу, коли кров спрямовується через квантову точку. Цей сигнал може бути електронним випроміненням світла особливої довжини хвилі тощо.

Quantum dot cellular automaton / клітинний автомат на квантових точках – скорочено QDCA (КАКТ), або QCA (ККА) – певна схема логіки за допомогою квантових точок. Охоплює «клітини» (з чотирьох точок), які взаємодіють одна з одною на місцевому рівні; це нагадує клітинно-автоматні моделі обчислень.

Quantum-dot device / нанопристрій на квантових точках – пристрій, в якому електрони не можуть вільно рухатися вздовж будь-якого з вимірів. Електрони «стрибають» з однієї *точки* до іншої.

Quantum-effect device / нанопристрій із квантовими ефектами – пристрій на рівні атомів, де відбуваються квантово-механічні явища – дифракція, інтерференція та «стрибки» електронів.

Quantum effects / квантові ефекти – ефекти, в яких слід враховувати подвійну природу (частинкову і хвильову) розглядуваних систем для опису їхніх фізичних характеристик. Цими ефектами можна знехтувати,

якщо системи великі, але вони стають дуже важливими, коли досліджувана система є нанорозмірною.

Quantum electrodynamics (QED) / квантова електродинаміка (КЕД) – розділ квантової теорії поля, який вивчає заряджені частинки, фотони й електромагнітні поля. КЕД є розділом стандартної моделі фізики елементарних частинок.

Quantum field theory / квантова теорія поля – результат поєднання квантової механіки і спеціальної теорії відносності. Стандартна модель фізики елементарних частинок є сучасною квантовою теорією поля. Інші, спрощені, моделі не враховують деякі деталі стандартної моделі, включаючи квантову електродинаміку – квантову теорію поля електричних зарядів та електромагнетизму, а також квантову хромодинаміку, квантову теорію поля «кольорових» зарядів (кварків і глюонів) та сильної взаємодії.

Quantum information / квантова інформація – конкретна квантова інформація, яка міститься у наносистемі й може ідентифікуватися за допомогою фактичного квантового стану системи. Загальна кількість квантової інформації є такою ж, як і кількість класичної інформації, а саме логарифм кількості ортогональних станів – за винятком того, що він вимірюється у «кубітах», а не в бітах. Квантову інформацію можна розглядати як вибір базису разом із класичною інформацією, що міститься в одному з базисних станів. Класична інформація є лише вибором одного базисного стану за умови, коли власне базис визначений.

Quantum interference device / квантовий інтерференційний прилад – електронний прилад, який функціонує на основі конструктивної та деструктивної інтерференції електронних хвиль.

Quantum mechanical tunneling / квантовомеханічне тунелювання – проходження частинок (як правило, електронів) через класично заборонену ділянку, нижче потенційного бар'єра; кінетична енергія електрона при цьому є від'ємною, що з погляду класичної механіки неможливо. Тунелювання між ділянками, близькими до рівня Фермі, пояснює електричну провідність у матеріалах із невпорядкованою структурою, таких як нанокompозити.

Quantum mechanics / квантова механіка – сучасна теорія механіки, започаткована відкриттям Планком фундаментального співвідношення між частотою та енергією: система, яка переходить між різними станами за певної частоти, має відповідну мінімальну кількість енергії. Цей факт уперше виявив Планк у контексті випромінювання абсолютно чорного тіла. Квантова механіка є базою для багатьох напрямів фізики та хімії, включаючи фізику твердого тіла, квантову хімію та фізику елементарних частинок.

Quantum metal nanowire / квантовий металевий нанодріт – металевий нанодріт, провідність якого квантується.

Quantum pharmacology / квантова фармакологія – наука, яка застосовує принципи теоретичної хімії, квантової фізики і квантової механіки та методи комп'ютерного моделювання для дослідження молекулярної структури лікарських засобів, механізмів їхньої взаємодії з рецепторами, біомолекулами організму для встановлення первинної фармакологічної реакції медикаментів, а також цілеспрямованого синтезу оригінальних препаратів з метою їх раціональнішого застосування в клінічній практиці. Останніми роками досліджують спільності та відмінності в квантовій фармакології і нанофармакології.

Quantum point contact / квантовий точковий контакт – структура, де «ланцюжок» із атомів, ширина якого становить декілька атомних діаметрів і є порівнянною з довжиною хвилі Фермі електронів провідності, з'єднує два електричні контакти. Вони зазвичай металеві та формуються скороченням наконечника скануючого тунельного мікроскопа (СТМ).

Quantum size effect / квантовий ефект розміру – ефект, який полягає в тому, що вільні електрони досягають дискретних квантових рівнів і мають дискретний спектр збудження, коли вони обмежені у вузькій ділянці, розмір якої порівнянний із дебройлівською довжиною хвилі електрона.

Quantum state / квантовий стан – ще інакше його називають чистим станом. Стан квантової системи, який ототожнюється з вектором

(нормалізованим до одиничної довжини) в *Гільбертовому просторі* багатовимірної системи.

Quantum well / квантова яма – потенційна яма в напівпровідниковій гетерогенній наноструктурі, яка може утримувати електрони чи дірки в дуже тонкому (як правило, від 10^{-9} до 10^{-7} м) шарі напівпровідника А, вбудованому між двома шарами напівпровідника Б. Якщо ширина забороненої зони (де відсутні електронні рівні) в А менша, ніж у Б, це спричинює локалізацію носіїв у зоні провідності та/або валентній зоні А, перпендикулярно до площини шару. Електрони чи дірки є вільними у площині ями.

Quantum-well device / нанопристрій із квантовою ямою – наноприлад, в якому електрони не можуть вільно рухатися в одному вимірі.

Quantum well infrared photodetector (QWIP) / інфрачервоний детектор на квантовій ямі (ІДКЯ) – функціонує на основі переходу зі зв'язаного до квазізв'язаного стану в квантовій ямі. Явище виявлено у фокальній панелі інфрачервоних камер з високою роздільною здатністю.

Quantum well wire / дрiт з квантовою ямою – квантова система, де носії обмежені в двох напрямках, а третій залишається вільним.

Quantum wire / квантовий дрiт – довгий вузький ланцюг, розміри якого у двох ортогональних напрямках менші, ніж деякі характерні розміри, такі як довжина вільного пробігу чи дебройлівська довжина хвилі електрона. Тому рух електронів обмежується здебільшого одним напрямком і в такий спосіб, коли електронний стан зберігає свою когерентність уздовж дроту.

Quantum yield / квантовий вихід – критерій оцінки ефективності фотокаталізатора. Це кількість молекул певного продукту, які вступили у реакцію, у розрахунку на кожний абсорбований фотон за конкретної заданої довжини хвилі.

R

Raman active modes / активні моди комбінаційного розсіювання – моди коливань системи, спричинених падаючим фотоном під час непружного розсіювання світла.

Raman emission / комбінаційне випромінювання – дискретні спектри наносистем, які утворюються нормальними модами молекулярного коливання і слугують за «відбитки пальців» тривимірної структури, містять інформацію про міжмолекулярні взаємодії і конформації.

Raman optical activity spectroscopy / спектроскопія оптичної активності комбінаційного розсіювання – інструмент хіральної оптичної спектроскопії, що використовується для дослідження молекулярної поведінки в розчинах деяких біомолекул, таких як віруси, нуклеїнові кислоти, білки і вуглеводи. У спектроскопії оптичної активності комбінаційного розсіювання світло відібраної довжини хвилі спрямовується на досліджувані біомолекули. Ці біомолекули поглинають певну частину енергії світла і стають «збудженими» (тобто підвищується їхнє молекулярне коливання), а потім вони випромінюють відбите або розсіяне світло. Це світло можна аналізувати для визначення детальної інформації про структуру і поведінку досліджуваних біомолекул. Наприклад, спектр оптичної активності комбінаційного розсіювання надає інформацію про пристосування й третичні структури біомолекул. Спектроскопія оптичної активності комбінаційного розсіювання може використовуватись і для структурної класифікації біомолекул (наприклад, у протеоміці, яка досліджує білковий склад біологічних об'єктів, модифікацій і структурно-функціональних властивостей білкових молекул).

Дотепер для визначення структури біологічних об'єктів широко застосовується спектроскопічний метод вимірювання оптичної активності речовин. Як і раніше, при вивченні біологічних молекул вимірюють їхні спектри поглинання і флуоресценцію. Барвники, які флуоресціюють при лазерному збудженні, використовуються для визначення гідрогенного показника та іонних сил у клітинах, а також для дослідження специфічних ділянок у білках. За допомогою резонансного комбінаційного розсіювання зондується структура клітин і визначається конформація молекул білків і ДНК.

Raman scattering / комбінаційне розсіювання світла – розсіювання фотонів завдяки коливанням атомів або іншим елементарним збудженням у твердих тілах або нанооб'єктах (молекулах).

Raman spectroscopy / спектроскопія комбінаційного розсіювання – метод дослідження структури коливальної зони матеріалів, який широко використовується для характеристики наноматеріалів: діаманта, графіту, діамантоподібного вуглецю (карбону). Спектроскопія комбінаційного розсіювання є найпопулярнішим методом ідентифікації sp^3 -зв'язку в діаманті, sp^2 -зв'язку в графіті й діамантоподібному карбоні.

Raman spectrum / спектр комбінаційного розсіювання світла – коли монохроматичне світло частоти ν_0 падає на прозорий зразок та розсіяне світло диспергується за допомогою монохроматора, після чого вимірюється його інтенсивність. У результаті отримуємо спектр непружно розсіяного випромінювання (спектр комбінаційного розсіювання світла на нанооб'єкті).

Rayleigh scattering / Релеївське розсіювання – розсіювання світла під час його проходження через середовище, що містить частинки, розміри яких маленькі порівняно з довжиною хвилі випромінювання. Використовується оптичний імпульсний рефлектометр.

Reaction center / центр реакції – сукупність молекул, яка після надходження енергії збудження з енергетичної пастки (що може не бути частиною центру реакції) здатна до розділення заряду та його стабілізації завдяки подальшій передачі електронів. Якщо завадити рекомбінації заряду, щоб екситон став достатньо довгоживучим, його можна трансформувати у біохімічний, електрохімічний або фотоелектричний (фотогальванічний) потенціал.

Reactive ion etching / реактивне іонне травлення – метод передачі зразка (шаблону). Використовується для отримання певних характеристик, параметрів як шляхом плазмового травлення, так і хімічних реакцій; за відповідних умов реактивне іонне травлення може забезпечити високі селективність і ступінь анізотропії.

Receptor / рецептор – функціональна білкова наноструктура, що зазвичай міститься у плазматичній мембрані (поверхні) клітин і взаємодіє з іншими молекулами (органічними, білковими або вірусними). Основною умовою функціонування рецепторів є структурна відповідність між рецепторами та молекулами, які на них діють. Рецептор має властивість зв'язуватися з нейтральними або іонними видами речовин шляхом ідентифікації.

Деякі (відносно рідкісні) рецептори розташовані всередині плазматичної мембрани клітини. Обидва (мембранні і внутрішні) типи рецепторів є функціональною частиною передачі інформації (наприклад, подача сигналу) до клітини. Рецептор і його «зв'язаний організм» пов'язані як єдиний комплекс, перейняті клітиною за допомогою процесу ендоцитозу, в якому клітинна мембрана інвагінує в безпосередній близькості зі зв'язаним комплексом. Цей процес утворює мембрану «міхур» на внутрішній частині клітини, яка згодом відщеплюється, щоб сформувати ендоцитний везикул. Рецептор відщеплюється від свого зв'язаного організму шляхом розщеплення в лізосомах клітин. Він повторно використовується й повертається до поверхні клітини (наприклад, рецептори ліпопротеїдів низької густини).

У деяких випадках рецептор, разом з його зв'язаною молекулою, може розкладатися під дією потужних гідролітичних ферментів, знайдених у клітинах лізосом (наприклад, інсуліновий рецептор, епідермальний фактор росту рецепторів і фактор росту нервів рецепторів). Ендоцитоз (інтерналізація рецепторів і пов'язаного ліганду, такого як гормон) видаляє гормони з кругообігу, і клітина тимчасово менше реагує на них через зменшення кількості рецепторів на поверхні клітини. В такий спосіб клітина здатна реагувати на новий сигнал. Рецептор можна розглядати як дворецького, який дозволяє гостям (у даному випадку молекулам, що специфічно зв'язуються з рецептором), увійти до будинку (клітини) і супроводжує їх, коли вони входять усередину. Інший спосіб «прийому» відбувається, коли після зв'язки, трансмембранний білок (наприклад, один із G-білків) активує частину трансмембранного (тобто через клітинну мембрану) білка, розміщеного всередині клітини. Ця активація зумовлює ефектор усередині клітини для отримання хімічного «сигналу», що змушує ядро клітини через експресію генів реагувати на оригінальний зовнішній хімічний сигнал (який прив'язаний до частини рецептора трансмембранного білка).

Receptor fitting (RF) / пристосування рецептора (або встановлення рецепторів) – дослідницький метод визначення макромолекулярної структури, яку хімічна сполука (наприклад, інгібітор), повинна мати, щоб відповідати рецепторові (на зразок моделі замка і ключа). Наприклад, хімічний склад больового інгібітора, що блокує больовий рецептор на поверхні клітини.

Receptor mapping / відображення рецептора – метод визначення тривимірних структур рецепторних ділянок шляхом екстраполяції відомої структури молекули, з якою рецептор взаємодіє. Цей підхід можливий завдяки комплементарній формі рецепторів і молекул, що взаємодіють з ними.

Цей метод використовують, щоб визначити тривимірну структуру ділянки зв'язування з рецептором, екстраполюючи від відомої

структури молекули, зв'язаної з нею. Такий підхід може реалізуватися завдяки комплементарній формі рецептора і зв'язувальній молекулі. За математичною моделлю дослідник прогнозує гіпотетичні властивості рецепторів лігандів. Процес відображення рецепторів потребує повторного вдосконалення математичної моделі, щоб відповідати властивостям, які постійно виявляються за допомогою використання або взаємодії хімічних реагентів, що породжують відомі молекулярні структури.

Recombinant DNA (rDNA) / рекомбінантна ДНК (рДНК) – ДНК, утворена синтетичним поєднанням генів (генетичного матеріалу) в нову комбінацію.

Recombinase / рекомбіназа – категорія ферментів, внаслідок дії яких розривається молекулярний ланцюг ДНК у клітині (вирізання і врізання) певного гена. Рекомбіназа зазвичай рухається по клітинах, які її містять, і стимулює відновлення пошкодженої клітини ДНК за певних умов.

Recombinant protein / рекомбінантний білок – білок, в якому зміни в початковій будові, такі як заміщення, вилучення або включення, створюються штучно; спричинені експресією відповідно видозмінених генів за допомогою рекомбінантної ДНК-технології. Рекомбінантний білок – антипод «білка дикого типу».

Recombination / рекомбінація – сполучення генів, наборів генів або частин генів у нові комбінації як біологічним способом, так і за допомогою лабораторних маніпуляцій (наприклад, генної інженерії).

Replicator / реплікатор (з лат. *replico* – повторюю) – наноробот, здатний відтворити власну копію. Наприклад, ДНК-послідовності є реплікаторами, оскільки вони багаторазово копіюються в процесі поділу клітин.

Resist / резист – тонка наноплівка матеріалу, нанесеного на пластину, які використовуються з метою формування моделей за

допомогою літографії, а згодом для замаскування або захисту певних ділянок схемної плати від процесів травлення, покриття тощо.

Resonance Raman scattering / резонансне комбінаційне розсіювання – збільшення ефективності комбінаційного розсіювання, коли енергія падаючого фотона наближається до енергії одного з електронних переходів у твердому тілі або молекулі.

Reverse micelle / обернена міцела – також відома як перевернута міцела. Сфероїдальна структура, утворена складанням амфіпатичних (таких, що мають полярні й неполярні ділянки) молекул, розчинених в органічних неполярних розчинниках – бензолі, гексані, ізооктані й оліях (кукурудзяній, кунжутній). Структура оберненої міцели зворотна порівняно зі структурою міцели: полярні групи і вода містяться в центрі, а поверхнево-вуглеводневі ланцюги – зовні.

Ribonucleic acid (RNA) / рибонуклеїнова кислота (РНК) – молекула нуклеїнової кислоти. Біополімер, побудований із мононуклеотидів, схожий на ДНК, але містить рибозу замість дезоксирибози. РНК формується за зразком ДНК. РНК є в усіх клітинних фракціях, але найбільше – у рибосомах. Існує декілька груп молекул РНК; вони виконують головну роль у синтезі білка та в інших процесах, що відбуваються у клітинах.

Ribosome / рибосома – органоїд, який є місцем біосинтезу клітинних білків людини, тварин і рослин. Рибосома – це щільна сферична частинка, яка складається з майже рівних частин рибонуклеїнових кислот і білків, організованих у дві різні за величиною субодиниці.

Rotaxane / ротаксан – сукупність двох або більше хімічно незалежних молекул, в яких молекулярний ланцюг оточений одним або більше кільцями (оболонками). Компоненти ланцюга закриваються з обох кінців громіздкими функціональними групами, щоб запобігти розрядці кілець.

S

Scanning electrochemical microscopy (SECM) / скануюча електрохімічна мікроскопія (растрова електрохімічна мікроскопія) – мікроскопічний метод, який може забезпечити інформацією про топографію та реактивність поверхні чи інтерфейсу (рідкий/твердий, рідкий/рідкий, рідкий/газ), з роздільною здатністю, що регулюється розмірами електрохімічного наконечника. Наконечник скануючої електрохімічної мікроскопії – це субмікронний електрохімічний зонд, а сигнал наконечника – це струм Фарадея (faradaic current), що породжується електролізом ізопів розчину.

Scanning electron microscopy (SEM) / скануюча електронна мікроскопія (SEM) – метод мікроскопії, що замість світла використовує електронний промінь. Промінь сканується поверхнею нанозразка під час виходу електронів зворотного розсіювання і додаткових електронів, які генеруються для формування трипросторового зображення.

Scanning force microscopy (SFM) / скануюча силова мікроскопія (CCM) – CCM працює, виявляючи вертикальну позицію зонда під час горизонтального сканування зразка. Зонд контактує зі зразком, і його вертикальна позиція встановлюється за позицією відбитого лазерного променя з фотодіодом, який складається з двох або чотирьох сегментів.

Scanning local acceleration microscopy (SLAM) / скануюча мікроскопія місцевого прискорення (растрова мікроскопія локальних прискорень) – застосування скануючої зондової мікроскопії у такий спосіб, коли відхилення кантилеверного наконечника є пропорційним його прискоренню й може пов'язуватися з механічними властивостями субстрату.

Scanning probe lithography (SPL) / скануюча зондова літографія (СЗЛ) – використання скануючої зондової мікроскопії для доставки, модифікації або руху молекулярної/атомної речовини на поверхні з високою просторовою роздільною здатністю нанометрових масштабів.

Scanning probe microscopy (SPM) / скануюча зондова мікроскопія (СЗМ) – сканування поверхні об'єкта дуже гострим наконечником (з радіусом кривизни 3–50 нм). Наконечник закріплений на гнучкій консолі, що уможливорює відстежування ним профілю поверхні.

Scanning tunneling microscope (STM) / скануючий тунельний мікроскоп (СТМ) – пристрій, який дає змогу досліджувати поверхню з атомною роздільною здатністю. Надтонкий наконечник, розташований близько до поверхні зразка, сканує її. Електронний тунельний перехід між наконечником і зразком, виробляючи електричний сигнал, що використовується для контролю відстані між наконечником і зразком, створює контурну карту поверхні. За допомогою цього методу виявляють окремі атоми і ретельно контролюють формування атомних дротиків на різних субстратах.

У 1981 році швейцарські вчені з Цюріхської дослідницької лабораторії IBM Герд Біннінг (Gerd Karl Binnig) і Геінріх Роггер (Heinrich Rohrer) розробили принципово новий скануючий тунельний мікроскоп (Нобелівська премія за 1986 рік). За допомогою такого мікроскопа можна розглядати атомні структури з роздільною здатністю до 0,1 нм, виводити зображення окремих молекул і атомів на екран комп'ютерного монітора, а також безпосередньо досліджувати розміри наночастинок. У цей мікроскоп можна не тільки побачити атом, а й за допомогою спеціальної голки перенести його з однієї молекули на іншу, адже голка тунельного мікроскопа настільки тонка, що нею можливо торкнутися окремого атома. Тунельний мікроскоп дає змогу синтезувати наноречовини за допомогою нанотехнологій «знизу–вгору». Завдяки цьому приладу фізики й хіміки отримали можливість конструювати наномашини, механічні двигуни, обчислювальні пристрої тощо.

Secondary structure / вторинна структура – регулярні залишкові конформації у білку (α -спіральна, β -ниткова), що об'єднуються в аркуші й завитки; останні дві структури містять впорядковані гідрогенні зв'язки між амідними атомами азоту та карбонільними атомами кисню.

Selection of whole bacteria / відбір цілих (неушкоджених) бактерій – спрямований розвиток, у процесі якого бактерії, на противагу макромолекулам, слугують субстратом (нижнім шаром) для зростання.

Self-assembled monolayer (SAM) / самозбірний моношар (СЗМ) – надтонка органічна плівка з амфіфільних молекул, які спонтанно самозбираються на поверхні певних речовин. Цим речовинам надають специфічних властивостей з метою використання у трибології, корозії, електронній обробці та зондуванні.

Self-assembly / самозбірка – скоординована дія незалежних складових за розподіленого контролю для створення більшої структури або досягнення бажаного групового ефекту. Це метод побудови пристроїв і машин, чії розміри виражені у нанометрах. Метод реалізується завдяки імітації біологічних систем – формуванню молекул, вірусів, клітин, рослин і тварин.

Self-assembling molecular machines / молекулярні машини, що самоскладаються – пристрої нанометрових розмірів, які можуть самоскладатися (з ретельно підібраних синтетичних компонентів) через спорідненість або гібридизацію молекулярних (тіолових, ДНК тощо) сегментів, що прикріплюються до відповідних синтетичних компонентів.

Self-synthesis / самосинтез – різниця між самоскладанням і самосинтезом полягає в тому, що в першому випадку зберігається ідентичність молекул та молекулярних шаблонів, на противагу другому, де утворюється повністю нова хімічна система, яка не має нічого спільного з початковим шаблоном.

Semiconductor / напівпровідник – матеріал, в якому є мала, але ненульова позитивна щільність (заборонена енергетична зона) між найвищими енергетичними рівнями валентних електронів, пов'язаних із конкретними атомами, та найнижчими енергетичними рівнями електронів

провідності, які вільно проникають крізь матеріал. Оскільки існує заборонена зона, то лише невелика кількість електронів може вільно рухатися, але сам матеріал не може добре проводити струм. Однак додавання домішок, застосування зовнішніх полів тощо значно змінює концентрацію носіїв зарядів у матеріалі. Завдяки легкості маніпулювання концентрацією носіїв заряду напівпровідник є корисним матеріалом для регулювання провідності у транзисторах (напівпровідникових тріодах).

Semiconductor carbon nanotube / напівпровідникова вуглецева нанотрубка – нанотрубка, що має поблизу рівня Фермі енергетичну щілину (заборонену зону), в якій густина станів дорівнює нулю.

Sensor / сенсор – монолітна речовина, здатна розпізнавати одну або більше конкретних хімічних сполук (аналітів) у середовищі та генерувати відповідну реакцію, яку можна виміряти і використати для визначення концентрації аналітів.

Sensor array / матриця сенсорів – сукупність сенсорів, що застосовуються до одного й того самого зразка, а їхня реакція інтерпретується сукупно.

Separator / сепаратор (розподільник, центрифуга) – тонкий конструкційний матеріал (зазвичай лист), використовується для поділу електродів електрохімічного джерела струму, розділеного на два або декілька відділень.

Shape anisotropy / анізотропія форми – зміщення напрямку намагніченості завдяки магнітостатичній внутрішній енергії. Остання залежить від форми зразка.

Shell model for cluster electronic structure / модель оболонки для кластерної електронної структури – кластер являє собою єдину будівлю (схожу на великий атом), що має електронну структуру з усіма валентними електронами, які заповнюють спільну оболонку. Заповнені оболонки відповідають найстабільнішим кластерам. Максимуми в спектрі надлишку маси відповідають кластерам із закритими електронними оболонками.

Silica / кремнезем, діоксид кремнію – тверда сполука, хімічна формула – SiO_2 . Існує у різних кристалічних та аморфних формах.

Silver enhanced gold nanoparticle (SEGNP) / збагачена сріблом золота наночастинка (ЗСЗН) – поверхня золотих наночастинок, покрита тонким шаром срібла, щоб збільшити внутрішню оптичну діелектричну константу наночастинки і поліпшити чутливість виявлення.

Signal transduction / сигнальна трансдукція – процес, що використовується клітинами для передачі позаклітинного сигналу або зовнішнього збудника до клітини чи клітинного ядра, як правило, за допомогою білків і лігандів.

Single-electron addition energy / енергія додання електрона – мінімальна енергія, необхідна для введення додаткового електрона з безкінечності до одноелектронного острівця.

Single-electron box / одноелектронний блок – система, що складається з двох електродів (джерело і керуючий електрод) й одного одноелектронного острівця, приєднаного до джерела через тунельний перехід. Електрична напруга, спрямована на керуючий електрод, змінює електростатичний потенціал острівця і визначає рівноважну кількість електронів у ньому.

Single-electron island / одноелектронний острівець – настільки мала частина провідника, що введення/виведення одиничного електрона (наприклад, через тунельний перехід) спричиняє значну зміну електронного потенціалу острівця, і це може вплинути на транспортування наступних електронів.

Single-electron parametron / одноелектронний параметрон – наносистема, що складається з трьох (чи більше) одноелектронних острівців, поєднаних тунельним переходом, але ізольованих гальванічно від навколишнього середовища. Зовнішні електричні поля, спрямовані на параметрон, можуть спричинити або «м'яке» (зворотне) перемикання електронної конфігурації системи і, таким чином, її електричного дипольного моменту, або «замороження» (фіксацію) моменту в одному з двох можливих метастабільних станів.

Single-electron transistor / одноелектронний транзистор – наносистема, що складається з трьох електродів (засув, джерело і керуючий електрод), у якій джерело і засув поєднані через два тунельні переходи й одноелектронний острівець між ними. Електрична напруга, спрямована на керуючий електрод, змінює електростатичний потенціал острівця і, відповідно, коефіцієнт переміщення електронів між джерелом і засувом.

Single electron tunneling (SET) / одноелектронне тунелювання – тунельний ефект електрона домінується накопиченою енергією ($E_c = e^2 / 2C$, де C – ємність переходу) тунельного переходу. E_c маніпулює кожним окремо взятим електроном. Типовими прикладами є кулонівська блокада, кулонівські сходи, кулонівське коливання тощо. Тунелювання – явище, представлене електроном у вигляді «хвиль», тоді як e – простий заряд електрона, представлений частинкою електрона. Подвійність хвиль та частинок у квантовій механіці можна «відчувати» завдяки макроскопічним вимірюванням одноелектронного тунелювання.

Single-wall carbon nanotube (SWCNT) / одностінна вуглецева нанотрубка (ОСВНТ) – вуглецева нанотрубка, що представляє собою одностінну пластину з графіту, згорнуту в циліндр.

Single-wire nanoelectrode / однопровідний наноелектрод – наноелектрод, створений адекватною ізоляцією карбонового (вуглецевого) волокна чи металевого провідника з наконечником нанометрового розміру.

Soft lithography / м'яка літографія – літографічна техніка, що уможливорює нанесення малюнка з використанням вартісних традиційних фотолітографічних процесів. Існують різні типи техніки м'якої літографії: літографія фазового аналізу, мікроконтактний друк, наноімпринтинг, мікромолдинг.

Sol / золь (розчин, колоїдний розчин) – тверді наночастинки, що у «підвішеному» стані містяться у неперервній рідкій фазі речовини.

Sol-gel / золь-гель (колоїдний розчин-гель) – желеподібна дисперсія з колоїдними наночастинками; високодисперсні колоїдні системи з рідким дисперсним середовищем, частинки яких не зв'язані у просторову структуру.

Sol-gel process / процес згущення колоїдного розчину – універсальний процес розчинення для виготовлення керамічних та скляних наноматеріалів, що передбачає перехід системи від рідкої «золь»-фази (в основному колоїдної) в фазу твердого тіла/гелю за допомогою гідролізу та полімеризації молекул або іонів.

Sorption / сорбція (з лат. *sorbeo* – поглинаю) – вбирання твердими тілами або рідинами (сорбентами) газів, пари та розчинених речовин. Розрізняють *адсорбцію* (вбирання поверхневим шаром сорбенту), й *абсорбцію* (вбирання всім об'ємом сорбенту).

Specific surface area / питома поверхня – коли ділянка міжфазної межі між двома фазами пропорційна масі однієї із фаз (наприклад, для твердих адсорбентів, емульсій або аерозолу), питому поверхню можна визначити як поверхневу ділянку, поділену на масу відповідних фаз. Питома поверхня є сумарною геометричною поверхнею всіх каналів і об'ємів пористої структури матеріалу, віднесена до його об'єму або маси.

Spectrometer / спектрометр – пристрій, який використовують для вимірювання інтенсивності випромінювання або визначення довжини хвиль різних випромінювань.

Speed of light / швидкість світла – визначається як $c=3$ як 10^8 м/с. Швидкість світла є максимальною швидкістю розповсюдження інформації та енергії в просторі, за теорією відносності Ейнштейна. Швидкість світла є такою, з якою *всі* квантові операції, що відбуваються в просторовій системі, є процесом переміщення. Сучасна теорія квантового поля, будучи повністю недоведеною, чітко підкоряється обмеженості швидкості переміщення інформації (як класичної, так і квантової інформації) швидкістю світла.

Spent energy / витрачена енергія – визначається як різниця між загальною та вільною енергією.

Spin / спін – елементарна частинка в теорії квантового поля має спін, притаманний моменту імпульсу, чиє абсолютне числове значення завжди дорівнює цілому кратному $\hbar/2$. (Цей розрахунок виник завдяки

об'єднанню квантової теорії зі спеціальною теорією відносності, що пізніше було підтверджено). Спінові стани мають орієнтацію; протилежно орієнтовані спіни є помітними, але інші пари – ні. Спін може містити 1 кубіт квантової інформації і тільки 1 біт – класичної.

Spintronics / спінтроніка – електронна технологія, в якій електрон чи стани ядерних спінів (замість чи на додаток до розташування й руху електричних зарядів) використовують для зберігання, переробки чи передачі інформації. Магнітну технологію зберігання інформації можна вважати першим прикладом спінтроніки.

Spin-dependent tunnel junction (SDTJ) / спін-залежний тунельний перехід (СЗТП) – спінтронний прилад, в якому закріплений і вільний магнітні металеві шари відокремлюються дуже тонким ізолюючим шаром, як правило, оксидом алюмінію. Оскільки намагніченість в обидва шарах змінюється від паралельного до антипаралельного розташування, магнітоопір такого приладу зростає зазвичай від 20 до 40%.

Spin valve / спіновий клапан – спінтронний пристрій, що складається з двох ферромагнітних металевих шарів (сплави нікелю, заліза або кобальту), між якими розташований тонкий немагнітний метал (зазвичай мідь). Під помірним магнітним полем намагніченість «закріпленого» шару є відносно нечутлива до поля, але прикладене поле може спричинити зміни в іншому шарі – «вільному». Оскільки намагніченість у двох шарах змінюється від паралельного до антипаралельного розташування, магнітоопір такого пристрою зростає – як правило, з 5 до 10%.

Spinodal curve / спінодальна крива – обмежувальна крива зони, де фаза абсолютно нестабільна (непостійна) стосовно доволіно маленьких коливань.

Spinodal decomposition / спінодальний розпад – небар'єрний фазовий перехід у нестабільній (спінодальній) ділянці/зоні, що відбувається зі збільшенням довгохвильових гетерофазних коливань.

Spontaneous magnetization / спонтанна намагніченість – у феромагнітній речовині з локалізованими магнітними моментами намагніченість відповідає повній паралельності всіх моментів у системі. Якщо у феромагнітній системі є порядок, пов'язаний із рухом електронів, намагніченість узгоджується з найбільшим дисбалансом між заповненістю енергетичних зон, що відповідають більшості (спін догори) і меншості (спін донизу). Спонтанна намагніченість за даної температури певною мірою збігається з вимірною, коли речовина зазнає впливу насичуючих полів. Якщо об'єкти мають нанометричні розміри, поділ на домени несприятливий і, таким чином, локальна залишкова намагніченість приблизно дорівнює спонтанній.

Statistical mechanics methods / методи статистичної механіки – застосування математичних методів для обчислення термодинамічних властивостей масивних матеріалів на основі молекулярного опису цих речовин. Розрахунки у статистичній механіці часто поєднуються з обчисленням неемпіричних вібраційних частот *ab initio* для встановлення властивостей газової фази за низького тиску. З метою визначення властивостей конденсованої фази часто необхідні молекулярна динаміка або монтекарловські розрахунки – щоб отримати статистичні дані.

Steepest descents method / метод швидкого спуску – один із алгоритмів мінімізації функції (наприклад, конформаційної енергії), в якому напрям лінійного пошуку визначає градієнт цієї функції. Цей метод є ефективним інструментом мінімізації, коли початкова точка перебуває на відстані від локального мінімуму функції.

Stem cells / стовбурові клітини – деякі клітини, наявні в органах ссавців ще до народження, а також у дорослих ссавців, які можуть рости або диференціювати в різні клітини і тканини зрілого організму. Наприклад, стовбурові клітини кісткового мозку, частина з яких в остаточному підсумку перетворюється на червоні або білі кров'яні клітини. Стовбурові клітини кісткового мозку підтримують свою кількість завдяки процесам самооновлення, що дає нові дорослі стовбурові клітини.

Stepper lithography / крокова літографія – літографічний метод, що поєднує написання і проєкційне друкування зі зменшенням масштабу зображення для підвищення пропускної здатності.

Stereo lithography / стереолітографія – альтернативний метод літографії, де резисту надається тривимірна форма за допомогою двох скануючих перехресних лазерних променів.

Strain / механічна напруга – зумовлена відмінністю у параметрах кристалічної ґратки між плівкою та підкладкою. Ця неузгодженість є причиною деяких відмінностей у властивостях тонкої плівки. Плівки можуть бути під напругою (коли параметр решітки у плівки більший, ніж у підкладки) або під стисненням (параметр решітки у плівки менший, ніж у підкладки).

Structure sensitive reaction / структурно-чуттєві реакції – реакції, швидкості яких в кожному активному центрі залежать від кристалографічних площин, розмірів і форм каталітичних матеріалів.

Structural proteins / структурні білки – волокнисті білки в позаклітинному матриксі, які забезпечують йому міцність й еластичність. В основному ці білки складаються з колагену та еластину. Колаген – найпоширеніший білок в позаклітинному матриксі.

Substrate (chemical) / субстрат (хімічний) – речовина, на яку діє фермент. Наприклад, фермент амілази каталізує розпад молекул крохмалю в молекули полісахариду глюкози; крохмаль є субстратом ферменту амілази.

Substrate (in chromatography) / субстрат (у хроматографії) – речовина (зазвичай тверде тіло або гель), яка притягує і нековалентно взаємодіє з однією або більше молекулами в розчині, що проходить через цей субстрат (наприклад, у хроматографічній колонці). Ця специфічна, вибіркова взаємодія з субстратом дає змогу одному або кільком інгредієнтам молекулярного розчину відокремитись від інших.

Substrate (structural) / субстрат (структурний) – речовина, до якої додається об'єкт вивчення – молекула. Наприклад, деякі молекули каталізатора хімічно приєднані до інертних твердих тіл для збереження

каталізатора від змиття водою або іншою рідиною, коли хімічний субстрат омивається каталізатором, зафіксованим на структурному субстраті.

Supercapacitor / суперконденсатор – високоенергетична версія звичайного електролітичного конденсатора, що зберігає та накопичує в сотні разів більше енергії на одиницю об'єму або маси, ніж звичайний конденсатор.

Superconducting quantum interference devices (SQUID) / надпровідні квантові інтерференційні пристрої (НКІП) – найчутливіші пристрої у магнітометрії. Детектор складається з надпровідного контуру та одного або двох переходів Джозефсона.

Superconductor / надпровідник – у надпровідній речовині чисті стани електронів із певним імпульсом розташовані у підпросторі, вільному від порушення когерентності, і тому несприйнятливі до взаємодії із середовищем. Струм у надпровіднику підтримується безмежно (з нульовим опором). У більш вивчених надпровідниках це відбувається в результаті об'єднання електронів у пари (куперівські пари) завдяки непрямій обмінній взаємодії – шляхом обміну фононів через кристалічну решітку речовини.

Superparamagnet / суперпарамагнетик – тип магнітного матеріалу, в якому як залишок намагніченості (M_r), так і коерцитивна сила (напряга поля розмагнічування) (H_c) є дуже низькими, навіть дорівнюють нулю. Іноді їх називають м'якими (легкими) магнітами. За низьких температур суперпарамагнетик стає феромагнетиком. Зазвичай така поведінка типова для гранулярних сплавів.

Supramolecular assemblies / супрамолекулярні ансамблі – повторювана структура, що складається з кількох хімічних видів, які утримуються разом міжмолекулярними взаємодіями і демонструють трансцендентні властивості, котрі не спостерігаються в молекулах цього складу поодиноці.

Supramolecular chemistry / надмолекулярна хімія – хімія міжмолекулярних зв'язків; стосується структури та функцій об'єктів, утворених об'єднанням двох чи більше хімічних різновидів.

Supramolecular self-assembly / надмолекулярне самоскладання (самозбирання) – самоорганізація молекул, яка започатковує створення молекулярних агрегатів.

Supramolecular species / надмолекулярні види – дискретна група тектонів, що тримаються разом завдяки нековалентним взаємодіям, як-от: парування іонів (або сольових містків), водородний зв'язок, π - π взаємодія, гідрофобні або дисперсійні сили.

Surface patterning / формування (структурування) поверхні – обробка поверхні матеріалів, в результаті якої текстура поверхні набуває мікро- чи наномасштабної форми з випадковою або впорядкованою структурою поверхні матеріалу. Найбільш розповсюдженими методами структурування поверхні є фотолітографія, електронно-променева літографія, нейтрон-літографія, самозбірка, мікроконтактний друк тощо.

Surface plasmon resonance (SPR) phenomenon / явище поверхневого плазмонного резонансу – колективне коливання електронів провідності металу під впливом задіяної електромагнітної хвилі.

Surface reconstruction / реконструкція поверхні (відновлення форми поверхні) – перегрупування поверхневих атомів, обумовлене зменшенням поверхневої енергії. Реконструкція призводить до змін симетрії, періодичності та впорядкованості структури поверхні.

Surfactant / сурфактант (поверхнево-активна речовина) – будь-яка речовина, що впливає на поверхню або міжфазний натяг середовища, в якому вона розчиняється. Поверхнево-активні речовини здатні концентруватися на поверхні розділу фаз, що знижує міжфазний поверхневий натяг. Сурфактант складається з гідрофільної голови та гідрофобного хвостика.

Suspension / суспензія (з лат. *suspendere* «підвішувати») – суміш двох речовин, одна з яких поділяється на дрібні частинки та розподіляється в іншій. Суспензія є дисперсною системою (розмір частинок $> 10^{-6}$ м) із твердою дисперсною фазою і рідким дисперсним середовищем. До звичайних суспензій належать пісок у воді, сажа, дрібний пил і крапельки олій у повітрі.

Synthetic nanochannel / синтетичний наноканал – синтетична структура, що містять наноканали: вуглецеві нанотрубки, полімерні матеріали, пептиди, протеїни, ДНК, наноструктури бора.

Синтетичні структури з наноканалами синтезовані для вивчення процесів, які відбуваються у живих клітинах. Оскільки природні мембрани мають гідрофобну внутрішню частину та гідрофільну зовнішню поверхню, можуть бути синтезовані синтетичні трансмембранні канали з гідрофільною поверхнею та гідрофобним тілом, що зробить їх біосумісними. Біосумісні наноканали чинитимуть менший негативний вплив на біологічні процеси та, відповідно, будуть менш токсичними. Вивчення властивостей синтетичних наноканалів має значення для їх застосування як у розробці нових технічних приладів, так і в розкритті механізмів функціонування природних наноструктур.

Synthetic nanostructured extracellular matrix / синтетичний наноструктурований екстрацелюлярний (позаклітинний) матрикс – штучний матеріал, який може підтримувати ріст клітини так, як це здійснює природний матрикс.

Switch protein / білок-перемикач – молекула білка, що сигналізує організму або рослині, коли умови довкілля настільки несприятливі (спека, холод, різкі коливання тиску тощо), що організм (рослина) має захистити себе, щоб вижити.

T

Target (of a therapeutic agent) / мішень (про лікарський засіб) – молекула (наприклад, рецептор, фермент тощо) або фрагмент, на який спрямований певний препарат чи терапевтичний матеріал (доставка генів). Мішені трапляються у складових організму (в рецепторах, ферментах, факторах, гормонах, іонних каналах, ядерних рецепторах, ДНК тощо), в незвичайних складових організму (в пухлинах, антигенах на пухлинних поверхнях тощо) або в зовнішніх патогенних агентах (мікроорганізмах, вірусах, паразитах тощо).

Template / шаблон – форма, яку можна скопіювати чи відтворити. В молекулярних масштабах – високомолекулярна форма або зразок для синтезу або формування іншої макромолекули чи наноструктури. Шаблони використовують у процесах самозбірки.

Template-directed assembly / самоскладання, кероване шаблоном – цілеспрямоване переміщення компонентів приладу в безпосередню близькість один до одного та їх об'єднання.

Template-synthesized nanoelectrode / синтезований шаблоном наноелектрод – наноелектрод, утворений заповненням отворів ізоляційних матриць електродним матеріалом.

Therapeutic platform / терапевтична платформа – багатофункціональний терапевтичний або діагностичний прилад, від нано- до мікромасштабу, зазвичай для використання *in vivo*, зокрема для діагностики та лікування конкретних захворювань.

Thermoluminescence / термолюмінесценція – люмінесценція, зумовлена збудженням внаслідок нагрівання, на протипагу люмінесценції, спричиненій фотонами, які знаходяться у видимій частині спектра, чи фотонами, що містяться у ближній інфрачервоній зоні спектра.

Thermoplastic polymers / термопластичні полімери – полімери, які розм'якшуються під час нагрівання і тверднуть в охолодженому стані. Таку послідовність пом'якшення і тверднення можуть повторювати багато разів, що поступово призводить до погіршення хімічних властивостей матеріалу.

Thermosetting polymers / термореактивні полімери – полімери, які внаслідок підвищення температури назавжди тверднуть через необоротність хімічної реакції.

Thin film / тонка плівка (мікроплівка) – тонкий шар матеріалу, що, як правило, відкладається на поверхні іншого матеріалу (субстрат, підкладка) завдяки випаровуванню або розпиленню. В цьому контексті «тонкий» означає товщину меншу, ніж та, за якої спостерігаються звичайні об'ємні властивості. Товщина залежить від досліджуваної властивості, що, як правило, нижча 1 μm .

Third-order nonlinear susceptibility / нелінійна сприйнятливість 3-го порядку – використовують, щоб охарактеризувати ступінь оптичної нелінійності третього порядку.

Three-dimensional quantitative structure – activity relationship (3D-QSAR) / кількісний взаємозв'язок – тривимірна структура – активність – аналіз кількісного взаємозв'язку між біологічною активністю наборів сполук та їхніх просторових властивостей на основі статистичних методів.

Tissue engineering / тканинна інженерія – новий підхід до заживлення та регенерації пошкоджених тканин. Процедура полягає в посіві клітин у тривимірні пористі каркаси, що розсмоктуються, вирощені *in vitro* та пересажені в організм людини. Клітинний каркас згодом руйнується і заміщується новоутвореними тканинами, не залишаючи чужинних матеріалів *in vivo*. Тканинна інженерія виникла як перспективна альтернатива для заміщення втрачених або уражених тканин чи органів з уникненням ускладнень, пов'язаних із

застосуванням традиційних трансплантатів. Тканинна інженерія покликана відновити ушкоджену тканину шляхом застосування штучних тканинних замінників, які можуть підтримувати функціональність протягом періоду регенерації і в остаточному підсумку поєднуються з тканинами організму.

Top-down method / метод «згори донизу» – застосовують у нанотехнологіях для одержання наноструктурної речовини. Починаючи з масивного матеріалу, речовина зменшується в розмірі доти, доки не утворюються наночастинки.

Top-down nanotechnology / нанотехнологія «згори донизу» – метод нанотехнології: вироблення мініатюрних («нанорозмірних») структур завдяки літографічному друкуванню та нелітографічним методам обробки.

Tracer (radioactive isotopic method) / мічений атом (метод радіоактивних ізотопів) – метаболіт, позначений уведенням до його складу ізотопного атома. Частку мічених метаболітів в організмі можна простежити. Таким чином з'ясовують, у якій структурі метаболіт опиняється і які проміжні молекули брали участь у його формуванні.

Transferrin / трансферин – білкова молекула, що відповідає за транспортування молекул заліза в тканини організму за допомогою системи кровообігу.

Transition state / перехідний стан – проміжний і загалом нестабільний стан у хімічній реакції, в якій реагенти перетворюються на продукти, що нагадують обидва стани, але не є ідентичними жодному.

Transition-state analog / аналог перехідного стану – сполука, яка копіює конфігурацію зв'язку субстрату з ферментом.

Transmission electron microscopy (ТЕМ) / електронна мікроскопія з просвічуванням (ЕМП) – використовується для отримання зображення наночастинок з подальшим аналізом їх форми та

розміру. ЕМП дає змогу визначити внутрішню структуру речовини як біологічного, так і небіологічного походження, використовуючи промінь електронів для освітлення зразка. Дифракційні картини електронів дають інформацію про структуру; хімічний аналіз виконується окремо.

Transmittance / коефіцієнт пропускання – відношення потоку (потужності) пройденого випромінювання, що передається об'єктом, до потоку (потужності) падаючого випромінювання.

Transport proteins / транспортні білки – білкові молекули, що переносять різні сполуки в організмі. Наприклад, транспортний білок, відомий як гемоглобін, використовується для перенесення кисню з легень до всіх клітин організму людини.

Tribology / трибологія – галузь машинобудування, що вивчає взаємодії поверхонь у відносному русі (як у підшипниках або у зубчатках): їхню конструкцію, тертя, зношення та змащування.

Tri-layer process / трирівневий процес – метод літографії використовують для отримання певних характеристик наноматеріалу покращеного профілю; спочатку виготовляють зразки (схеми) на верхньому шарі тонкої наноплівки, а потім їх переносять на середній на нижній шари за допомогою реактивного іонного травлення.

Tri-level lithography / триярусна літографія – вид літографії для зменшення проблем покриття на рельєфних поверхнях.

Tunneling / тунелювання – унікальна властивість квантових частинок, зокрема електронів, яка полягає в їхній здатності долати потенційний бар'єр, навіть якщо їх енергія є нижчою від нього. Це фізичне явище реалізується завдяки хвильовій природі квантових процесів. Електрон, що має енергію, стикається на своєму шляху із бар'єром або будь-якою перепорою, подолання якої неможливе для класичної частинки, бо потенційна енергія перевищує кінетичну енергію. Однак електрон, як хвиля, долає бар'єр, втрачаючи енергію.

Turnover frequency (TOF) / частота обертів – швидкість реакції у кожному, окремо обраному, активному центрі. Є загальним параметром для порівняння каталітичної активності різних каталізаторів, наприклад, монокристалів, частинок оксидів металів і каталізаторів металу.

Turnover number / кількість обертів – показує, скільки разів каталізатор або фермент може здійснювати каталіз протягом певного проміжку часу.

Two-dimensional (2-D) gel electrophoresis / двовимірний електрофорез гелю – технологія для розділення білків у межах певного біологічного зразка перед їх аналізом. Білки переміщуються під впливом електричного поля в двох різних напрямках, а зразок – через два різні гелі (два різні виміри). Початковий гель має градієнт рН, який відокремлює різні білки на основі їх відповідних ізоелектричних точок (на основі заряду молекули білка). Другий гель (вимір), через який переміщується зразок, відокремлює молекули білків з урахуванням їх індивідуальної молекулярної ваги. Цей гель діє як «молекулярне сито» (менші білки рухаються швидше, ніж більші).

U

Ultracentrifuge / ультрацентрифуга – високошвидкісна центрифуга, що може досягати до 85000 обертів за хвилину і прискорення сили тяжіння до 500 тисяч разів, створюючи відцентрове поле з прискоренням, яке на багато порядків перевищує прискорення сили тяжіння. Ультрацентрифугу використовують для седиментаційного розподілу (осаду, відстою) окремих макромолекул (тобто великих молекул) і макромолекулярних структур у вигляді суміші або розчину. За допомогою ультрацентрифуг суміші та розчини розділяють на окремі компоненти, зокрема важка суспендована речовина (в розчинах у пробірках) переміщується на дно пробірки перед легшим матеріалом.

Utility fog / конструкторський (допоміжний, корисний) туман – наносистема, що складається з уніфікованих нанороботів і складає різноманітні предмети з окремих універсальних блоків мікроскопічних розмірів.

V

Van der Waals forces / сили Ван-дер-Ваальса – слабка (вторинна) взаємодія сусідніх молекул чи атомів, що виникає за рахунок їхніх електричних дипольних моментів. Поділяються на орієнтаційні, індукційні та дисперсійні. Орієнтаційна взаємодія пов'язана із силами, котрі діють між полярними молекулами, тобто тими, які мають постійні електричні моменти диполів. Індукційні взаємодії реалізуються за рахунок сил, які діють між полярною та неполярною молекулами, а також між двома полярними молекулами, де в результаті поляризації проявляється наведений електричний момент диполя. Дисперсійна взаємодія можлива і між неполярними молекулами. Ван-дер-ваальсові сили є далекодіючими (навіть на відстані, що перевищує десятки нанометрів), і можуть мати характер притягання чи відштовхування залежно від відстані між взаємодіючими атомами чи молекулами. Зокрема, сили Ван-дер-Ваальса між найближчими нанотрубками характеризує притягання, коли відстань є більшою, ніж рівноважна, та відштовхування, коли відстань менша, ніж відстань рівноваги. Ван-дер-ваальсові сили між найближчими нанотрубками відіграють вирішальну роль у фізичних властивостях багатостінних вуглецевих нанотрубок та одностінних вуглецевих нанотрубчастих канатів.

Vesicle / везикул – загальний термін для опису будь-якого порожнистого, заснованого на сурфактанті агрегату, що складається з однієї чи більше оболонок. У біологічній літературі термін вживається для позначення малої, покритої мембраною сферичної органели в цитоплазмі еукаріотичної клітини.

Vicinal surface / вицинальна поверхня – високий індекс поверхні Міллера, зазвичай з низькою атомною густиною й високою поверхневою енергією, відповідно, нестійкий для синтезу наноматеріалів.

Virus / вірус (з лат. *virus* – отрута) – органічна наноструктура розміром від 20 до 300 нм, здатна інфікувати клітини живих організмів. Віруси є найпоширенішими біологічними об'єктами на нашій планеті, вони розмножуються в клітинах рослин, тварин, грибів, бактерій. Вчені розглядають можливість використання вірусів як тривимірних платформ синтезу композитних матеріалів, на противагу нанотехнологічним методам розміщення молекул у двох вимірах.

Віруси є потенційними об'єктами використання у біонанотехнологіях. Зокрема у генній терапії сполучення вірусних та невірусних елементів у засобах адресної доставки генетичного матеріалу уможлиблює отримання гібридних вірусних систем, мета яких – нівелювання небажаних властивостей вірусів та маскування їх первинної поверхні для зміни клітинних мішеней, одночасно зі збереженням високої внутрішньоклітинної активності вірусних частинок.

Viscosity / в'язкість – здатність рідин і газів чинити опір переміщенню, обумовленому внутрішніми молекулярними взаємодіями в рухомому середовищі. В'язкість є мірою опору рідини до потоку, яка виражається у певних одиницях – пуазах (грам/см/сек). Ступінь «сиропності» рідини.

Voltage-gated ion channel / потенціал-залежний іонний канал – трансмембранний іонний наноканал. Проходження (іонів, атомів тощо) через такий наноканал контролюється (канал відкривається або закривається) за допомогою мембранного потенціалу (наприклад, різниці електричних зарядів по обидва боки клітинної мембрани).

Voltammetry / вольтамперометрія – електрохімічний метод вимірювань. Використовується для електрохімічного аналізу чи визначення кінетики та механізму електродних реакцій. Потенціал робочого електрода зазвичай контролюють стабілізатором напруги, а струм, що проходить через електрод, вимірюють.

W

Wafer bonding / технологія зрощування пластин – метод осадження, коли дві тверді речовини з'єднуються та приклеюються одна до одної, якщо вони достатньо близько контактують. Зчеплення атомів і молекул цих речовин ґрунтується на кулонівських силах і забезпечується звичайними типами зв'язку – ковалентними, металевими, іонними або ван-дер-Ваальсовими.

Wafer edge profiling / профілювання краю пластини – округлення гострих, крихких країв пластини з метою забезпечення міцності пластини після розрізання на кристали.

Wafer etching / витравлювання пластини – наступний процес після притирання пластини для видалення залишкових мікротріщин або поверхневих пошкоджень, що трапилися внаслідок обробки абразивом під час попередньої стадії перекриття.

Wafer fabrication / виготовлення пластини – перший основний крок у послідовності технологічних операцій мікромеханічної обробки. Це зазвичай означає підготовку атомарно гладкої та вільної від частинок поверхні.

Wafer lapping / притирання пластини – процес, що відбувається після профілювання краю пластини для підвищення симетрії і видалення шорсткості поверхні від розпилів та інших пошкоджень за допомогою суміші з порошку глинозему з гліцерином.

Wafer orientation flat / орієнтаційна площина пластини – ділянки на пластині для позначення конкретної орієнтації кристала і типу провідності речовини.

Wafer polishing / полірування пластини – наступний метод після витравлювання пластини для забезпечення атомарно гладкої, дзеркальної поверхні, де властивості пристрою можна визначити за допомогою літографічних процесів.

Weak interaction / слабка взаємодія – сили між атомами слабші за ті, які беруть участь у ковалентному (хімічному) зв'язку. Слабка взаємодія включає іонні (хімічні) зв'язки, гідрогенні зв'язки і сили Ван-дер-Ваальса.

Working electrode / робочий електрод – один із електродів у дво-/триелектродному елементі (батарей), де відбувається електрохімічна реакція. Такий електрод може слугувати анодом або катодом залежно від полярності. Робочий електрод може бути вимірювачем, індикатором або розпізнавальним електродом, наприклад, у потенціометричній електроаналітичній структурі, де потенціал вимірювального електрода (щодо контрольного електрода) є мірою концентрації ізопопів у розчині електроліту.

X

X-ray absorption fine structure (XAFS) / тонка структура рентгенівського поглинання (ТСРП) – аналітичний метод дослідження структури рентгенівського поглинання, під час якого використовуються малі варіації абсорбції (тонка структура) вище краю поглинання. Це необхідно для отримання інформації про окиснені стани і координаційні симетрії або про довжину зв'язку, координаційні числа та структурні розлади.

X-ray absorption spectroscopy (XAS) / спектроскопія рентгенівського поглинання (СРП) – вимірює ступінь рентгенівського поглинання зразка залежно від енергії рентгенівського випромінювання. Енергетичні спектри поглинання є характерними властивостями як самих елементів, так і їхніх електронних енергетичних рівнів.

X-ray crystallography / рентгенівська кристалографія – використання дифракційних картин, отриманих розсіянням рентгенівських променів на нанокристалах з метою визначення тривимірної структури молекул.

X-ray diffraction (XRD) / рентгенодифракція – пучок рентгенівських променів може зазнавати дифракції на атомарних площинах ґраток у зразках достатньої кристалічності.

X-ray excited optical luminescence / оптична люмінесценція при рентгенівському збудженні – вимірювання оптичного спектра люмінесценції внаслідок збудження рентгенівськими фотонами.



X-ray spectrum analysis / рентгеноспектральний аналіз – метод, який дає можливість визначати хімічний склад і досліджувати природу хімічного зв'язку в речовинах за допомогою рентгеновських спектрів.

X-ray structure analysis / рентгеноструктурний аналіз – метод визначення кристалічної структури речовини рентгеновським випромінюванням.

POSTFACE

The history of mankind has been closely connected with nanoscience and nanotechnology; however, only in the middle of the 20th century scientists focused their attention on the study of nanoparticles' properties. Nowadays the new research methods and the application of high-resolution equipment are promoting the extensive and thorough investigation of the nanoworld.

Nanoscience is a new field of research that deals with physical, physicochemical, biological, pharmacological, pharmaceutical, toxicological properties of the nanosized particles (up to 100 nm), the possibility of their synthesis with the help of nanotechnology and their application into the various sectors of the national economy, in biology, medicine, agricultural sector. Nanoscience is considered to be one of the significant aspects of the civilization development since it embraces a wide range of issues related to technology, energy, biology, health protection, environment.

Many world-famous scientists have made contribution to the development of nanoscience and nanotechnology. At the end of the 20th century – in the beginning of the 21st century in different countries of the world, including Ukraine, nanoscience and nanotechnology centres are established; government programs on nanoscience and nanotechnology are launched. In Kyiv on the initiative of academician B. E. Paton (The E. O. Paton Electric Welding Institute) and academician V. F. Moskalenko (The O. O. Bogomolets National Medical University) a joint laboratory “Electron-beam nanotechnology of inorganic materials for medicine” has been set up.

Pharmacologists, pharmacutists, and physicians are interested in discovery, development, and application of new drugs in order to diagnose, prevent, and cure diseases. In this context special attention is paid to nanomedicine, nanopharmacology, nanopharmacy as the new branches of nanoscience that focus on drug development which is based on the newly-revealed physicochemical, toxicological, pharmacokinetic, pharmacodynamic properties of nanoparticles.



From the perspective of nanopharmacology and nanopharmacy, the development of biometal-based drugs holds potential for the future. Ointment of nanosilver, capsules of nanoiron and other materials have already been developed and put into practice. The pharmacological and toxicological properties of nanocopper, nanogold, nanobismuth, nanomagnesium, nanozinc, nanoaluminum and other nanosized biometals are being examined intensively now.

It has been proved that nanostructures and nanomechanisms penetrate the natural systems. Biological molecular motors, biomembranes, physiologically active substances that support the vital activities of cells may serve as examples of the nanosized objects. Foot surface of lizards, leaves of lotus, eye compounds of insects, wings of some butterflies are nanostructured. Nanoparticles are the basis for human bones and teeth. The research on the determination of the role of nanomechanisms in the physiological and biochemical processes of the human body is being carried out.

Nanoscience is developing rapidly nowadays. According to the Internet, the number of publications on nanoscience, nanotechnology, nanomedicine exceeds the number of articles in other areas of knowledge. The growing interest in fundamental research in the field of nanoscience and adoption of nanotechnology in practice are of primary importance for the development of science in general.

Nanoscience and nanotechnology evolved out of interdisciplinary collaborative efforts of physicists, chemists, biologists, electronic engineers, material scientists, physicians, etc. Nanoscience objectives and practical problems resulting in a new research direction at the intersection of some biological and technical disciplines vividly demonstrate integration processes in the modern science. The researchers are actively predicting and defining the properties of the nanosized materials and the laws of their interaction with other nanoparticles.

Nanomedicine focuses on medical applications of nanotechnology to prevent, diagnose, and cure diseases controlling biological, pharmacological, and toxic actions of the obtained products and drugs. It is known that the organism's entire genetic information is encoded within DNA macromolecules. It is possible to

count the general number of DNA molecules synthesized within human organism during his/her life. If the molecule of DNA is straightened out, its length is measured in millimeters. If we put along the straight line all the DNA molecules synthesized by human body during one's life, we receive the astronomical distance – two light years. It is almost equal to half of the distance between the Earth and the closest star system, Alpha Centauri.

The very first explorations of nanomaterials revealed the nanoworld unique features which amazed and attracted attention of mankind. Viruses are commonly known for their high pathogenicity, virulence, ability to change their structure, to reproduce rapidly and penetrate into human or animal body, to infect many people in a short time. These properties are caused by the size of those microorganisms – approximately 50–100 nm. In-depth study of physical, chemical, physicochemical, pharmacological, biochemical, biophysical mechanisms of nanoparticles' interaction with biological objects (cells of macro- and microorganisms) will not only further the understanding of their positive or negative impact on biostructures and environment, but also contribute to the search and selection of effective, safe protectors of the cells and organs functional activity, their wide utilization in technology, agriculture, medicine as the most effective drugs, targeted drug delivery carriers, and physiologically active substances to the nidus of pathologic process. Some nanomaterials are used in practice already, e.g., superhard metal alloys – in technology, liposomes – in medicine, fullerenes and dendrimers – in diagnosis of various diseases and targeted drug delivery.

The theoretical and practical results in the field of nanoscience and the nanoworld prove that mankind has discovered fundamentally new properties of living and nonliving matter. Nanosize of materials allows them to possess the following characteristics: atoms are located on a surface; electrons are denser; surface tension and surface energy of nanoparticles, interatomic distances, heat capacity, thermodynamic and optical properties are changed. Taken together, this all causes specific impact of nanomaterials on living and nonliving matter.

Many scientists are convinced that the nanotechnology application into various sectors of the national economy, particularly in computer science and microwave technology, production of solar batteries and photoscreens, radio communication, radiology and radio navigation, military engineering, molecular biology, medicine,



pharmacology, pharmacy, veterinary medicine, environmental control will result in the science and technology revolution of the 21st century, and its effects will be even more substantial than those of the previous century's breakthroughs, such as nuclear power engineering, space exploration, and advent of the worldwide web.

The significance of drugs development in pharmaceutical technology cannot be overemphasized since physicians give medicine to patients in 90% of first-aid cases. So, drugs are of primary importance for health protection. Academician I. P. Pavlov, the Nobel Prize laureate, in his research underlined that drugs are universal instruments of any physician, and no treatment or interference, be it of surgical or operative nature, can be done without the use of pharmaceutical products.

Today the most important challenge for nanoresearchers is to make careful and thorough analysis of physicochemical, physiological, biochemical, pharmacological, toxicological properties of nanoparticles. Scientists nowadays are optimizing the ways of new nanomaterials design, they are studying natural nanostructures and nanomechanisms to facilitate early diagnostics and efficient treatment of symptoms, to generate cures, to regenerate biological tissues with the help of newly-developed drugs and nanoscale devices.

In order to address various nanoscience issues and to put them in practice, it is important to understand and to use nanoscience terms accurately.

The authors have done their best to compile *Nanoscience reference guide* as a source of important additional information for graduate and postgraduate students, researchers.

ПІСЛЯМОВА

Людство мало справу з нанотехнологіями та наноматеріалами з давніх-давен, але до середини ХХ століття не розглядало з наукової точки зору природу властивостей наночастинок. Розвиток новітніх засобів дослідження, розробка апаратури з високою роздільною здатністю розширили можливості вивчення наносвіту.

Нанонаука – нова галузь, що вивчає фізичні, фізико-хімічні, біологічні, фармакологічні, фармацевтичні, токсикологічні властивості наночастинок розміром до 100 нм, можливість їх синтезу за допомогою нанотехнологій та застосування у різних сферах народного господарства, біології, медицині, аграрному секторі. Нанонауку розглядають як один із важливих аспектів цивілізаційного розвитку, що охоплює широке коло проблем техніки, енергетики, біології, охорони здоров'я, навколишнього середовища.

Значний внесок у розвиток нанонауки та нанотехнологій зробили вчені різних країн. Наприкінці ХХ та на початку ХХІ століть у багатьох країнах світу, зокрема в Україні, створені спеціалізовані наукові центри, втілюються в життя державні програми з нанонауки та нанотехнологій. Так, у Києві створена спільна лабораторія «Електронно-променева нанотехнологія неорганічних матеріалів для медицини» Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона та Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, в якій проводяться дослідження наночастинок, синтезованих за унікальною технологією молекулярних пучків.

Фармакологи, фармацевти та лікарі світу зацікавлені в створенні та запровадженні в медичну практику нових препаратів для діагностування, профілактики і лікування хвороб. Велике значення при цьому має розвиток наномедицини, нанофармакології та нанофармації – нових розділів нанонауки, спрямованих на розробку лікарських препаратів на основі наночастинок, дослідження їхніх фізико-хімічних властивостей, фармакокінетики, фармакодинаміки і токсичності.



З позицій нанофармації та нанофармакології перспективним є створення препаратів на основі біометалів. Уже розроблені мазь наносрібла, капсули нанозаліза та інші препарати. Тривають дослідження з вивчення фармакологічних і токсикологічних властивостей наноміді, нанозолота, нановісмуту, наномагнію, наноцинку, наноалюмінію та інших нанорозмірних біометалів.

Відомо, що в природних системах існують наноструктури та наномеханізми. Наприклад, біологічні молекулярні мотори, біомембрани, фізіологічно активні речовини, що беруть участь у клітинних процесах життєдіяльності, можна віднести до нанорозмірних об'єктів. Наноструктурованими є поверхня стопи гекона, листя лотоса, складні очі комах, крила деяких видів метеликів. Кістки та зуби людини також мають у своїй основі наночастинки. Тривають дослідження з визначення ролі наномеханізмів у фізіологічних та біохімічних процесах організму.

Нанонаука розвивається сьогодні швидкими темпами. Згідно з даними Інтернету, публікації з питань нанонауки, нанотехнологій, наномедицини за кількістю перевищують наукові статті з інших дисциплін. Інтенсифікація фундаментальних досліджень, розроблення і впровадження нанотехнологій у різні сфери мають важливе наукове і практичне значення.

Нанонаука і нанотехнології зародилися на перехресті різних дисциплін – фізики, хімії, біології, електроніки, матеріалознавства, медицини та інших наук. З урахуванням завдань нанонауки та потреб практики виник новий напрям досліджень на перетині біологічних і технічних дисциплін, що є свідченням інтеграційних процесів у сучасній науці. Вчені активно вивчають властивості матеріалів мізерних розмірів, відкривають закономірності їхньої взаємодії з іншими наночастинками.

Наномедицина досліджує застосування нанотехнологій у медичній практиці для профілактики, діагностики і лікування різних захворювань із контролем біологічної активності, фармакологічної і токсичної дії отриманих продуктів чи медикаментів. Відомо, що вся генетична інформація закодована в макромолекулах ДНК. Можна підрахувати загальну кількість молекул ДНК, які синтезуються в людському організмі протягом життя. Якщо молекулу ДНК випрямити, то її довжина вимірюється міліметрами. Якщо ж молекулами ДНК, які синтезуються в людському організмі, викласти пряму

лінію, то отримаємо відстань астрономічних масштабів – два світлових роки. Це приблизно половина відстані від Землі до найближчої до Сонця зоряної системи – Альфи Центаври.

Уже перші дослідження властивостей наноматеріалів виявили унікальні особливості наносвіту, які здивували і зацікавили людство. Загальновідома характеристика вірусів – висока патогенність, вірулентність, здатність змінювати свою структуру, швидко розмножуватися і проникати в організм людини або тварини, за короткий час уражати значну кількість осіб. Не виключено, що такі властивості зумовлені саме розмірами цих мікроорганізмів – близько 50–100 нм. Дослідження фізичних, хімічних, фізико-хімічних, фармакологічних, біохімічних, біофізичних механізмів взаємодії наночастинок із біологічними об'єктами (клітинами макро- та мікроорганізмів) допоможе не тільки з'ясувати їхній позитивний чи негативний вплив на біоструктури та навколишній світ, а й сприятиме пошуку з-поміж них результативних і безпечних протекторів функціональної активності клітин і органів, широкому застосуванню їх у техніці, сільському господарстві, медицині як високоефективних препаратів, а також цільових носіїв лікарських засобів і фізіологічно активних речовин до осередку патологічного процесу. Деякі наноматеріали вже використовують у практичній діяльності людини, наприклад, надтверді сплави металів – у техніці, ліпосоми – в медицині, фулерени і дендримери – для діагностики захворювань і цільової доставки лікарських засобів.

Отримані наукові факти та практичні результати у царині нанонауки та наносвіту свідчать: людство відкрило принципово нові властивості живої і неживої природи. Вже з'ясовано, що нанорозмір різних матеріалів передбачає наявність таких характеристик: атоми містяться на поверхні, електрони атомів ущільнені, поверхневий натяг і поверхнева енергія наночастинок, міжатомні відстані, теплоємність, термодинамічні та оптичні властивості змінені. Усе це сукупно і зумовлює своєрідний вплив наноматеріалів на живу і неживу природу.

На думку багатьох учених, впровадження нанотехнологій у різні галузі народного господарства, зокрема в обчислювальну і мікрохвильову техніку, виробництво сонячних батарей та фотоекранів, радіозв'язок, радіологію і радіонавігацію, військову промисловість, у молекулярну біологію,



медицину, фармакологію, фармацію, ветеринарію, у сферу контролю за навколишнім середовищем стане науково-технологічною революцією XXI століття, і її результати будуть вагомішими, ніж освоєння ядерної енергетики, космосу та поява світової мережі Інтернет.

Значення фармацевтичної технології отримання ліків в охороні здоров'я надзвичайно велике, адже у 90% випадків для медичної допомоги хворим використовуються ліки. Підкреслюючи роль фармакотерапії, академік І. П. Павлов, лауреат Нобелівської премії, відзначав, що ліки є універсальним знаряддям медика, і жодні втручання, чи то хірургічні чи інші, не обходяться без використання лікарських препаратів.

Сьогодні перед науковцями світу, що працюють у сфері нанотехнологій, стоїть важливе завдання – найбільш повно та ґрунтовно досліджувати фізико-хімічні, фізіологічні, біохімічні, фармакологічні, токсикологічні властивості наночастинок, створювати та оптимізувати способи безпечного отримання наноматеріалів, вивчати природні наноструктури та наномеханізми, а також розробляти ефективні та безпечні лікарські препарати і діагностичні засоби з метою застосування у медичній практиці для лікування різних захворювань.

Для вирішення цих завдань потрібно сформувати сучасну технічну базу, освоїти адекватні методи ідентифікації наночастинок та методи визначення біологічної активності нанорозмірних речовин, а також створити чітку систему реєстрації й обліку продуктів нанотехнологій. А для прискорення впровадження досягнень нанотехнологій у практичну діяльність людини важливе значення матимуть правильна інтерпретація та вживання в накових дослідженнях термінів з нанонауки.

Автори доклали чимало зусиль, щоб цей словник-довідник став важливою допоміжною інформацією для кожного науковця, аспіранта, студента.

REFERENCES / ЛІТЕРАТУРА

1. Бархударов Л. С. Язык и перевод. Вопросы общей и частной теории перевода / Бархударов Леонид Степанович. – М.: Международные отношения, 1975. – 239 с.
2. Бондарець О. В. Основи українського термінознавства та перекладу науково-технічної літератури: Навч. посібник / Бондарець О. В., Терещенко Л. Я. та ін. – Харків: НТУ «ХП», 2006. – 136 с.
3. Вакуленко М. О. Термін і термінологія: сучасні уявлення та концепції // Слово и словарь. Vocabulum et vocabularium: сб. науч. тр. по лексикографии. – Вып. 12 / под ред. В. В. Дубичинского, Т. Ройтера. – Х.: “Підручник НТУ “ХП”, 2011. – С. 140–145.
4. Волков С. В., Ковальчук С. П., Генко В. М., Решетняк О. В. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали. – К.: Наук. думка, 2008. – 422 с.
5. Глухова Д. А. Нанотехнологічні інновації в системі факторів міжнародної конкурентоспроможності України: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.02 / Д. А. Глухова; Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. – К., 2011. – 18 с.
6. Головенко М. Я., Кравченко І. А. Тлумачення термінів базисної фармакології // Вісник фармакології та фармацевції. – 2005. – №5. – С.14–21.
7. Головин Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. – М.: Мишиностроение, 2007. – 496 с.
8. Гриценко П. Ю. Сьогодення українського термінознавства / Павло Юхимович Гриценко // Термінологічний вісник: Зб. наук. пр. / Відп. ред. В. Л. Іващенко. – К.: ІУМ НАНУ, 2011. – Вип. 1. – С. 5–6.
9. Грицьків А. В. Міжсистемна взаємодія як чинник термінотворення (на прикладі англомовних фінансових термінів): Автореф. дис. ... канд.

- філол. наук: 10.02.04 / Львівський нац. ун-т ім. Івана Франка. – К., 2004. – 20 с.
10. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – 2-е изд., испр. – М. : Физматлит, 2007. – 416 с.
 11. Дубичинский В. В. Искусство создания словарей. Конспекты по лексикографии. – Харьков, 1994. – 102 с.
 12. Д'яков А. С. Основи термінотворення: семантичні та соціолінгвістичні аспекти / А. С. Д'яков, Т. Р. Кияк, З. Б. Куделько. – К.: КМ Academia, 2000. – 216 с.
 13. Елисеев А. А., Лукашин А. В. Функциональные наноматериалы / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М. : Физматлит, 2010. – 456 с.
 14. Жалай В. Я. Сучасна лінгвотермінографія і принципи створення нового словника-довідника української лінгвістичної термінології / Жалай В. Я., Биховець Н. М., Линник Т. Г., Пархоменко А. Ф., Рахманова І. І., Рубашова Л. М. // Лінгвістика ХХІ століття: нові дослідження і перспективи. – 2011. – С.3–27.
 15. Жоаким К., Плевер Л. Нанонауки. Невидимая революция. – М. : КоЛибри, 2009. – 240 с.
 16. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури / Д. М. Заячук. – Львів: Львівська політехніка, 2009. – 580 с.
 17. Іващенко В. Л. Когнітивне термінознавство: перспективи розвитку / Вікторія Людвігівна Іващенко // Термінологічний вісник: Зб. наук. пр. / Відп. ред. В. Л. Іващенко. – К.: ІУМ НАНУ, 2011. – Вип. 1. – С. 47–54.
 18. Іващенко В. Л. Лінгвоконцептологія і термінознавство (аналітичний огляд) // Мовні і концептуальні картини світу: Зб. наук. пр.: У 2ч. – К.: Київський національний університет ім.Тараса Шевченка, 2009. – Вип. 26. – Ч.1. – С.382–388.
 19. Карабан В. І. Переклад англійської наукової і технічної літератури: Граматичні труднощі, лексичні, термінологічні та жанрово-

- стилістичні проблеми / В'ячеслав Іванович Карабан. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 576 с.
20. Кац Е. А. Фуллерены, углеродные нанотрубки и нанокластеры: Родословная форм и идей. – М.: ЛКИ, 2008. – 296 с.
21. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 134 с.
22. Коваленко А.Я. Загальний курс науково-технічного перекладу: Навчальний посібник / А. Я. Коваленко. – К.: ІНКОС, 2001. – 290 с.
23. Комиссаров В. Н. Лингвистика перевода / Вилен Наумович Комиссаров. – М.: URSS. ЛКИ, 2007. – 166 с.
24. Комиссаров В. Н. Слово о переводе (Очерк лингвистического учения о переводе) / Вилен Наумович Комиссаров. – М.: Международные отношения, 1973. – 215 с.
25. Комиссаров В. Н. Современное переводоведение: Курс лекций / Вилен Наумович Комиссаров. – М.: ЭТС, 2000. – 192 с.
26. Комова М. В. Українська документознавча термінологія: шляхи творення та функційні особливості / М. В. Комова. – Львів, 2011. – 316 с.
27. Коптілов В. Теорія і практика перекладу / В. Коптілов. – К.: Юніверс, 2003. – 280 с.
28. Лещук Т. Й. Типологія термінологічних підсистем. Іншомовні запозичення, фразеологія, семантичні термінотворення. Лексикографія / Т. Й. Лещук. – Л., 1999. – 211 с.
29. Макеев К. С. Жанрові особливості українського перекладу німецьких фармацевтичних текстів: автореф. дис. ... канд. філол. наук: 10.02.16 / К. С. Макеев; Київ. Нац. ун-т ім.Т.Шевченка. – К., 2010. – 19 с.
30. Мирам Г. Э. Практический перевод / Геннадий Эдуардович Мирам. – К: Ника-Центр, 2005. – 182 с.
31. Мірам Г. Е. Деякі семантичні явища, що зумовлюють складнощі англо-українського перекладу // Проблеми семантики, прагматики та когнітивної лінгвістики: зб. наук. пр. / М-во освіти і науки, молоді та

- спорту України, Київ. нац. ун-т ім.Тараса Шевченка / відп. ред. Н. М. Корбозерова. – К.: Логос, 2012. – Вип. 21. – С. 356–361.
32. Мовчан Б. А. Электронно-лучевая нанотехнология и новые материалы в медицине – первые шаги // Вісн. фармакології і фармації. – 2007. – № 12. – С. 5–13.
33. Москаленко В. Ф., Лісовий В. М., Чекман І. С., Горчакова Н. О. та ін. Наукові основи наномедицини, нанофармакології та нанофармації // Вісн. нац. мед. ун-ту ім. О. О. Богомольця. – 2009. – № 2. – С. 17–31.
34. Нанонаука, нанобіологія, нанофармація. Монографія / І. С. Чекман, З. Р. Ульберг, В. О. Маланчук, Н. О. Горчакова, І. А. Зупанець. – К.: Поліграф плюс, 2012. – 328 с.
35. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. – М.: Эксмо, 2009. – 256 с. : ил. – (Открытия, которые потрясли мир).
36. Нелюбин Л. Л. Толковый переводоведческий словарь. – 5-е изд. / Лев Львович Нелюбин. – М.: Флинта: Наука, 2008. – 319 с.
37. Нікуліна Н. В. Термінознавство: лінгвістичний опис української термінологічної системи автомобілебудування: Навч. пос. / Н. В. Нікуліна. – Харків, 2006. – 144 с.
38. Патон Б. Є., Москаленко В. Ф., Чекман І. С., Мовчан Б. О. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти // Вісн. НАН України. – 2009. – № 6. – С. 18–26.
39. Пеленський Р. А. Магнітні властивості наноструктур // Фізика і хімія твердого тіла. – Т. 11, № 1 (2010). – С. 130–133.
40. Посібник з основ українського термінознавства та перекладу / [Бондарець О. В., Дубічинський В. В., Павлова Г. Д., Терещенко Л. Я.]. – Харків : НТУ «ХПІ», 2002. – 68 с.
41. Прикладне термінознавство: Ч. 1 / за ред. В. В. Дубічинського та Л. А. Васенко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – 145 с.
42. Радзієвська С. О. Алгоритм перекладу нанонаукових термінів / С. О. Радзієвська // Studia Linguistica: Зб. наук. пр. / Відп. ред.

- I. О. Голубовська. – К.: КНУ імені Тараса Шевченка, 2012. – Вип. 6. Ч.1. – С. 202–206.
43. Радзієвська С. О. Переклад нанонаукових багатокomпонентних термінів / С. О. Радзієвська // Проблеми семантики, прагматики та когнітивної лінгвістики: Зб. наук. пр. – Вип. 21 / Київ. нац. ун-т ім.Т.Шевченка; Відп. ред. Н.М. Корбозерова. – К., 2012. – С. 402–407.
44. Радзієвська С. О. Переклад термінологічних неологізмів у науково-технічних текстах / С. О. Радзієвська // Лексико-грамматические инновации в современных славянских языках: V Межд. науч. конф. (Днепропетровск, ДНУ имени Олеся Гончара, 7-8 апреля 2011 г.): материалы / составитель Т. С. Пристайко. – Д.: Нова ідеологія, 2011. – С. 324–325.
45. Радзієвська С. О. Нанонаукова картина світу в оригіналі та перекладі / С. О. Радзієвська // Українське мовознавство: Міжвід. наук. зб. Вип. 42/1. – Київ. нац. ун-т ім.Т.Шевченка. – К., 2012. – С. 355–360.
46. Радзієвська С. О. Стилiстичні особливості нанонаукових текстів: перекладознавчий аспект / С. О. Радзієвська // Система і структура східнослов'янських мов: зб. наук. пр. – Вип. 6. – К.: НПУ ім.М.П.Драгоманова, 2012. – С. 273–279.
47. Рецкер Я. И. Теория перевода и переводческая практика / Яков Иосифович Рецкер. – М.: Международные отношения, 1974. – 216 с.
48. Сергеев Г. Б. Нанохимия. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 336 с.
49. Скороходько Е. Ф. Термін у науковому тексті (до створення терміноцентричної теорії наукового дискурсу) / Укр. ін-т лінгвістики і менеджменту. – К.: Логос, 2006. – 100 с.
50. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов / Под. ред. С. В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 528 с.



51. Текст и перевод / [В. Н. Комиссаров, Л. А. Черняховская, Л. К. Латышев и др.]; под. ред. А. Д. Швейцера. АН СССР, Институт языкознания. – М.: Наука, 1988. – 165 с.
52. Уильямс Л., Адамс У. Нанотехнологии без тайн / пер. з англ. – М.: Эксмо, 2010. – 368 с.
53. Фармацевтична енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.pharmencyclopedia.com.ua
54. Федоров А. В. Введение в теорию перевода (Лингвистические проблемы) / Андрей Венедиктович Федоров. – М.: Изд. лит. на иностр. яз., 1953. – 336 с.
55. Федоров А. В. Основы общей теории перевода: (Лингвистические проблемы) / Андрей Венедиктович Федоров. – М.: Высшая школа, 1983. – 303 с.
56. Федоров А. В. Очерки общей и сопоставительной стилистики / Андрей Венедиктович Федоров. – М.: Высшая школа, 1971. – 195 с.
57. Чекман І. С. Нанофармакологія / Іван Сергійович Чекман. – К.: Задруга. – 2011. – 424 с.
58. Чекман І. С. Нанофармакологія: експериментально-клінічний аспект // Лікарська справа. Врачебное дело. – 2008. – № 3–4. – С. 104–109.
59. Чекман І. С. Природні наноструктури та наномеханізми / І. С. Чекман, П. В. Сімонов. – К.: Задруга. – 2012. – 104 с.
60. Чередниченко О. І. Про мову і переклад: мова в соціокультурному просторі, переклад як міжкультурна комунікація / Олександр Іванович Чередниченко. – К.: Либідь, 2007. – 247 с.
61. Caruthers S. D., Wickline S. A., Lanza G. M. Nanotechnological application in medicine // Curr. Opin. Biotechnol. – 2007. – Vol. 18, № 1. – P. 26–30.
62. Drexler K. E. Engines of creation: The coming era of nanotechnology. Anchor. – 1987. – 320 p.

63. Elder J. B., Liu C. Y., Apuzzo M. L. Neurosurgery in the realm of 10^{-9} , Part 2: application of nanotechnology neurosurgery – present and future // *Neurosurgery*. – 2008. – Vol. 62, № 2. – P. 269–285.
64. *Encyclopedia of nanoscience and nanotechnology*. Number 1, 2004 / Ed. by Hari Singh Nalwa. – American Scientific Publishers, 2004. – Vol.1–10.
65. Glossary of nanotechnology terms. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nano.org.uk/nano/glossary>
66. Gordon A. T., Lutz G. E., Boninger M. L., Cooper R. A. Introduction to nanotechnology: potential application in physical medicine and rehabilitation // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* – 2007. – Vol. 86, № 3. – P. 225–241.
67. Jain K. K. Nanomedicine: application of nanobiotechnology in medical practice // *Med. Princ. Pract.* – 2008. – Vol. 17, № 2. – P. 89–101.
68. Moghimi S. M., Hunter A. C., Murray J. C. Nanomedicine: current status and future prospects // *FASEB J.* – 2005. – Vol. 19, № 3. – P. 311–330.
69. Nanocarbon technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanocarbontechnology.com/nanotech-glossary.htm>
70. Nanomedicine glossary [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanotech-now.com/nanotechnology-medicine-glossary.htm>
71. Nanoscience glossary [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lamp.tu-graz.ac.at/~hadley/nanoscience/glossary.html>
72. Nida E. A. Signs, sense, translation. (Program materials on Communication theory with specific focus on semantics and its importance for translating Greek texts) / E. A. Nida. – Cape Town: National Book Printers, 1991. – 143 p.
73. Nill K. R. Glossary of biotechnology and nanobiotechnology terms. – 4th ed. – Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis Group, 2006. – 402 p.



74. Pan D., Lanza G. M., Wickline S. A., Caruthers S. D. Nanomedicine: perspective and promises with ligand-directed molecular imaging // *Eur. J. Radiol.* – 2009. – Vol. 70, № 2. – P. 274–285.
75. Roda P. Roberts Translation pedagogy: strategies for improving dictionary use // *TTR: traduction, terminologie, rédaction.* – Vol. 5, №1. 1992. – P.49–76 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://id.erudit.org/iderudit/037106ar>
76. Seaton A., Donaldson K. Nanoscience, nanotoxicology, and the need to think small // *Lancet.* – 2005. – Vol. 365, № 9463. – P. 923–924.
77. Silva G. A., Czeisler C., Niece K. L. et al. Selective differentiation of neural progenitor cells by high-epitope density nanofibers // *Science.* – 2004. – Vol. 5662, N 303. – P. 1352–1355.
78. Thrall J. H. Nanotechnology and medicine // *Radiology.* – 2004. – Vol. 230, № 2. – P. 315–318.
79. Whitesides G. M. Nanoscience, nanotechnology and chemistry // *Small.* – 2005. – Vol. 1, № 2. – P. 172–179.
80. Yamamoto M., Tabata Y. Tissue engineering by modulated gene delivery // *Adv. Drug Deliv. Rev.* – 2006. – Vol. 58, 4. – P. 535–554.
81. Zhang L., Gu F. X., Chan, J. M., Wang A. Z. et al. Nanoparticles in medicine: therapeutic applications and developments // *Clin. Pharmacol. Ther.* – 2008. – Vol. 83, 5. – P. 761–769.
82. Zuo L., Wei W., Morris M. et al. New technology and clinical application of nanomedicine // *Med. Clin. North Am.* – 2007. – Vol. 91, № 5. – P. 845–862.

**ALPHABETICAL INDEX IN UKRAINIAN /
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ**

<i>Aa</i>		анізотропія форми	244
		анізотропний електричний	
		транспорт	58
А-ДНК	52	анізотропний магнітоопір	58
абсорбат	53	анодування	58
абсорбент	53	антагоністи	58
абсорбція	53	антибіотики	59
авторадіографія	63	антиген	60
агломерація	55	антиметаболіт	60
агоніст	56	антитіло, імуноглобулін	59
адатом, адсорбований атом	54	антифероелектрик	60
адгезивні молекули	54	апофермент	61
адгезія	54	аптамер	61
адгезія плівки	111	асоційований колоїд	62
адсорбція	54	атом	62
аерозоль	55	атомний кластер	62
аквапоріни	61	атомно-силова мікроскопія	62
активний транспорт	54	атомний силовий мікроскоп	62
активний центр	53		
активні моди комбінаційного розсіювання	235	<i>Бб</i>	
активована ферментами		багатовимірний аналіз даних	157
доставка ліків	106	багатостінна вуглецева	
актуатор	54	нанотрубка	157
акустична мікроскопія	53	база (нуклеотид)	65
акцептор	53	бакмінстерфулерен (бакібол)	74
аліцин	56	бактеріологія	64
алотропія	56	бактеріофаг	64
алостерична регуляція	56	барвник Грама	122
альбумін	56	безмембранні структури	147
амінокислоти	57	білки хеджехог (їжакоподібні білки)	124
ампліфікація	58	білкова інженерія	225
амфіфіл	57	білковий домен	98
аналог	58	білкові мікрочипи	225
аналог перехідного стану	256	білково-провідний канал	225
ангстрем	58	білок	224
анізотропія	58	білок-перемикач	253
анізотропія флуоресценції	113		



біовідображення	66	відбір цілих (неушкоджених)	
біодоступність	65	бактерій	243
біозв'язування, біокон'югація	66	відеоультрамікроскопія	
біоінформатика	66	наночастинок	188
біологічна активність	67	відображення рецептора	238
біологічні наноканали	67	вільний радикал	114
біолюмінесценція	67	вірус	261
біоматеріали	67	внутрішнє поле	131
біомедицина	67	внутрішній ("вбудований")	
біомедична інженерія	67	білок	131
біомембрана	68	вольтамперометрія	261
біоміметика	69	вторинна структура	243
біоміметичні матеріали	68	вуглецева нанотрубка	76
біомолекулярна електроніка	69	вуглецеве нановолокно	76
біомотори	69	в'язкість	261
біонаносенсиори	70		
біонанотехнологія	70	Гз	
біоніка	70	гаптен	124
біоплівка	66	гексагональна мезоструктура	125
біополімери	70	гель	117
біопроба	65	гель-фільтрація	117
біореактор	71	ген	117
біорецептори	71	генна інженерія	119
біорозпізнавання	71	геном	120
біосенсор	71	геноміка	120
біосистема (біологічна система)	72	гетерогенні коливання	125
біосумісність	66	гетерокоагуляція	124
біотехнологія	72	гетерорецептор	125
біохімія	65	гетерофулерен	125
біочипи	66	гібридизація ДНК	96
ближній наноскейл	203	гібридна літографія	126
Брунауер, Еммет, Теллер (БЕТ)	73	гібридний білок	115
Вв		гібридні матеріали другого класу	84
везикул	260	гібридні матеріали першого класу	84
виготовлення пластини	262	гігантський магнітоопір	121
вирізання	107	гігантський магнітоімпеданс	121
високопродуктивна ідентифікація	125	гідрогель	127
високопродуктивний скринінг	125	гідрогенний зв'язок	127
витравлювання пластини	262	гідрогенний показник	213
витрачена енергія	247	гідроксиапатит	127
вицинальна поверхня	260	гідроліз	127
		гідротермальна реакція	127

гідрофільний	127	дріт з квантовою ямою	234
гідрофобний	127		
гіромагнітний резонанс	123	<i>Ee</i>	
глікозаміноглікани	122		
глобулярний білок	121	еквівалентний послідовний	
гомолог	126	опір	106
гомологічне моделювання	126	екзодральний C ₆₀	107
гравірування плівки	111	екситон	107
градієнт густини	94	екстрацелюлярний	
графен	122	(позаклітинний) матрикс	108
густина електронів	103	електричний подвійний шар	100
		електрод	101
<i>Дд</i>		електроліз	102
		електроліт	102
дальній наноскейл	109	електролюмінесценція	101
дальня тонка структура		електромагнітна літографія на	
рентгенівського спектра	108	звукових частотах	63
поглинання		електрон	102
двовимірний електрофорез		електронегативність	104
гелю	258	електроніка	104
дезоксирибонуклеїнова		електронна мікроскопія	103
кислота	94	електронна мікроскопія з	
дендример	93	просвічуванням	256
дендримерні кластерні агенти		електронно-променева	
(лікарські засоби)	94	літографія	102
джгутик	112	електронно-променеве	
дизасемблер	96	випаровування у вакуумі	103
димери фулерена	114	електронний парамагнітний	
динаміка намагніченості	144	резонанс	104
динамічне розсіювання світла	99	електронний спіновий	104
дипольна взаємодія	96	резонанс	
дислокація	96	електрофорез	104
дисперсійна енергія	96	електрохімічне гравірування	101
диференційна скануюча		електрохімічний біосенсор	101
калориметрія	95	електрохімічний наноелектрод	101
диференціація	95	електрохімічний нанозонд	101
діаліз	95	емульсія	104
діастереоізомери	95	ендоедральний C ₆₀	105
ДНК-зонд	97	енергетично-дисперсійна	
ДНК-мікрочип	97	рентгенівська спектроскопія	105
довжина магнітної кореляції	141	енергія активації	53
довжина хвилі Фермі	109	енергія взаємодії	129
допінг	98	енергія додання електрона	245
доставка генів	117	енергія зв'язування молекули	65
доставка ліків	98	епімери	106



ефект квантової локалізації	230	іон	131
ефект Керра	134	іонізація лазерною десорбцією	
ефект кулонівської блокади	89	із використанням матриці	149
ефекти локалізації у магнітних		іонна пастка	132
плівках	139	іонообмінна хроматографія	131
ефективна концентрація	100		
ефектор	100	<i>Кк</i>	
<i>Зз</i>		кадгеріни	75
загальновалентні електронні		капілярна конденсація	75
методи	57	капілярність	75
загартування розплаву (швидке		капілярний електрофорез	75
охолодження розплаву)	146	капілярний тиск	76
збагачена сріблом золота		капсид	76
наночастинка	245	капсула	76
зворотна (вибухова) літографія	136	каріотипіст	134
згортання білка	225	катаболізм	78
золь (розчин, колоїдний		катаболіт	78
розчин)	246	каталіз	78
золь-гель (колоїдний розчин-		каталізатор	79
гель)	246	каталітичне антитіло	79
зонд Ленгмюра	135	каталітичний центр	80
		катена	85
		катехіни	80
<i>Іі</i>		катодолюмінісценція, катодна	
ідіотип	128	люмінесценція	80
ізоелектрична точка	132	квант	228
ізоферменти	132	квантова електродинаміка	232
імобілізація	128	квантова інформація	232
імплантація іонів	132	квантова локалізація	229
імплантація іонів металів	148	квантова механіка	233
імуносенсор	128	квантова провідність	229
імунофлуоресценція	128	квантова теорія поля	232
індентування	128	квантова точка (штучний атом)	230
індуктивна енергія	129	квантова фармакологія	233
індуктивний зв'язок	141	квантова хімія	229
індуктор	129	квантова яма	234
інтегрин	129	квантове перенесення заряду	229
інтеїн	129	квантовий	228
інтеркаляція	129	квантовий вихід	234
інтерферон	130	квантовий дріт	234
інформаційні молекули	129	квантовий ефект розміру	233
інфрачервоний детектор на		квантовий загін	230
квантовій ямі	234	квантовий інтерференційний	
		прилад	232

квантовий каскадний лазер	228	(розробка)	лікарських	
квантовий металевий нанодріт	233	засобів		88
квантовий стан	233	конденсатор		75
квантовий точковий контакт	233	конструкторський туман		259
квантові ефекти	231	контакт Герца		124
квантові клітинні автомати	228	конформаційне перемикання		89
квантовомеханічне		конформаційний простір		89
тунелювання	232	конформація		88
квантово-хімічні дескриптори	229	концепція	адресного	
кількісне співвідношення		повідомлення		54
структура–активність	227	кон'югат		89
кількісний взаємозв'язок	–	кон'югати золота		122
тривимірна структура	–	кооперативність		89
активність	255	координація		89
кількість обертів	258	кофермент		86
кінезин	134	кремнезем, діоксид кремнію		245
кістково-мозковий лімфоцит	64	крива намагнічення		144
класичний металевий		кристал		91
нанодротик	84	кристалізація		91
кластер	85	кристалічна структура		91
кластери із золота	63	кристалоінженерія		91
клітина	80	критична концентрація		
клітинний автомат	на	агрегації		90
квантових точках	231	критична концентрація		
клітинний моношар	139	коагуляції		91
клон	84	критична міцелова		
коагуляція	85	концентрація		91
коалесценція	85	кріохімія		91
коефіцієнт пропускання	257	крокова літографія		250
коефіцієнт Пуассона	220	кубічна мезоструктура		92
колаген	86	кулонівська взаємодія		90
колоїд	86			
колоїдна дисперсія	87	<i>Лл</i>		
колоїдна хімія	86	лабораторія на чипі		135
колоїдне срібло (коларгол)	87	лазер		136
колоїдний нанокompозит	87	лазерна інактивація		136
колоїдний розчин	87	ламельярна (пластинчаста)		
колоїдні наночастинки	87	мезоструктура		135
комбінаторний синтез	87	ліганд		137
комбінатійне випромінювання	235	ліганд (у біохімії)		137
комбінатійне розсіювання		лікарська наносупензія		99
світла	236	лікарський засіб подвійної дії		99
композит	88	ліофілізація		140
комп'ютерна хімія	88	ліпіди		138
комп'ютерний дизайн				



ліпідний бішар	138	магнітострикція	146
ліпосома	138	макромолекула	141
ліпофільний	138	макроцикли фулерена	114
літографія	138	Мандельштам-бріллюенівське	
люмінесценція	139	розсіювання світла	73
люмінофор	140	масив, набір	61
люцифераза	139	масова технологія (балк-технологія)	74
люциферин	139	матеріали, що збираються у кластери	85
Мм		матриця наноелектродів, електродна матриця	171
магічне число	141	матриця сенсорів	244
магнетизм у рідкісноземельних металах	143	медична хімія	146
магнітна анізотропія	141	межа поділу	129
магнітна взаємодія	142	мезопори	147
магнітна в'язкість	143	мезошкала	147
магнітна напівпровідникова наноструктура	143	мембрана пористого оксиду алюмінію	223
магнітна оперативна пам'ять	143	мембранний транспорт, (перенесення) лікарських засобів	146
магнітна прецесія	143	метаболізм	147
магнітна силова мікроскопія	142	металокомпозит C ₆₀	147
магнітна сприйнятливність	143	метаболосом	147
магнітне зберігання даних	142	металеві нанокластери	148
магнітний домен	142	металеві нанокристали	148
магнітний нанокластер	142	металічна вуглецева нанотрубка	149
магнітний напівпровідник	143	металобілки	148
магнітний тунельний перехід	143	металогідридне зберігання	148
магнітний циркулярний дихроїзм у кутовому розподілі	141	металокерамічні покриття	148
магнітні ізотерми	142	метод "вибуху"	107
магнітні мультишари	142	метод гальваностатичного титрування в періодичному режимі	116
магнітні наноструктури	142	метод електронної структури	104
магнітні частинки	143	метод "згори донизу"	256
магнітокристалічна анізотропія	145	метод лінійної розширеної плоскої хвилі	137
магнітолюмінесценція	145	метод лінійної розширеної сферичної хвилі	137
магнітоопір	145	метод лінійної розширеної циліндричної хвилі	137
магнітооптичний ефект	145	метод Монте-Карло	156
магнітооптичний ефект Керра	145		
магнітопружна анізотропія	145		
магнітопружність	145		
магніторезистивні головки	145		
магнітостатичний радіус кореляції	146		

метод Ньютона-Рафсона	205	молекулярна фізика	154
метод полімеразної ланцюгової реакції	222	молекулярне моделювання	153
метод розбрикування аерозоллю	55	молекулярний дріт	155
метод швидкого спуску	249	молекулярний маяк	151
методи <i>ab initio</i>	52	молекулярний міст	151
методи отримання наноматеріалів	185	молекулярний пропелер	154
методи статистичної механіки	249	молекулярні дескриптори	152
механічна напруга	250	молекулярні машини	153
міжмолекулярні взаємодії	130	молекулярні машини, що самоскладаються	243
міжфазна напруга	130	молекулярні наномотори	153
міжфазний матеріал	130	молекулярні сита	154
мікробіологія	150	молекулярно-променева епітаксія	151
мікрогель	150	мономери	156
мікроемульсія	150	моношарові захищені кластери	156
мікроконтактний друк	150	моторні білки	156
мікромметр	150	мутант	157
мікрообробка	150	мутація	157
мікророзрізування з лазерним захопленням	136	м'яка літографія	246
мікроструктура	150		
мікрофлюїдика	150	<i>Нн</i>	
мікрохвильова плазма	150	надмолекулярна хімія	251
міцела	149	надмолекулярне само-складання (самозбирання)	252
мічений атом (метод радіоактивних ізотопів)	256	надмолекулярні види	252
мічення (флуоресцентне)	135	надпровідник	251
мішень (про лікарський засіб)	254	надпровідні квантові інтерференційні пристрої	251
модель зон структури Мовчана і Демчишина	156	надпровідність фулерена	114
модель наноплазми	188	наноаккумулятори	158
модель оболонки для кластерної електронної структури	244	наноалюміній	158
молекула	155	наноасемблер	161
молекулярна біологія	151	нанобіологія	161
молекулярна вага	155	нанобіоматеріал	161
молекулярна динаміка	153	нанобіомотори	161
молекулярна діагностика	152	нанобіотехнології	161
молекулярна механіка	153	нановбудований	171
молекулярна подібність	154	нановиробництво	172
молекулярна різноманітність	152	нановідбиток	177
молекулярна топологія	154	нановісмут	162
		нановолокно	173
		наногель	175
		наногенотоксикологія	175



наногеометрія	175	нанонапилення	172
нанодіагностика	170	нанонаука	190
нанодіамант	170	нанооболонка	192
нанодріт	202	наноосадження	189
наноекотоксикологія	170	нанопінцет	201
наноелектрод	171	наноплівка	174
наноелектромеханічні системи	171	нанопокриття	165
наноелектроніка	171	нанопора	189
нанозалізо	178	нанопористий карбон (вуглець)	189
нанозолото	175	нанопористі матеріали	189
наоіндентор	178	нанопорошок	189
наоіндентування	178	нанопояси	161
наоінкапсулювання	171	нанопрепарат	170
наокабель	163	наопрілади	170
наокапсула	163	наопрілади на основі	
наокаталізатор	164	арсеніду галію	116
наокераміка	164	наопрістрій із квантовими	
наокластери (наночастинки)	165	ефектами	231
наокомпозит	165	наопрістрій із квантовою	
наокомпозит дендример-		ямою	234
метал	94	наопрістрій на квантових	
наокомп'ютер	165	точках	231
наоконтактне друкування	165	нанореактор	189
наокремній	192	наноробот	189
наокристал	169	наноробототехніка	190
наокристалеві ліки	98	нанорозмірні прилади	190
наокристалін	169	нанорозпізнавання	189
наокристаліти	170	наосамоскладання	
наокристалічна кремнієва		(наосамозбирання)	158
супергратка	170	наосенсор	192
наокристалічний діамант	170	наосередовище	172
наокристалічний композит	169	наосистема	199
наолітографія	182	наоскейл, наномасштаб	190
наомагній	182	наоскейлові полішари	
наоманіпуляція	184	рідкісноземельних/перехідних	
наоматеріал	184	металів	190
наомашина	182	наоскладання (наозбирання)	161
наомедицина	185	наоскорини	169
наометали	185	наосплавлення	158
наометр	186	наосрібло	194
наомеханізми	175	наострижень	190
наомеханіка	185	наоструктура	198
наомеханічне відображення	185	наоструктурний матеріал	198
наомідь	165	наоструктурні носії ліпідів	198
наомотузка	190	наосуспензія	198

наносфера	198	Oo	
нанотвердість	177		
нанотехнології	199	обернена міцела	240
нанотехнологія “згори донизу”	256	об’ємна дифузія	74
нанотіло	163	обмінна взаємодія	106
нанотоксикологія	200	одновимірні наноструктури	208
нанотрибологія	201	одноелектронне тунелювання	246
нанотрубка	201	одноелектронний острівець	245
нанофармакологія	188	одноелектронний параметрон	245
нанофармація	188	одноелектронний транзистор	246
нанофлюїдика	174	одноелектронний блок	245
нанохімія	164	однопровідний наноелектрод	246
наноцинк	202	однорідність плівки	112
наночастинка	186	одностінна вуглецева	246
наночастинка металу	148	нанотрубка	
наночастинки в золотій оболонці	122	оксид алюмінію, глинозем	57
наночастинки на зразок ядро-оболонка	89	олігосахариди	207
наношаровий композит	182	омічний контакт	207
напівпровідник	243	оптична люмінесценція при рентгенівському збудженні	264
напівпровідникова вуглецева нанотрубка	244	оптична мікроскопія ближнього поля	204
напруга плівки	111	оптичний (біо)сенсор	208
нарощування плівки	111	оптичний пінцет	209
негативна спорідненість до електрона	204	оптичне волокно, оптоволокно	208
негативний опір	204	оптрод	209
недостатність (дефіцит)	93	органічний світлодіод	209
неемпіричні розрахунки	52	органічно-неорганічні гібридні матеріали	210
нейтрон	204	органогель	210
нелінійна сприйнятливність 3-го порядку	255	органосилікати	210
ненасичений (вільний) зв’язок	93	орієнтаційна площа пластини	262
неполярна група	205	ортопедія	210
непряма взаємодія	128	осадження, преципітація	223
нормальне падіння (на поверхню)	205	осадження плівки	111
нуклеація (утворення, зародження, формування) ядра	206	Оствальдівське дозрівання	211
нуклеїнова кислота	206	остеобласт	210
нуклеотид	206	остеокласт	211
нуклеофільна група	206	остеоцит	211
		Пп	
		парамагнетизм	212
		пептиди	212



пептидна нанотрубка	212	потенціал Леннарда–Джонса	136
пептидоглікан	213	пристосування рецептора	238
первинна структура	223	притирання пластини	262
передача енергії	105	пріон	223
переносники АВС	52	провідник	100
перехідний стан	256	промінь Гаусса	116
п'єзоелектрик	218	протаргол	224
питома поверхня	247	протеаза	224
підхід на основі олігомерів	207	протеоглікани	225
пірамідальний наноелектрод	226	протон	225
піроліз	226	протопласт	226
плазмід	219	профілювання краю пластини	262
плазмон	219	процес згущення колоїдного розчину	247
пластичність	219	процес перемагнічування	144
плівка із зібраних нанокластерів	164	псевдоротаксан	226
плівковий МТ-потенціал	111		
плівкоутворення	111	Pp	
поверхня гібридизації	126	реактивне іонне травлення	237
поетапне покриття плівки	111	резист	239
покриття методом занурення	95	резонансна передача енергії флуоресценції	113
поле Фермі	109	резонансне комбінаційне розсіювання	240
полімер	221	рекомбіназа	238
полімераза	221	рекомбінантна ДНК (рДНК)	239
полімеразна ланцюгова реакція	221	рекомбінантний білок	239
полімеризація	222	рекомбінація	239
полімеризований C ₆₀	222	реконструкція поверхні (відновлення форми)	252
полімерний ланцюг	81	Релеївське розсіювання	236
поліморфізм (хімічний)	222	рентгенодифракція	264
поліпептид (білок)	222	рентгенівська кристалографія	264
полірування пластини	263	рентгеноспектральний аналіз	265
поляризований електрод	220	рентгеноструктурний аналіз	265
полярна група	220	реплікатор	239
полярна молекула (диполь)	220	рецептор	237
полярність (хімічна)	220	рибонуклеїнова кислота	240
полярон	220	рибосома	240
пористість	223	рівень Фермі	109
поріг Дарвіна	93	рівняння обертового моменту Ландау–Ліфшиця	135
порівняльний аналіз молекулярних полів	87	рідкі кристали або мезофаза	138
порін	222		
послідовна збірка шар-за-шаром	136		
потенціал-залежний іонний канал	261		

робочий електрод	263	спектроскопія комбінаційного розсіювання	236
розподілення намагніченості	144	спектроскопія оптичної активності комбінаційного розсіювання	235
ротаксан	240	спектроскопія рентгенівського поглинання	264
Сс		спільне осадження	86
С-реактивний білок	90	спільний пролікарський засіб	157
самозбірка	243	спін	247
самозбірний моношар	243	спін-залежний тунельний перехід	248
самосинтез	243	спіновий клапан	248
самоскладання, кероване шаблоном	254	спінодальна крива	248
світлодіод	137	спінодальний розпад	248
сенсор	244	спінтроніка	248
сепаратор	244	сполуки “хазяїн – гість” (СХГ), що утворюють наноканали	164
сепарація (білків) порожнистими волокнами	125	спонтанна намагніченість	249
сигнальна трансдукція	245	спорідненість (афінність)	55
сили Ван-дер-Ваальса	260	спрямований розвиток	96
синтезований шаблоном наноелектрод	254	стереолітографія	250
синтетичний наноканал	253	стикування (в обчислювальній біології)	98
синтетичний наноструктурований екстрацелюлярний матрикс	253	стовбурові клітини	249
скануюча електронна мікроскопія	241	структурні білки	250
скануюча електрохімічна мікроскопія (растрова електрохімічна мікроскопія)	241	структурно-чуттєві реакції	250
скануюча зондова літографія	242	субстрат (структурний)	250
скануюча зондова мікроскопія	242	субстрат (у хроматографії)	250
скануюча мікроскопія місцевого прискорення (растрова мікроскопія локальних прискорень)	241	субстрат (хімічний)	250
скануюча силова мікроскопія	241	сумісна конденсація	85
скануючий тунельний мікроскоп	242	суперконденсатор	251
слабка взаємодія	263	суперпарамагнетик	251
сорбція	247	супрамолекулярні ансамблі	251
спектр комбінаційного розсіювання світла	236	сурфактант (поверхнево-активна речовина)	252
спектрометр	247	суспензія	252
спектроскопія втрати енергії електронами	103	сфокусований іонний промінь	113
		Тт	
		теорія Джонсона-Кендалла-Робертса-Сперлінга	133
		теорія функціонала густини	94



терапевтична платформа	254	фероелектрик	110
термолюмінесценція	254	ферромагнетизм	111
термопластичні полімери	255	ферромагнітний резонанс	110
термореактивні полімери	255	ферофлюїд	110
тест на визначення нанотвердості	177	фізична адсорбція	218
технологія зрощування пластин	262	фізичне осадження з парової фази	218
технологія нановиробництва	172	фізичний гель (псевдогель)	218
технологія наносистем	199	фільтрація (ультра, нано, мікро)	112
тканинна інженерія	255	флавоноїди	112
тонка плівка (мікроплівка)	255	флокуляція	113
тонка структура рентгенівського поглинання	264	флуоресценція	113
точка нульового заряду або потенціал нульового заряду	220	флуорофор	113
транспорт (білка), контрольований брамою	116	фонон	216
транспортні білки	257	форма, шаблон	151
трансферин	256	формування (структурування) поверхні	252
трибологія	257	фосфоліпід	216
триярусна літографія	257	фосфоресценція	217
трирівневий процес	257	фотокаталізатор	217
тунелювання	257	фотолітографія	217
Уу		фоторозклад води	217
ультрацентрифуга	259	фотосинтез	217
Фф		фотоутворені полімери	217
фактор Хенча	124	фрактал	114
фарадичний окиснювально-відновний процес	109	функціоналізовані вуглецеві нанотрубки	115
фармакогенетика	213	функціональна група	115
фармакогеноміка	214	фулерен	114
фармакодинаміка	214	фулерит	114
фармакоенвірогенетика	213	футпринтинг	114
фармакокінетика	215	Хх	
фармакологічна активність	216	хелат	81
фармакологія	216	хелатна добавка (компонент)	81
фармакофор (модель фармакофора)	216	хелатоутворюючий ліганд	81
фермент	105	хелація	81
феробактерія	110	хемометрика	83
		хемосорбція	83
		хемофармакологія	83
		хіміко-механічне полірування	82
		хімічне зростання	82
		хімічне осадження	82

хімічне осадження з парової фази	82
хімічне травлення	82
хімічний гель (перманентний гель)	82
хімічний сенсор (датчик)	82
хімічно модифікований електрод	83
хіральна сполука	83
хіральний вектор	83
хіральні молекули	84
хіральність	84
холіни	125
холофермент	126
хроматографія	84

Цц

целосоми	81
центр реакції	237
циліндричний МТ потенціал	92
цитокін	92
цитоплазма	92

Чч

частота обертів	258
-----------------	-----

Шш

шаблон	254
шаблонний (змодельований, скопійований, структурований) магнітний елемент	212
швидкість нуклеації	206
швидкість світла	247
швидкість Фермі	109
штучна молекула	61
штучний атом	61
штучний фотосинтез	61
шунтовані (з'єднані містками) олігомери	73
шунтовані (з'єднані містками) сілсесквіоксани	73

Яя

явище поверхневого плазмонного резонансу	252
ядерний магнітний резонанс	205
ядерні рецептори	205
ядра критичного розміру	206
якість	227

ДОВІДКОВЕ ВИДАННЯ

Чекман Іван Сергійович

Радзієвська Світлана Олександрівна

**АНГЛО-УКРАЇНСЬКИЙ
СЛОВНИК-ДОВІДНИК З НАНОНАУКИ**

Видавництво ПВП “Задруга”

Друкується в авторській редакції.
Оригінал-макет *Р. А. Небесний*

Підп. до друку 12.04.13.
Формат 60x84/16. Папір офс.
Гарнітура Таймс. Друк офсетний. Ум. др. арк. 18,5.
Обл.-вид. арк. 13,22. Наклад 300. Зам. № 87.