



Дата рождения: 19 ноября 1931

Место рождения: Харьков

Дата смерти: 25 июля 1986 (54 года)

Страна:  СССР

Научная сфера: физика твердого тела

Место работы:

- Институт радиофизики и электроники АН УССР
- Харьковский университет

Альма-матер: Харьковский университет

Научный руководитель: И. М. Лифшиц

Известен как:

открыватель циклотронного резонанса и магнитного затухания Ландау в металлах

Сайт: <http://www.kaner.org/> 

*Институт радиофизики и электроника
АН Украины*

*Разнообразие форм
жизни и способы их
классификации*

Усатенко О.В.



Binary N -Step Markov Chains and Long-Range Correlated Systems

O. V. Usatenko and V. A. Yampol'skii

PHYSICAL REVIEW E **68**, 061107 (2003)

Symbolic stochastic dynamical systems viewed as binary N -step Markov chains

O. V. Usatenko* and V. A. Yampol'skii

A. Ya. Usikov Institute for Radiophysics and Electronics, Ukrainian Academy of Science, 12 Proskura Street, 61085 Kharkov, Ukraine

K. E. Kechedzhy and S. S. Mel'nyk

PHYSICAL REVIEW B **80**, 085420 (2009)

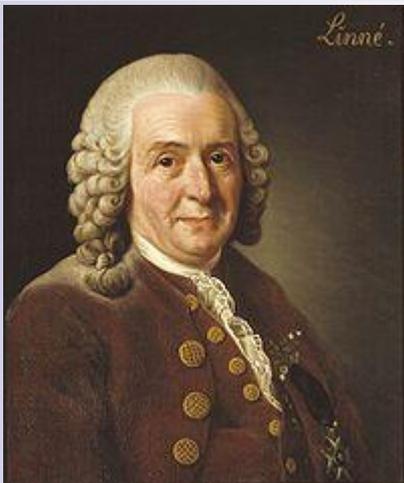
Inhomogeneous DNA: Conducting exons and insulating introns

A. A. Krokhin,^{1,*} V. M. K. Bagci,¹ F. M. Izrailev,² O. V. Usatenko,³ and V. A. Yampol'skii³

План

1. Проблема классификации
2. Где хранится наследственная информация?
3. ДНК, нуклеотиды, водородные связи
4. Интроны, экзоны, ген, геном
5. Рибосома, аминокислоты, кодоны, избыточность кода
6. Как строятся белки – идея Гамова
7. Сплайсинг
8. Симбиогенез или разнообразие наследственной информации?
9. Сколько генов нужно клетке?
10. Искусственный геном Вентера
11. Бактерии, Археи и Эукариоты- классификация Вёзе
12. Огрубление, корреляции и дисперсия
13. Электронная проводимость ДНК

Проблема классификации



Портрет Карла Линнея работы
Александра Рослина, 1775 год

1. Зачем это нужно ?
2. Таблица элементов Менделеева
3. Линней, Ламарк, Дарвин и другие
4. Сложность элементов жизни
5. Сколько видов существует?

Знаем $2 \cdot 10^6$ из 10 млн

и $\frac{3}{4}$ бактерий в нашем кишечнике не знаем.

В природе существует примерно 10^{12} белков (протеинов).

Из них известна структура только у 2500.

Не все химические элементы были известны

Менделеевым исправил атомные массы некоторых элементов (бериллия, индия, урана, тория, церия, титана, иттрия), несколько элементов разместил в своей системе вопреки принятым в то время представлениям об их сходстве с другими и оставил в таблице пустые клетки, где должны были разместиться пока не открытые элементы.

В 1875—1886 годах были открыты галлий (экаалюминий), скандий (экабор) и германий (экасилиций), для которых Менделеев, предсказал не только возможность их существования, но и целый ряд физических и химических свойств.

Где хранится наследственная информация?

Клетка живого организма содержит различные виды нуклеиновых кислот: ядерная, митохондриальная, пластидная, плазмидная, центриольная ДНК, матричная, транспортная, рибосомная РНК, и каждая из них несет информацию о строении и происхождении организма.

Митохондриальная ДНК передается преимущественно по материнской линии. Исследование митохондриальной ДНК в популяциях человека позволило вычислить «митохондриальную Еву», гипотетическую прародительницу всех живущих в настоящее время людей [2]. Митохондрии, подобно пластидам, являются полуавтономными органеллами. Они содержат компоненты, необходимые для синтеза собственных белков.

Плаزمиды - кольцевая внехромосомная ДНК, способная к автономной репликации.

Плазмиды, размеры которых варьируют от нескольких тысяч до сотен тысяч пар оснований, а число копий на клетку - от одной до нескольких сотен, способны к автономной (независимой от основной хромосомы) репликации и стабильно наследуются в ряду клеточных поколений. Плазмиды дают клеткам-хозяевам ощутимые селективные преимущества (устойчивость к антибиотикам, тяжелым металлам и т.п.), однако не проявляющимися в фенотипе клеток.

ДНК, нуклеотиды, водородные связи

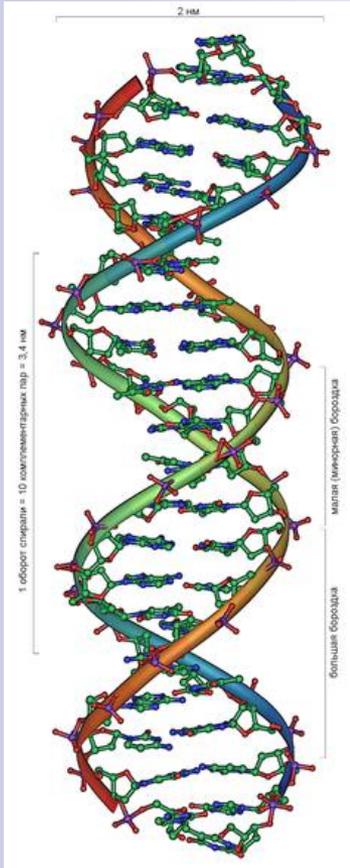
Остов каждой из цепей состоит из чередующихся фосфатов и сахаров.

На двойной спирали ДНК в промежутках между фосфатным остовом молекулы можно видеть рёбра оснований, кольца которых расположены в плоскости, перпендикулярной по отношению к продольной оси макромолекулы.

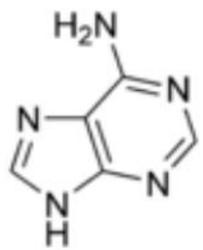
Эти две длинные цепи закручены одна вокруг другой в виде двойной спирали, стабилизированной водородными связями, образующимися между обращёнными друг к другу азотистыми основаниями входящих в неё цепей.

Большинство природных ДНК имеет двухцепочечную структуру, линейную (эукариоты, некоторые вирусы и отдельные роды бактерий) или кольцевую (прокариоты, хлоропласты и митохондрии).

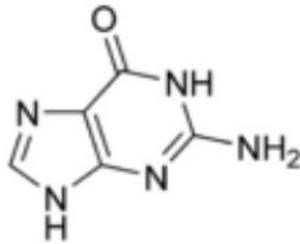
Чтобы воспроизвести информацию, содержащуюся в ДНК единственной клетки, даже самым мелким шрифтом (как в телефонных справочниках), понадобится тысяча 1000-страничных книг!



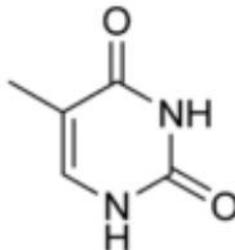
Интроны, экзоны, ген, геном



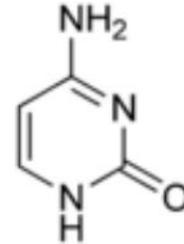
Аденин



Гуанин



Тимин



Цитозин

Пурины

Пиримидины

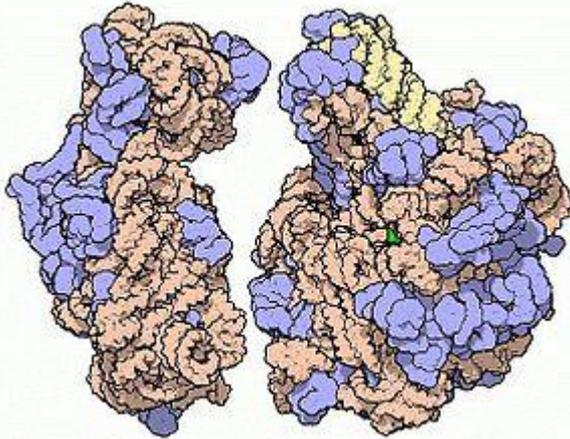
A G ≡ C T

В любой соматической клетке человека 23 пары хромосом. В каждой из них по одной молекуле ДНК. Длина всех 46 молекул почти 2 м.

У взрослого человека примерно 5×10^{13} клеток, так что общая длина молекул ДНК в организме 10^{11} км (почти в тысячу раз больше расстояния от Земли до Солнца). В молекулах ДНК одной клетки человека 3,2 млрд. пар нуклеотидов.

Сколько же всего генов, то есть последовательностей нуклеотидов, кодирующих белки, в ДНК человека? В 80-х годах полагали, что около 100 тыс., затем решили, что не более 80 тыс. В конце 1998 г. пришли к выводу, что в геноме человека 50-60 тыс. генов. На их долю приходится только 3% общей длины ДНК. Роль остальных 97% пока не ясна.

Рибосома, аминокислоты, кодоны



Молекулярная модель малой (слева) и большой (справа) субъединиц бактериальной рибосомы — молекулярной машины, синтезирующей белки.

Основной функцией рибосом является трансляция, то есть синтез белков.

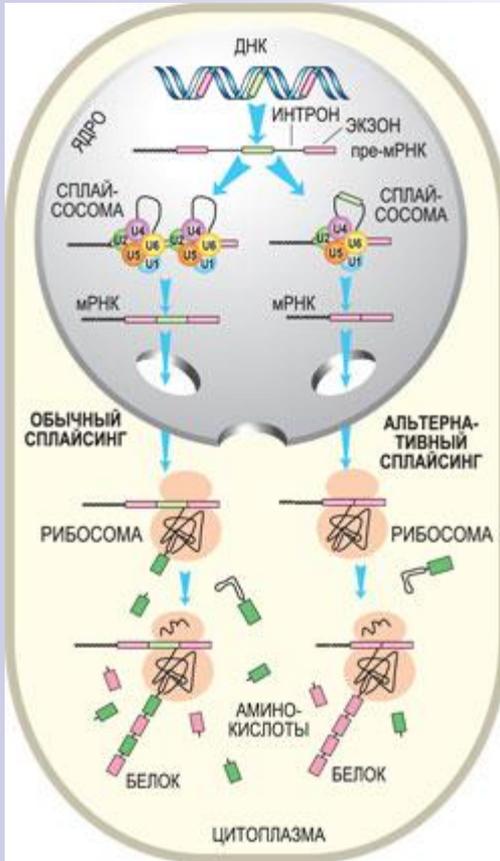
Каждая рибосома состоит из 2-х субъединиц, неравных размеров, формы и строения.

Транспортная РНК, тРНК — рибонуклеиновая кислота, функцией которой является транспортировка аминокислот к месту синтеза белка. тРНК также принимают непосредственное участие в наращивании полипептидной цепи, присоединяясь — будучи в комплексе с аминокислотой — к кодону мРНК и обеспечивая необходимую для образования новой пептидной связи конформацию комплекса.

Для каждой аминокислоты существует своя тРНК,

Как строятся белки – идея Гамова

ОПТЕНА К БЕЛКУ ЧЕРЕЗ СПЛАЙСИНГ



В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом, при синтезе в большинстве случаев используется 20 стандартных аминокислот.

Поскольку ДНК состоит из четырёх типов нуклеотидов, то общее число возможных кодонов равно 64; а так как в белках используется 20 аминокислот, то многие аминокислоты определяются более, чем одним кодоном.

Сплайсинг происходит в ядре клетки. Информация, хранящаяся в двойной цепочке ДНК, переписывается на молекулу РНК, называемую предшественницей матричной РНК (пре-мРНК). В молекуле пре-мРНК есть участки, кодирующие белок (экзоны), и участки, не содержащие информации о белке (интроны). Молекулярная „машина“, называемая сплайсосомой, вырезает интроны и сшивает вместе экзоны. Образуется молекула матричной РНК (мРНК), которая содержит информацию о белке. Через поры в мембране ядра молекулы мРНК выходят в цитоплазму и попадают в рибосому, где происходит синтез белка.

Сплайсинг

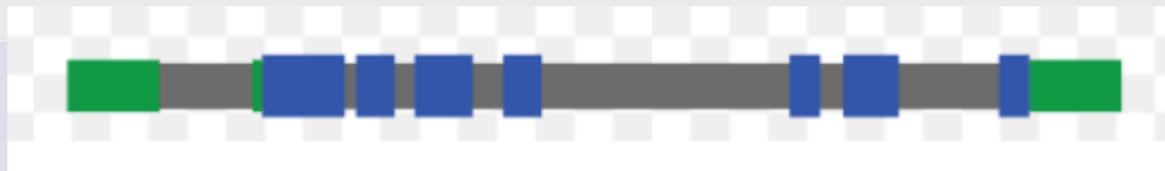
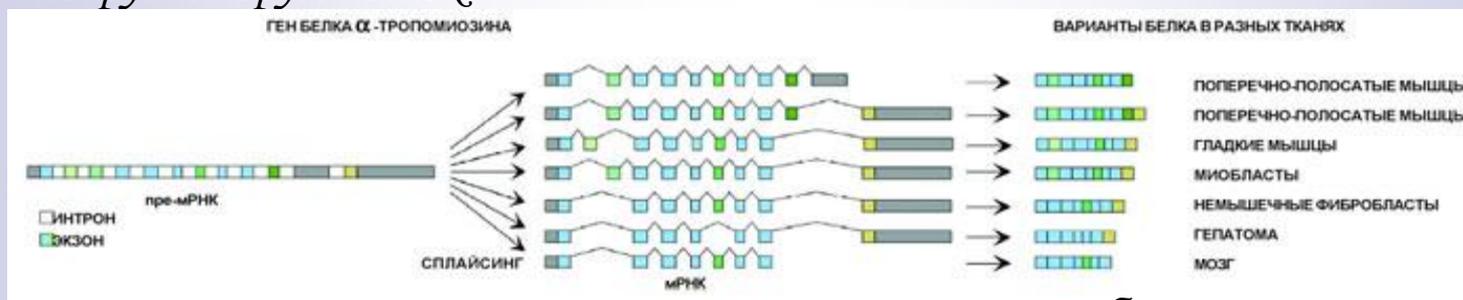


Схема расположения кодирующих белок (экзоны, синий цвет) и не кодирующих белок (интроны, серый цвет). Нетранслируемые области (зелёный) в гене человека CDK4

В клетке *E. coli* 3000 белков, у человека 300 тканей и 50000 белков. А сколько генов?

При альтернативном сплайсинге удаляются не только интроны, но и некоторые экзоны. В результате получается отличающийся вариант мРНК, на основе которой в рибосоме синтезируется другой белок.



Пример альтернативного сплайсинга у человека. Ген структурного белка тропомиозина даёт начало пяти разным вариантам этого белка, которые синтезируются в пяти разных тканях организма: скелетной мышце, гладкой мышце, фибробластах, печени и мозге.

Откуда пришла информация?

Еретические мысли о науке и обществе

Фримен Дайсон,

Институт перспективных исследований, Принстон, Нью-Джерси, США

Публичная лекция фонда «Династия», 23 марта 2009 года, Москва, ФИАН

К любым идеям, которые высказывает Карл Вёзе, даже чисто гипотетическим, нужно относиться серьезно.

Карл Вёзе приводит доказательства того, что дарвиновская эволюция началась не с самого момента возникновения жизни. Сравнение геномов древних групп живых организмов убедительно свидетельствует о том, что между ними происходил массивный перенос генетической информации. В древнейшие времена преобладал процесс, который он называет горизонтальным переносом генов. Причем чем дальше в прошлое, тем это преобладание сильнее.

Вёзе высказывает предположение о золотом веке до-дарвиновской жизни, когда горизонтальный перенос генов был всеобщим явлением, и отдельные виды еще не существовали. Жизнь в то время представляла собой сообщество клеток разного типа, которые делились друг с другом генетической информацией посредством вирусов, так что хитрые химические реакции и каталитические процессы, выработанные одним организмом, могли в итоге наследоваться всеми.

Эволюция был тогда общим делом, и всё сообщество шло по пути совершенствования эффективности обмена веществ и размножения, за счет того, что наиболее эффективные клетки делились своими генами с другими. Такая эволюция могла идти очень быстро, потому что новые химические уловки могли эволюционировать одновременно в клетках разного типа, работая параллельно, а затем объединяться в одной клетке за счет горизонтального переноса генов.

Но затем, в один черный день, некая клетка вроде примитивной бактерии оказалась на один прыжок впереди остальных. Эта клетка, предвосхищая то, что через три миллиарда лет сделал Билл Гейтс, отделилась от сообщества и отказалась делиться генами. Ее потомство стало первым видом, закрепив за собой интеллектуальную собственность для своего частного использования. Обладая большей, чем у других, эффективностью, оно продолжало плодиться и эволюционировать отдельно, в то время как клетки остального сообщества жили по-прежнему, делясь друг с другом.

Через несколько миллионов лет от сообщества отделилась еще одна клетка, которая образовала второй вид. И это продолжалось до тех пор, пока от сообщества ничего не осталось, за исключением, быть может, только вирусов, и всё живое оказалось разделенным на виды. Так началась дарвиновская интерлюдия.

Сколько генов нужно клетке?

До сих пор ученые полагали, что у нас может быть до 100 тысяч генов. Но, как выяснилось, эта цифра сильно завышена.

По новым данным, у человека 26-30 тысяч генов. Это всего в два раза больше генного набора червей или мух, и лишь немногим превышает количество генов у полевой мыши.

Крэг Вентер - в "генетике человека нет ничего фиксированного". И нельзя сказать, что определенный ген отвечает, например, за ту или иную аномалию в организме человека. Гены, судя по всему, работают в тесной взаимосвязи друг с другом. Информация как бы распределена между ними.

А каково минимальное количество генов необходимо клетке (микроорганизму)?

Искусственный геном Вентера



Крейг Вентер

2007 год. Американские ученые провели первую в мире успешную операцию по пересадке целого генома от одного вида бактерий к другому. В результате микробы приобрели все свойства того вида, чей геном был им пересажен.

2010 год. Сотрудники института Крейга Вентера (J. Craig Venter Institute) сообщили об успешном создании первых микроорганизмов с искусственным геномом. Собранный из химически синтезированных фрагментов ДНК геном взял под контроль живые бактериальные клетки, в которые его внедрили, после чего все их свойства стали соответствовать содержащимся в нём «инструкциям». Это достижение, на которое было потрачено 40 млн долларов и 15 лет работы, позволяет надеяться, что не за горами создание микробов с нужными человеку свойствами, в том числе эффективных производителей вакцин, антибиотиков и дешевого топлива.

Классификация Вёзе

На основании исследования гомологического соответствия между нуклеотидами молекул 16S рРНК различных организмов, Карлом Вёзе в 1990 году [1] был предложен новый трёхдоменный способ классификации живого.

Им были выделены три домена (или Надцарства): Бактерии (*Bacteria*), Археи (*Archaea*) и Эукариоты (*Eucaryota*). Большинство биологов принимает эту систему доменов, однако значительная часть продолжает использовать пятицарственное деление.

Одной из главных особенностей трёхдоменного метода является разделение археев (*Archaea*) и бактерий (*Bacteria*), которые ранее были объединены в царство бактерий. Существует также малая часть учёных, добавляющих археев в виде шестого царства, но не признающих домены.

В биологической систематике *n* (или иногда *надцарство*) — самый верхний уровень (ранг) группировки организмов в системе, включающий в себя одно или несколько царств.

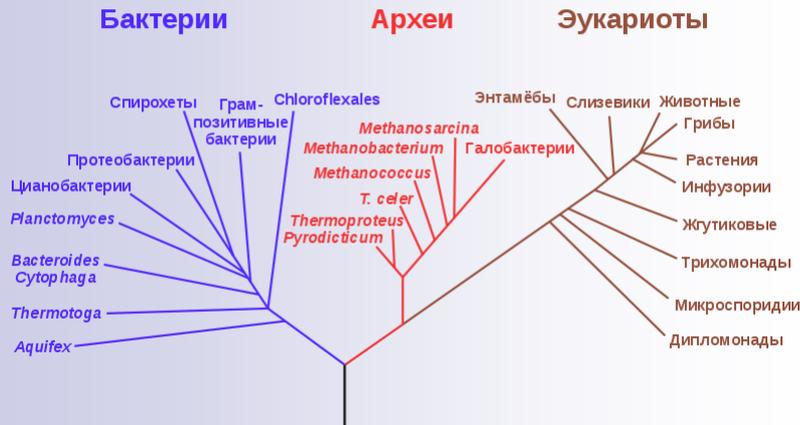
Классификация Вёзе

Бактерии, Археи и Эукариоты-

рии (эубактерии (Eubacteria), др.-греч. βακτηρίον — палочка) — надцарство прокариотных (безъядерных) микроорганизмов, чаще всего одноклеточных.

Бактерии наряду с археями были одними из первых живых организмов на Земле, появившись около 3,9—3,5 млрд лет назад.

Филогения живых организмов



Эукариоты возникли в результате симбиогенеза из бактериальных клеток намного позже: около 1,9—1,3 млрд лет назад.

16S рРНК содержит 1500 нуклеотидов. Эта молекула оказалась очень удобной для сравнения нуклеотидных последовательностей и определения родства. Оказалось, что по молекулярным данным все организмы делятся на три основные группы — археи (архебактерии), бактерии (эубактерии) и эукариоты. Построенное на основании этих данных филогенетическое древо Карл Вёзе издал в 1985 году.

Огрубление, корреляции и дисперсия

$$k_i(L) = \sum_{l=1}^L a_{i+l}, \quad D(L) = \overline{k^2} - \bar{k}^2, \quad \bar{k} = L\bar{a} \quad Pk = \frac{1}{2} + \mu\left(1 - \frac{2k}{N}\right)$$

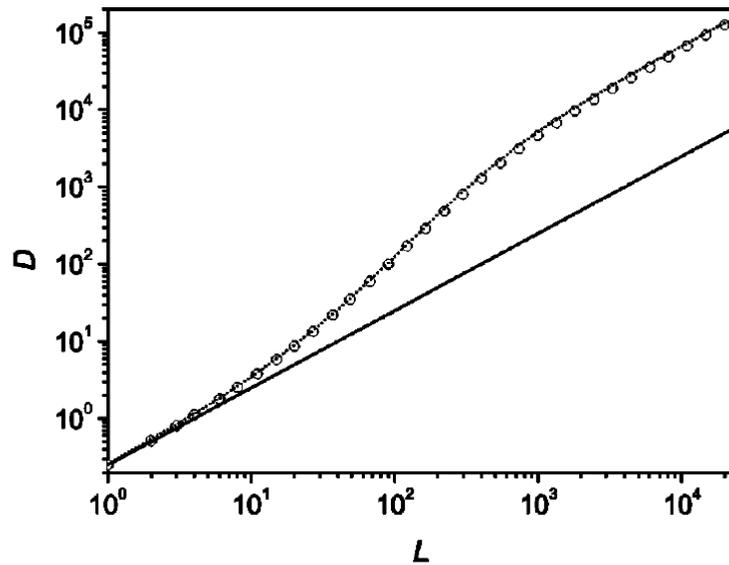


FIG. 5. The numerical simulation of the dependence $D(L)$ for the generated sequence with $N=100$ and $\mu=0.4$ (circles). The dotted line is the plot of function Eq. (71) with the same values of N and μ . The solid line describes the noncorrelated Brownian diffusion, $D(L)=L/4$.

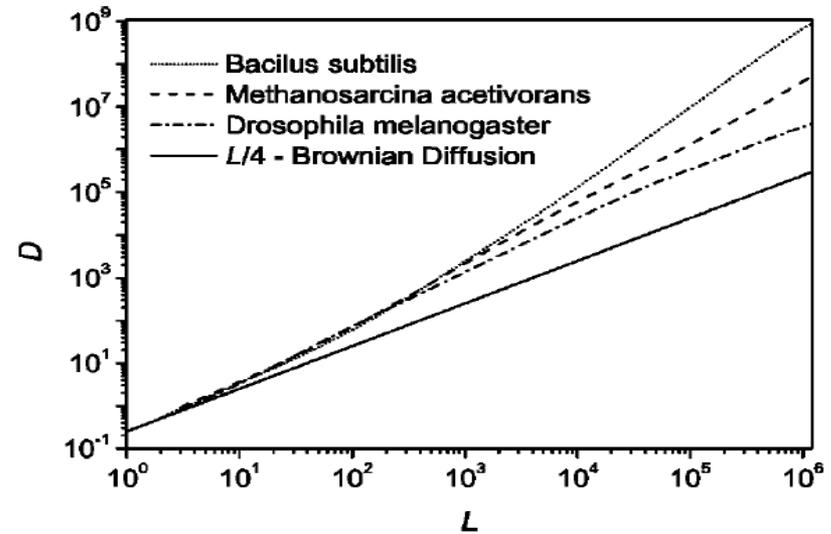
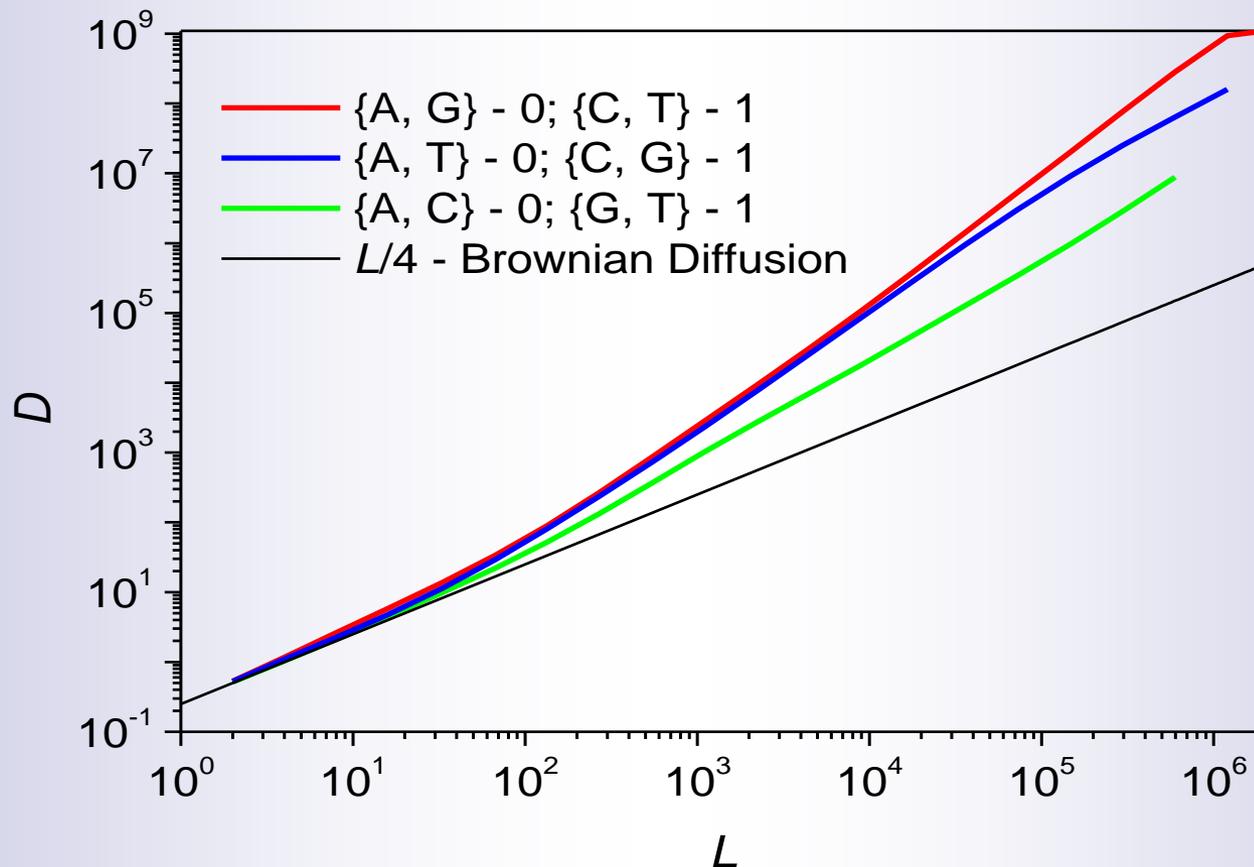
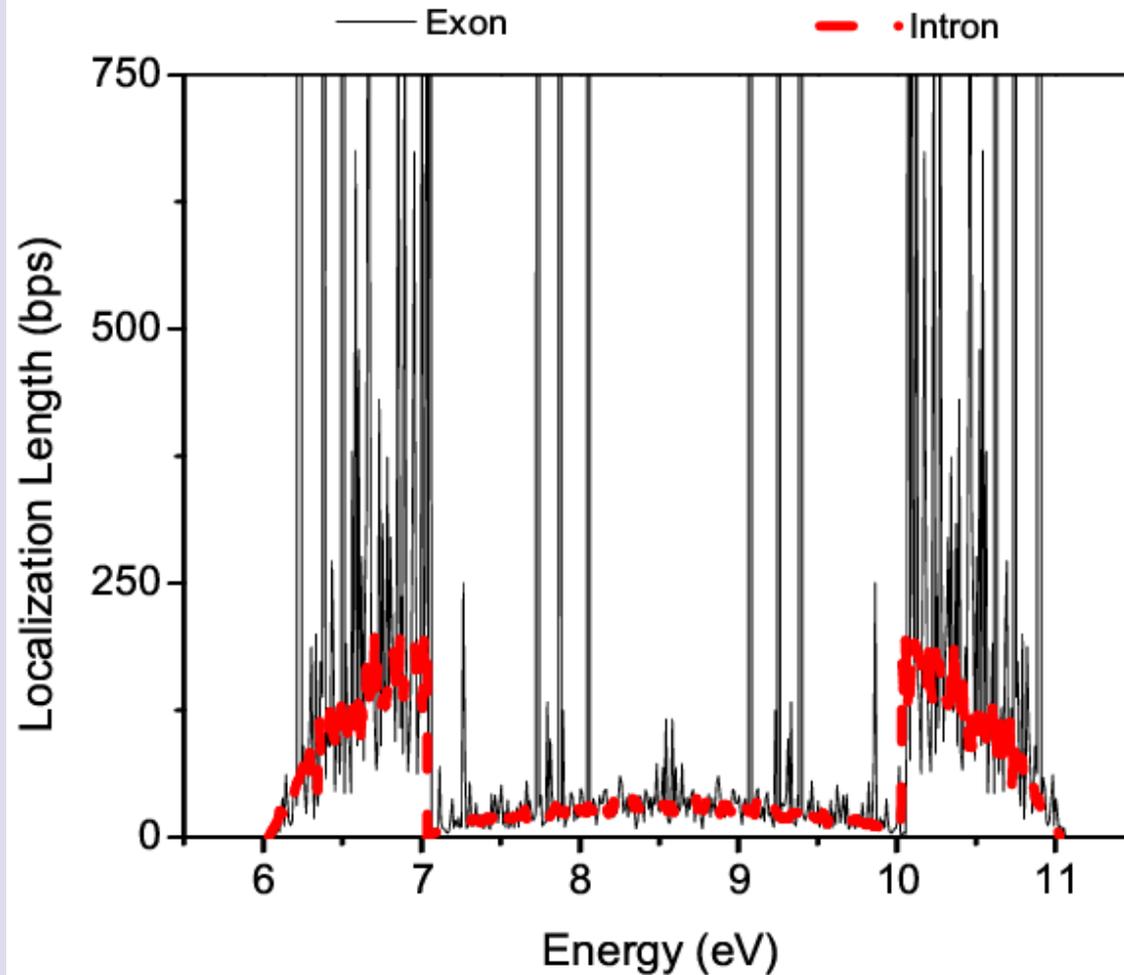


FIG. 13. The dependence $D(L)$ for the coarse-grained DNA texts of *Bacillus subtilis*, complete genome, the Bacteria (dotted line); *Methanosarcina acetivorans*, complete genome, the Archaea (dashed line); *Drosophila melanogaster* chromosome X, complete sequence, the Eukarya (dash-dotted line) for the mapping $\{A,G\} \rightarrow 0$, $\{C,T\} \rightarrow 1$. The solid line describes the noncorrelated Brownian diffusion, $D(L)=L/4$.

The dependence $D(L)$ for the coarse-grained DNA text of *Bacillus subtilis*, complete genome, for three nonequivalent kinds of mapping.



Электронная проводимость ДНК





Дата рождения: 19 ноября 1931

Место рождения: Харьков

Дата смерти: 25 июля 1986 (54 года)

Страна:  СССР

Научная сфера: физика твердого тела

Место работы:

- Институт радиофизики и электроники АН УССР
- Харьковский университет

Альма-матер: Харьковский университет

Научный руководитель: И. М. Лифшиц

Известен как:

открыватель циклотронного резонанса и магнитного затухания Ландау в металлах

Сайт: <http://www.kaner.org/> 