

Stefan WĘGRZYN

Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN, Gliwice
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

MOLEKULARNE SYSTEMY INFORMATYKI

Streszczenie. Informatyka jest dziedziną nauki o zapisywaniu, przechowywaniu, przekształcaniu i przekazywaniu informacji. Tak uporządkowany zbiór tych operacji, że po ich wykonaniu otrzymuje się rozwiązanie dowolnego zadania z określonego zbioru zadań, nazywa się systemem informatyki.

Najczęściej dotąd omawiane systemy to rozwijane przez ludzi od około 70 lat techniczne systemy informatyki obliczeniowej oraz biologiczne systemy informatyki, które kształtowały się w naturze od miliardów lat i dzięki którym organizmy żywe istnieją, rozwijają się i powielają.

W pracy omówiono operacje, które powinny być na poziomie molekularnym realizowane w technicznych systemach informatyki, tak aby mogły w nich zachodzić zjawiska samoorganizacji, samoreplikacji i samorozprzestrzeniania się obiektów takie same jak te, które mają miejsce w biologicznych systemach informatyki.

Słowa kluczowe: informatyka, nanoinformatyka, molekularne systemy informatyki

MOLECULAR INFORMATIC SYSTEMS

Summary. Informatic is a branch of science on recording, storage, transformation and transmission of information. The set of this operations so arranged that any problem solution of a defined set upon completion thereof can be obtained, is called the informatic system.

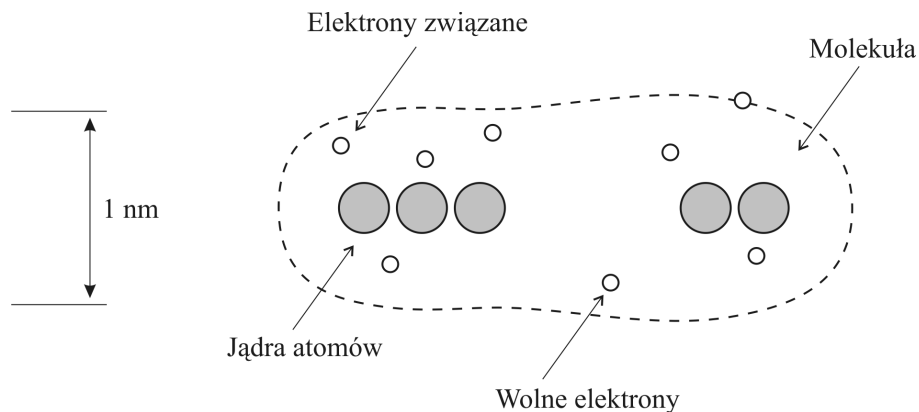
The most frequently discussed systems so far are the technical computational informatic systems and biological informatic systems that have been formed in the nature for billions of years, thanks to which to living organisms exist, develop and reproduce themselves.

The paper includes discussions on operations that should be carried out on the molecular level so that object self-arrangement, self-replication and self-propagation phenomena could take place in the technical information systems, identical to the biological informatic systems.

Keywords: informatics, nanoinformatics, molecular informatic systems

1. Nanoinformatyka

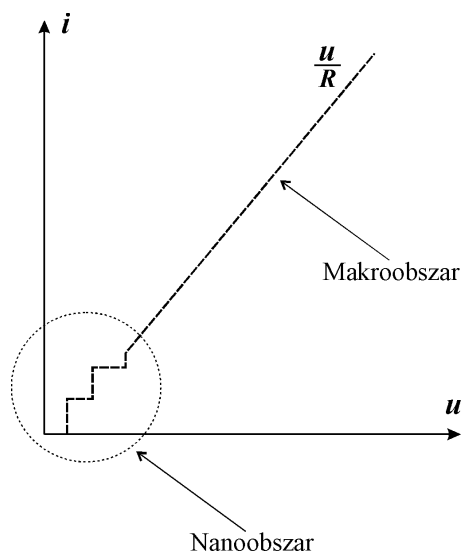
W otaczającej nas przestrzeni, którą można określić jako mikroobszar, można wyróżnić nanoobszary, to jest obszary bezpośrednio otaczające atomy i molekuły, takie że choć jeden z ich rozmiarów jest mniejszy od 1 nm (rys. 1).



Rys. 1. Nanoobszar
Fig. 1. Nanospace

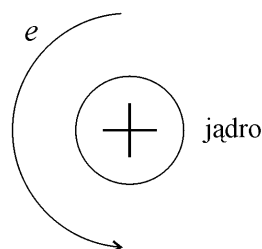
Nanoobszary wyróżniają się pewnymi osobliwościami, a w szczególności:

1. Nieciągłościami w zależnościach zmiennych, np. napięcia i prądu (rys. 2).
2. Niewystępowaniem emisji fal elektromagnetycznych, np. przez elektron krążący w atomie wokół jądra (rys. 3).

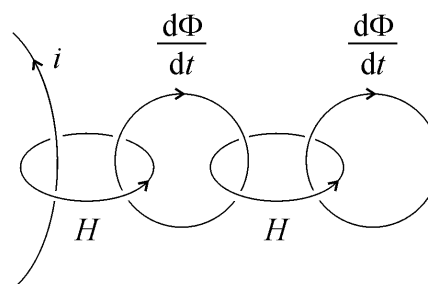


Rys. 2. Nieciągłość zależności między zmiennymi, np. $i = f(u)$
Fig. 2. Discontinuity of the relationship between variables $i = f(u)$

Elektron krążący wokół jądra



nie powoduje powstania fali elektromagnetycznej,



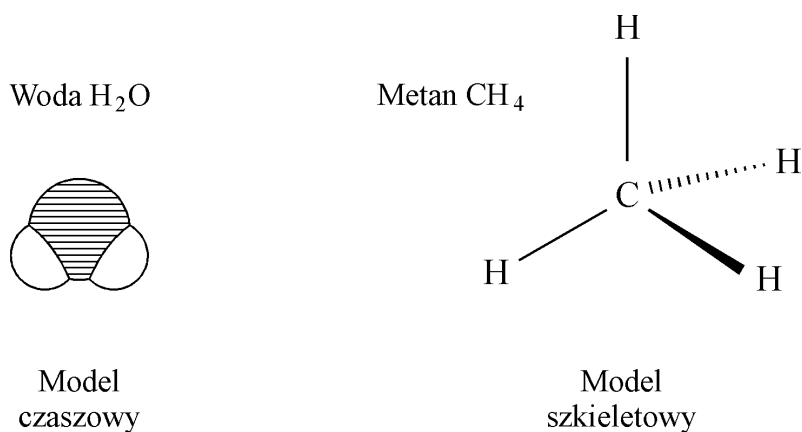
która wyprowadziłaby z nanoobszaru energię, co doprowadziłoby do upadku elektronu na jądro.

Rys. 3. Osobliwości nanoobszarów

Fig. 3. Singularities of the nanospace

Analiza tych osobliwości wiąże się z postaciami struktur molekuł, którym poświęcimy nieco uwagi. Mówiąc o molekule, podaje się zazwyczaj tylko liczby wzajemnie związanych w nich ze sobą atomów. Na przykład, woda H_2O oznacza, że molekula zawiera dwa atomy wodoru i jeden atom tlenu, a metan CH_4 oznacza, że molekula zawiera jeden atom węgla i cztery atomy wodoru.

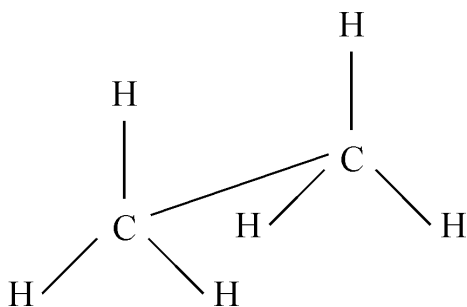
Podanie struktur tych molekuł wymagałoby pewnych dodatkowych ilustracji. Tak np. na rys. 4 przedstawiamy struktury molekuł wody i metanu za pomocą tak zwanych ich modeli: modelu czaszowego w przypadku molekuly wody i szkieletowego w przypadku metanu.



Rys. 4. Struktury molekuł wody i metanu

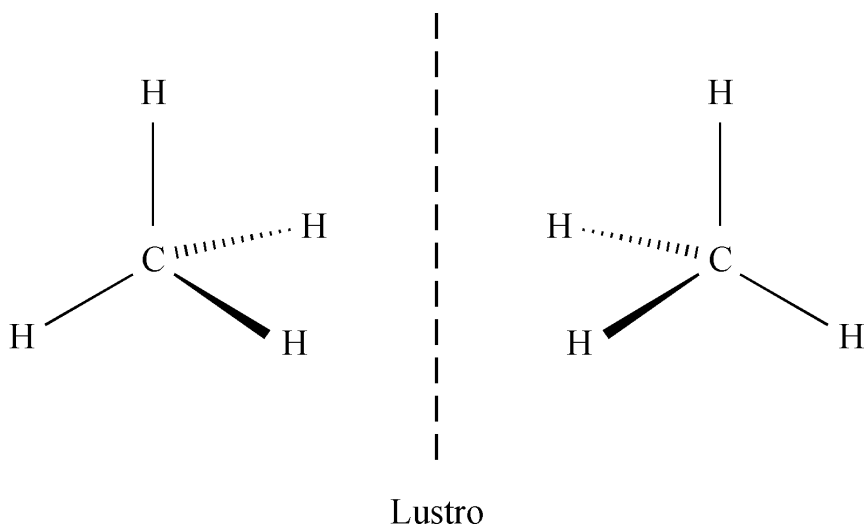
Fig. 4. Model of molecules of water and methane

Model struktury molekuly etanu jest przedstawiony na rys. 5.

Etan C_2H_6 

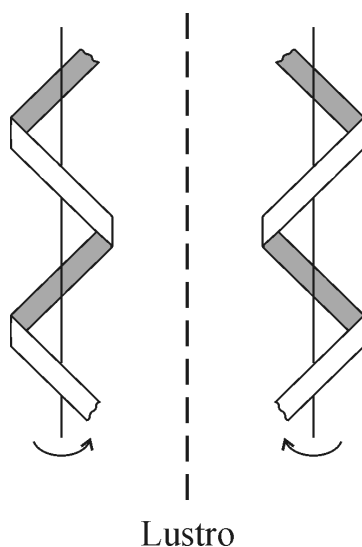
Rys. 5. Model szkieletowy struktury molekuly etanu
 Fig. 5. Skeletal model of the ethane molecule

Struktury molekuł są już na tyle dobrze rozpoznane, że można podać ich pewną klasyfikację i podział. Jednym z kryteriów podziału może być tak zwana chiralność. Struktura chiralna to taka, która nie daje się nałożyć na swoje lustrzane odbicie, tak jak to w przypadku struktury metanu przedstawia rys. 6.



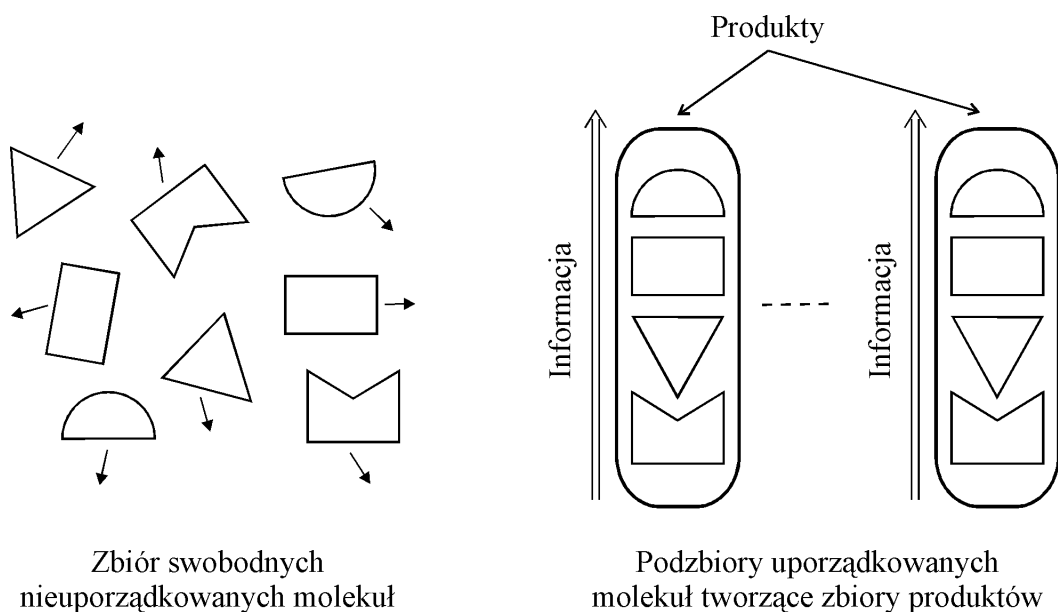
Rys. 6. Struktura molekuly metanu (CH_4) i jej lustrzane odbicie
 Fig. 6. Structure of the methane (CH_4) molecule and its mirror reflection

Chiralna jest też struktura samej helisy (rys. 7).



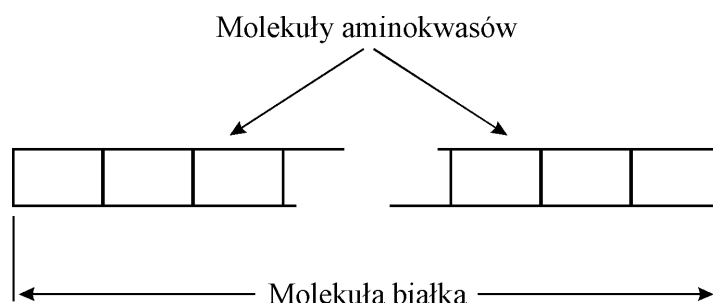
Rys. 7. Chiralna struktura helisy
Fig. 7. Chiral structure of helix

Problem łączenia się molekuł w bardziej złożoną formę wiąże się z koniecznością wprowadzenia do zbioru swobodnych, ruchomych molekuł informacji o ich oczekiwanym uporządkowaniu, jak to ilustruje rys. 8.



Rys. 8. Rola informacji w wytwarzaniu produktów
Fig. 8. Role of information in the manufacturing of products

Wytwarzanie produktów omówimy obszerniej na przykładzie białek, które są łańcuchami molekuł aminokwasów (rys. 9).



Rys. 9. Molekuły białek to łańcuchy molekuł aminokwasów
 Fig. 9. Protein molecules it's the chain of aminoacides

W organizmach żywych dla zapisania poszczególnych elementów takiego łańcucha wykorzystywany jest ukształtowany w ciągu miliardów lat rozwoju tych organizmów tak zwany kod genetyczny, polegający na tym, że molekuły aminokwasów oznaczone są przez odpowiednie trójki wybrane ze zbioru czterech molekuł zwanych nukleotydami, a mianowicie: adenina (A), uracyl (U), guanina (G) i cytozyna (C) (rys. 10).

Aminokwasy i ich oznaczenia w kodzie genetycznym

alanina	GCA	GCC	GCG	GCU			
arginina	AGA	AGG	CGA	CGC	CGG	CGU	
aspargina	AAC	AAU					
kwas asparginowy	GAC	GAU					
cysteina	UGC	UGU					
fenyloalanina	UUC	UUU					
glutamina	GAA	GAG					
kwas glutaminowy	CAA	CAG					
glicyna	GGA	GGC	GGG	GGU			
histydyna	CAC	CAU					
izoleucyna	AUA	AUC	AUU				
leucyna	UUA	UUG	CUA	CUC	CUG	CUU	
lizyna	AAA	AAG					
metionina	AUG	(początek)					
prolina	CCA	CCC	CCG	CCU			
seryna	AGC	AGU	UCA	UCC	UCG	UCU	
treonina	ACA	ACC	ACG	ACU			
tryptofan	UGG						
tyrozyna	UAC	UAU					
walina	GUA	GUC	GUG	GUU			
STOP	UAA	UAG	UGA				

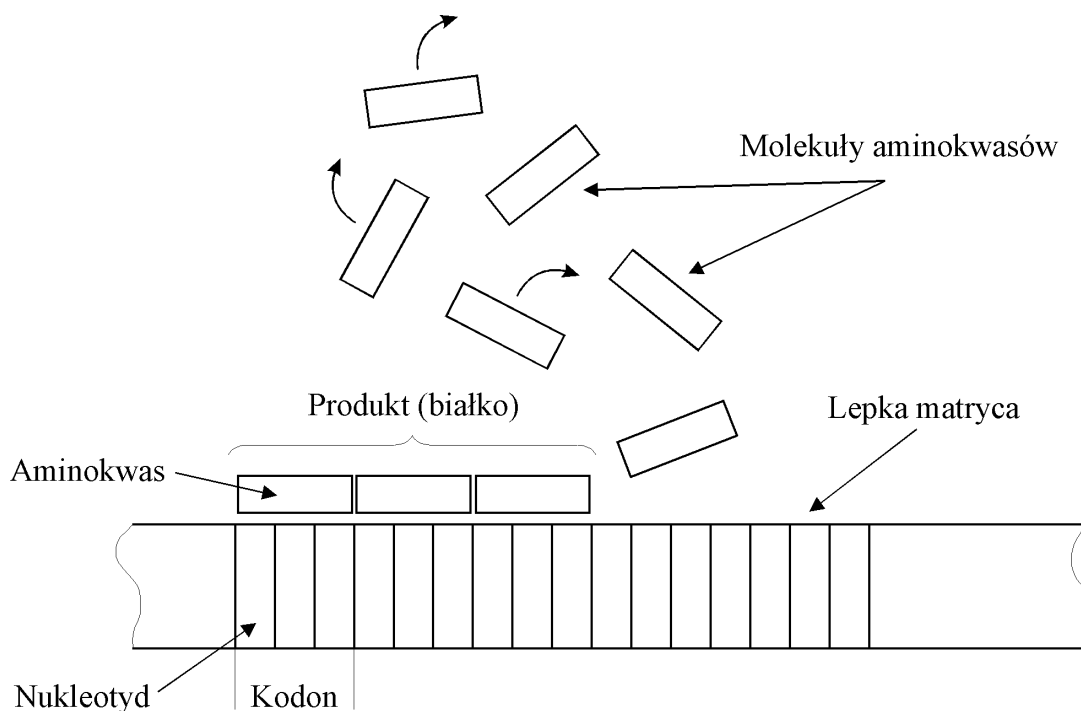
Rys. 10. Kod genetyczny
 Fig. 10. Genetic code

Przykład takiego kodowego zapisu struktury białka jest przedstawiony na rys. 11.

Struktura białka	Metionina	Prolina	Lizyna	-----	STOP
Zapis kodowy struktury	AUG	CCA	AAG	-----	UAA

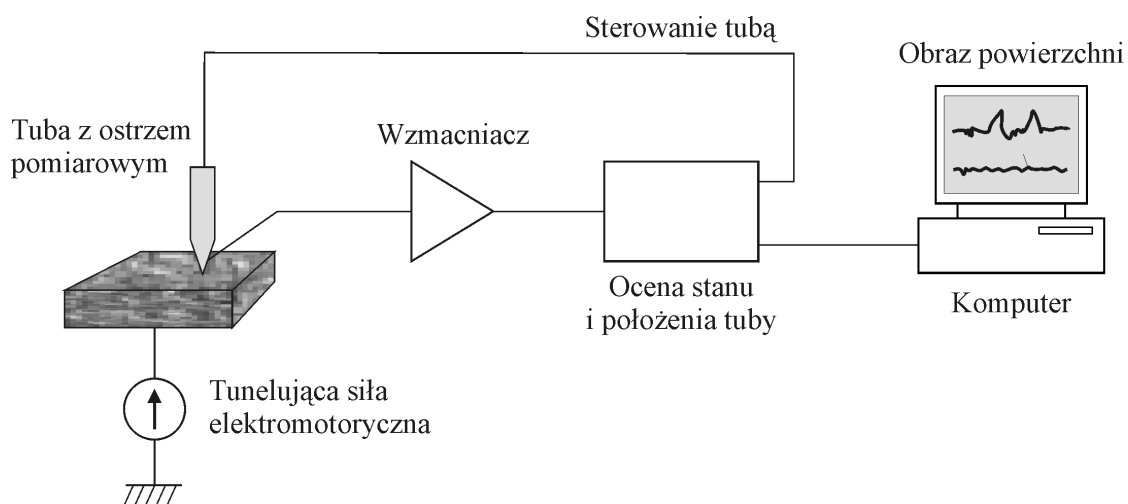
Rys. 11. Zapis w kodzie genetycznym struktury białka
 Fig. 11. Protein structure notation in genetic code

Jedną z technologicznych możliwości otrzymywania za pomocą takiego zapisu produktu materialnego jest technologia lepkiej matrycy przedstawiona na rys. 12.



Rys. 12. Technologia lepkiej matrycy
 Fig. 12. Technology of sticky matrix

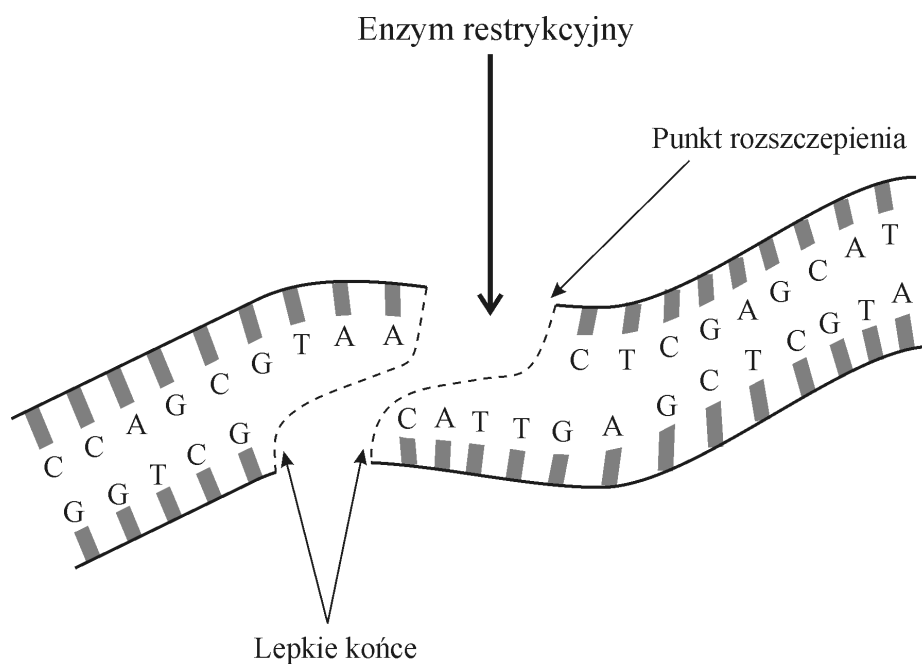
Podstawą technologii lepkiej matrycy jest to, że zapis według kodu genetycznego to nie tylko wskazanie miejsca, gdzie ma się znaleźć odpowiednia molekula aminokwasu, ale i takie molekularne ukształtowanie powierzchni tego miejsca, że staje się ono przylepne dla oznaczonej molekuly aminokwasu. Stąd też rozwijane są laboratoryjne metody uzyskiwania obrazów powierzchni. Jedną z nich jest rozpoznawanie powierzchni metodą tunelowania przedstawioną na rys. 13.



Rys. 13. Struktura układu rozpoznawania powierzchni metodą tunelowania

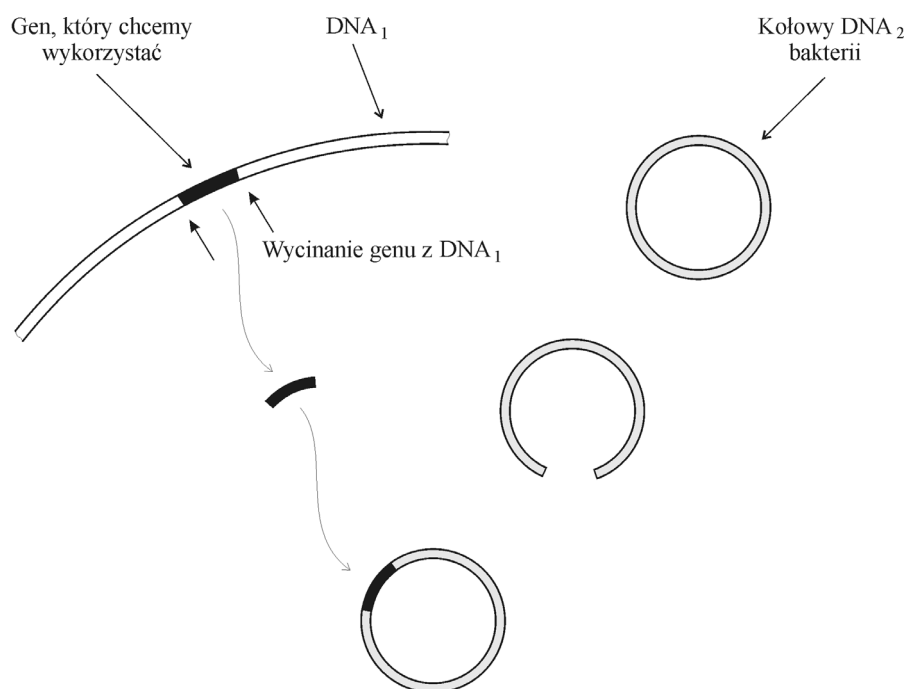
Fig. 13. Surface analysis using the tunnel effect

Uzyskana dotąd wiedza o molekularnych procesach zapisywania, przekształcania i przekazywania danych pozwoliła na podjęcie udanych prób ingerencji w te procesy, tak jak to ilustrują rys. 14, rys. 15, i rys. 16.

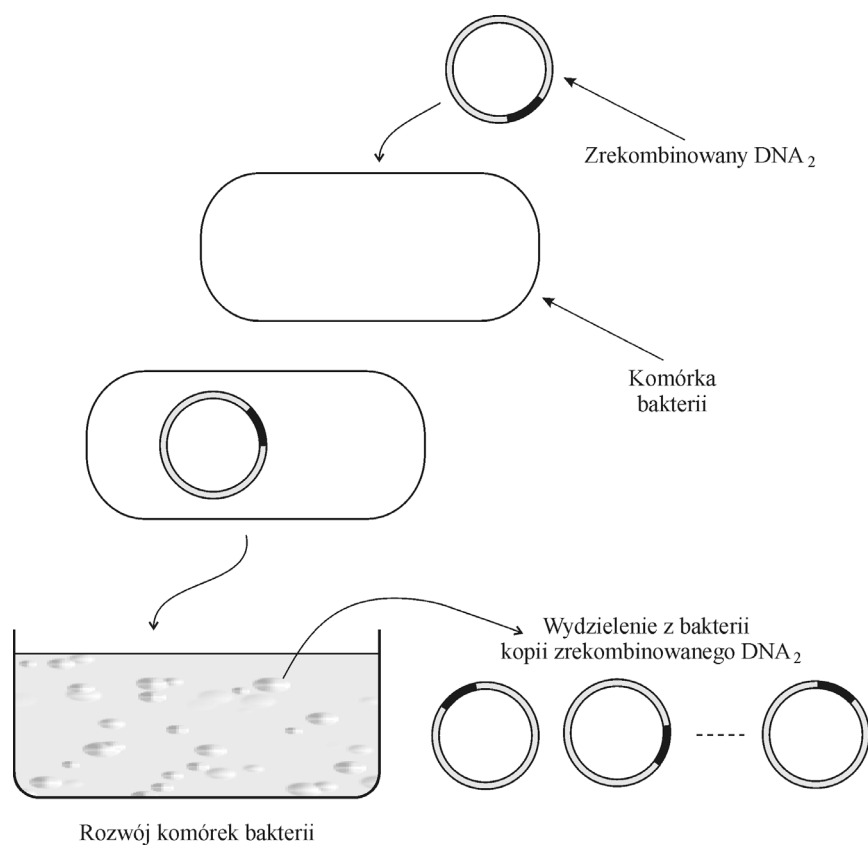


Rys. 14. Rozcinanie łańcucha DNA

Fig. 14. Slit of DNA chain



Rys. 15. Klonowanie genu wyciętego z DNA₁ w DNA₂
Fig. 15. Cloning of the gene chosen from DNA₁ in DNA₂



Rys. 16. Klonowanie obcych genów strukturalnych w komórkach gościnnych
Fig. 16. Cloning structural genes in hospitable cells

Przeprowadzane są też próby laboratoryjnej syntezy całego łańcucha DNA. Staje się więc coraz bardziej możliwe znalezienie odpowiedzi na nurtujące podstawowe pytanie.

Czy dla powstania życia wystarcza odpowiednia realizacja procesów fizykochemicznych, czy niezbędne jest jeszcze wystąpienie niemieszczącej się w klasycznym zbiorze zjawisk fizykochemicznych zjawiska siły witalnej, którą komórka matka przekazuje po swym podziale komórkom potomnym.

BIBLIOGRAFIA

1. Morris D.G.: Stereochemistry. The Royal Society of Chemistry, 2001.
2. Węgrzyn S.: Nanosystems of Informatics. International Journal of Systems Science, Vol. 32, No. 12, 2001, s. 1389÷1397.
3. Znamirowski L.: Switching. VLSI Structures. Reprogrammable FPAA Structures. Nanostructures. ZN Pol. Śl. Studia Informatica, Vol. 25, No. 4A(60), Gliwice, 2004.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Stanisław Kozielski

Wpłynęło do Redakcji 2 listopada 2009 r.

Abstract

In the space surrounding us defined as macrospace, we can differentiate nanospaces, i.e. spaces directly surrounding atoms and molecules with at least one of their dimensions below 1 nm. Nanospaces are distinguished by certain peculiarities, including in particular:

- Discontinuities in variable relations, i.e. voltage and current.
- Non-occurrence of electromagnetic waves, i.e. through electron rotating around the nucleus in the atom.

The analysis of such peculiarities is related to the molecule structure forms and not only requires disclosing various atomic numbers a specific molecule consists of, but also their spacing.

In the process of molecular production necessary, this is related to the necessity of introducing information of the expected order of products into the set of molecules. One of the technologies enabling it is the sticky matrix technology and the so-called genetic code being formed for billions of years.

The paper includes discussions on operation that should be carried out on the molecular level so that object self-arrangement, self-replication and self-propagation phenomena could take place in the technical information systems, identical to the biological informatic systems.

Adres

Stefan WĘGRZYN: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16,
44-100 Gliwice, Polska.