

# БИОСФЕРА

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНЫЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЖУРНАЛ  
ПО ПРОБЛЕМАМ ПОЗНАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОСФЕРЫ  
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕЕ РЕСУРСОВ

Том 7  
№ 2

Санкт-Петербург  
2015



# BIOSPHERE

INTERDISCIPLINARY JOURNAL OF BASIC AND APPLIED SCIENCES  
DEDICATED TO COMPREHENSION AND PROTECTION OF THE BIOSPHERE  
AND TO USAGE OF RESOURCES THEREOF

Vol. 7  
No. 2  
Saint Petersburg  
2015

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

<i>Президент Фонда научных исследований «XXI век»:</i>	<b>А.И. Новиков</b>	(Санкт-Петербург)
<i>Главный редактор:</i>	<b>Э.И. Слепян</b>	(Санкт-Петербург)
<i>Заместитель главного редактора:</i>	<b>А.Г. Голубев</b>	(Санкт-Петербург)

### РОССИЙСКОЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

**В.Н. Большаков** (Екатеринбург)  
**Г.Г. Онищенко** (Москва)  
*Почетные члены редакционной коллегии*

<b>Т.Г. Авдеева</b> (Москва)	<b>Л.А. Ильин</b> (Москва)	<b>В. Реген</b> (Санкт-Петербург)
<b>А.В. Адрианов</b> (Владивосток)	<b>А.С. Исаев</b> (Москва)	<b>Г.С. Розенберг</b> (Тольятти)
<b>С.М. Алексеев</b> (Москва)	<b>Г.А. Исаченко</b> (Санкт-Петербург)	<b>Р.Б. Рыбаков</b> (Москва)
<b>В.Р. Болов</b> (Москва)	<b>А.И. Кривченко</b> (Санкт-Петербург)	<b>В.Б. Сапунов</b> (Санкт-Петербург)
<b>Л.Я. Боркин</b> (Санкт-Петербург)	<b>Л.А. Кудерский</b> (Санкт-Петербург)	<b>А.В. Селиховкин</b> (Санкт-Петербург)
<b>Ю.С. Васильев</b> (Санкт-Петербург)	<b>А.П. Кудрявцев</b> (Москва)	<b>Г.А. Софронов</b> (Санкт-Петербург)
<b>Э.М. Галимов</b> (Москва)	<b>Ю.К. Новожилов</b> (Санкт-Петербург)	<b>С.А. Степанов</b> (Москва)
<b>В.И. Данилов-Данильян</b> (Москва)	<b>Н.Н. Марфенин</b> (Москва)	<b>М.Д. Уфимцева</b> (Санкт-Петербург)
<b>Ю.Ю. Дгебуадзе</b> (Москва)	<b>В.И. Осипов</b> (Москва)	<b>М.А. Федонкин</b> (Москва)
<b>В.А. Драгавцев</b> (Санкт-Петербург)	<b>Г.В. Осипов</b> (Москва)	<b>М.П. Федоров</b> (Санкт-Петербург)
<b>Г.В. Жижин</b> (Санкт-Петербург)	<b>К.М. Петров</b> (Санкт-Петербург)	<b>М.В. Флинт</b> (Москва)
<b>М.Ч. Залиханов</b> (Москва)	<b>Ю.А. Рахманин</b> (Москва)	<b>А.И. Фокин</b> (Москва)
<b>И.А. Захаров-Гезехус</b> (Москва)		<b>В.Т. Ярмишко</b> (Санкт-Петербург)

### МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

<b>И. Алитало</b> (Финляндия)	<b>О. Голуша</b> (Чехия)	<b>А. Петков</b> (США)
<b>Я. Бадридзе</b> (Грузия)	<b>Ч. Дугаржав</b> (Монголия)	<b>А. Рафиков</b> (Узбекистан)
<b>Д. Беккулова</b> (Киргизия)	<b>Ю. Канн</b> (Эстония)	<b>Э. Рохинсон</b> (США)
<b>О. Брейдбах</b> (Германия)	<b>А. Карабанов</b> (Беларусь)	<b>А. Сагателян</b> (Армения)
<b>С. Вассер</b> (Израиль)	<b>М. Клявинш</b> (Латвия)	<b>С. Сагторов</b> (Таджикистан)
<b>Р. Гаглов</b> (Южная Осетия)	<b>В. Контримавичус</b> (Литва)	<b>Ф. Фурдуй</b> (Молдавия)
<b>Ф. Гаджи-заде</b> (Азербайджан)	<b>А. Мелдебеков</b> (Казахстан)	<b>О. Чертов</b> (Германия)
<b>М. Гашкова</b> (Чехия)	<b>З. Миквабия</b> (Абхазия)	<b>В. Чехун</b> (Украина)
<b>М. Голубовский</b> (США)	<b>Я. Олексин</b> (Польша)	<b>П. Эсенов</b> (Туркменистан)

*Верстка:* Т.А. Слащева  
*Корректор:* Н.А. Натарова

*Администратор сайта:* Е.А. Говорушко  
*Логотип:* О.Г. Бурова

*Адрес редакции:* 197110, Санкт-Петербург, Большая Разночинная ул., д. 28; *Тел./факс:* (812) 415-41-61  
*Эл. почта:* biosphaera@21mm.ru

*Электронная версия:* <http://www.biosphere21century.ru> (ISSN 2077-1460)

## EDITORIAL BOARD

*President of XXI Century Research Foundation*

*Editor-in-Chief*

*Deputy Editor-in-Chief*

**A.I. Novikov**

**E.I. Slepyan**

**A.G. Golubev**

(Saint-Petersburg)

(Saint-Petersburg)

(Saint-Petersburg)

### RUSSIAN REPRESENTATION

**V.N. Bolshakov** (Yekaterinburg)

**G.G. Onischenko** (Moscow)

*Honorary Members of the Editorial Board*

**T.G. Avdeyeva** (Moscow)

**A.V. Adrianov** (Vladivostok)

**S.M. Alexeyev** (Moscow)

**V.R. Bolov** (Moscow)

**L.Ya. Borkin** (Saint-Petersburg)

**Yu.S. Vasiliyev** (Saint-Petersburg)

**E.M. Galimov** (Moscow)

**V.I. Danilov-Daniliyan** (Moscow)

**Yu.Yu. Dgebuadze** (Moscow)

**V.A. Dragavtsev** (Saint-Petersburg)

**G.V. Zhizhin** (Saint-Petersburg)

**M.Ch. Zalikhanov** (Moscow)

**I.A. Zakharov-Gezhus** (Moscow)

**L.A. Ylyin** (Moscow)

**A.S. Isayev** (Moscow)

**G.A. Isachenko** (Saint-Petersburg)

**A.I. Krivchenko** (Saint-Petersburg)

**L.A. Kuderskiy** (Saint-Petersburg)

**A.P. Kudriavtsev** (Moscow)

**Yu. K. Novozhilov** (Saint-Petersburg)

**N.N. Marfenin** (Moscow)

**V.I. Osipov** (Moscow)

**G.V. Osipov** (Moscow)

**K.M. Petrov** (Saint-Petersburg)

**Yu. A. Rakhmanin** (Moscow)

**V. Regen** (Saint-Petersburg)

**G.S. Rosenberg** (Togliatti)

**R.B. Rybakov** (Moscow)

**V.B. Sapunov** (Saint-Petersburg)

**A.V. Selikhovkin** (Saint-Petersburg)

**G.A. Sofronov** (Saint-Petersburg)

**S.A. Stepanov** (Moscow)

**M.D. Ufimtseva** (Saint-Petersburg)

**M.A. Fedonkin** (Moscow)

**M.P. Fedorov** (Saint-Petersburg)

**M.V. Flint** (Moscow)

**A.I. Fokin** (Moscow)

**V.T. Yarmishko** (Saint-Petersburg)

### FOREIGN REPRESENTATION

**I. Alitalo** (Finland)

**Ya. Badridze** (Georgia)

**D. Bekkulova** (Kyrgyzstan)

**O. Breidbach** (Germany)

**S. Wasser** (Israel)

**R. Gagloev** (South Ossetia)

**F. Gadzhi-zade** (Azerbaijan)

**M. Haškova** (Czechia)

**M. Golubovsky** (USA)

**O. Holuša** (Czechia)

**Ch. Dugarjav** (Mongolia)

**U. Kann** (Estonia)

**A. Karabanov** (Belarus)

**M. Klavinsh** (Latvia)

**V. Kontrimavichus** (Lithuania)

**A. Meldybekov** (Kazakhstan)

**Z. Mikvabiya** (Abkhazia)

**J. Oleksyn** (Poland)

**A. Petkov** (USA)

**A. Rafikov** (Uzbekistan)

**E. Rokhinson** (USA)

**A. Sagatelian** (Armenia)

**S. Sattorov** (Tadjikistan)

**F. Furdud** (Moldova)

**O. Chertov** (Germany)

**V. Chekhun** (Ukraine)

**P. Esenov** (Turkmenistan)

*Layout: T.A. Slascheva*

*Proofreading: N.A. Natarova*

*WWW site administrator: E.A. Govorushko*

*Logotype: O.G. Burova*

*Address: 28 Bolshaya Raznochinnaya, 197110, Saint Petersburg, Russia*

*Phone/fax: +7(812)415-41-61; E-mail: biosphaera@21mm.ru*

*Online version: <http://www.biosphere21century.ru> (ISSN 2077-1460)*

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

<u>СОДЕРЖАНИЕ</u>	<u>.....IV.....</u>	<u>CONTENTS</u>
<b>ТЕОРИЯ</b>		<b>THEORY</b>
РАЗМЕРНОСТЬ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ Г.В. Жижин	.....149.....	THE DIMENSIONALITY OF SUPRAMOLECULAR COMPOUNDS G.V. Zhizhin
ЭВОЛЮЦИЯ ПАРАДИГМ НАСЛЕДОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ И ИХ ВЕДУЩАЯ РОЛЬ В СОЗДАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В.А. Драгавцев, С.И. Малецкий	.....155.....	THE EVOLUTION OF PARADIGMS OF HEREDITY AND DEVELOPMENT AND THEIR LEADING ROLE IN DESIGNING OF INNOVATIVE BREEDING TECHNOLOGIES V.A. Dragavtsev, S.I. Maletskiy
<b>ПРАКТИКА</b>		<b>PRACTICE</b>
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНЕ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ «СОЮЗ» НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО УРАЛА В.Н. Большаков, И.А. Кузнецова	.....169.....	ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE AREA OF FALLING OF THE DETACHABLE PARTS OF CARRIER ROCKET SOYUZ IN NORTHERN URALS V.N. Bolshakov, I.A. Kuznetsova
ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ БАШКИРСКОГО ЗАУРАЛЬЯ М.Г. Опекунова, В.В. Сомов, Ю.С. Сокульская, С.Ю. Кукушкин, Л.Ю. Цапарина, Э.Э. Папьян	.....181.....	THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE ELEMENT COMPOSITION OF PLANT SPECIES IN BASHKIRIAN TRANSURAL REGION M.G. Opekunova, V.V. Somov, Yu.S. Sokulskaya, S.Yu. Kukushkin, L.Yu. Tsaparina, E.E. Papian
БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА М.И. Янкевич, В.В. Хадеева, В.П. Мурыгина	.....199.....	BIOREMEDIATION OF SOILS: YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW M.I. Yankevich, V.V. Khadeyeva, V.P. Murygina
<b>ПРИРОДА</b>		<b>NATURE</b>
БОРЩЕВИКИ (род <i>Heracleum</i> L.): PRO ET CONTRA К.Г. Ткаченко	.....209.....	GIANT HOGWEEDS (GENUS <i>HERACLEUM</i> L.): PRO ET CONTRA K.G. Tkachenko
<b>ОБЩЕСТВО</b>		<b>SOCIETY</b>
ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ БИОСФЕРЫ Г.Г. Оганезова	.....220.....	THE LEGAL FOUNDATIONS OF THE BIOSPHERE G.H. Oganezova
<b>ЗДРАВООХРАНЕНИЕ</b>		<b>PUBLIC HEALTH</b>
ИНФЕКЦИЯ <i>HELICOBACTER PYLORI</i> – ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ А.Б. Жебрун	.....227.....	HELICOBACTER PYLORI INFECTION AS A GLOBAL HEALTH-CARE PROBLEM A.B. Zhebrun
НАУКА О ЛЕКАРСТВЕННЫХ ШЛЯПОЧНЫХ ГРИБАХ: СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ, ДОСТИЖЕНИЯ, ДОКАЗАТЕЛЬСТВА И ВЫЗОВЫ С.П. Вассер	.....238.....	MEDICINAL MUSHROOM SCIENCE: CURRENT PROSPECTS, ADVANCES, EVIDENCES, AND CHALLENGES S.P. Wasser
<b>НАСЛЕДИЕ</b>		<b>HERITAGE</b>
А.С. ФАМИНЦЫН И В.И. ВЕРНАДСКИЙ: СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ, ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ К.В. Манойленко	.....249.....	A.S. FAMINTSYN AND V.I. VERNADSKY: THEIR JOINT PROJECT AND ITS REALIZATION K.V. Manoylenko
ПЕРВЫЙ КЛАСТЕР ВУЗОВ РОССИИ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Ю.С. Васильев	.....255.....	THE FIRST CONSORTIUM OF RUSSIAN COLLEGES INVOLVED IN ENVIRONMENTAL PROTECTION Yu.S. Vasil'yev
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>		<b>APPENDICES</b>
Сведения об авторах	.....i.....	Author references

**Журнал «Биосфера»**  
входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов,  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты  
диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

**Правила подачи, оформления и рассмотрения рукописей**  
см. на сайте журнала <http://biosphere21century.ru>

# РАЗМЕРНОСТЬ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Г.В. Жижин

Участник проекта «Сколково» ООО «АДАМАНТ», Санкт-Петербург, Россия

Эл. почта: genzhizhin@gmail.com

Статья поступила в редакцию 17.03.2015; принята к печати 13.05.2015

Рассмотрены геометрические особенности супрамолекулярных соединений, важных для функционирования живых систем. Показано, что они имеют размерность больше 3.

**Ключевые слова:** супрамолекулярные соединения, размерность, политоп, гемоглобин, хлорофилл.

## THE DIMENSIONALITY OF SUPRAMOLECULAR COMPOUNDS

G.V. Zhizhin

ООО «ADAMANT» participant in the Project «Skolkovo», Saint Petersburg, Russia

E-mail: genzhizhin@gmail.com

The geometric features of supramolecular compounds known to be important for biological systems are considered to show that the dimensionality of the compounds is higher than three.

**Keywords:** supramolecular compounds, dimensionality, polytope, hemoglobin, chlorophyll.

### ВВЕДЕНИЕ

Впервые термин «супрамолекулярная химия» был введен в 1978 г. лауреатом Нобелевской премии Жан-Мари Леном и определен как «химия за пределами молекулы, описывающая сложные образования, которые являются результатом ассоциаций двух (или более) химических частиц, связанных вместе межмолекулярными силами» [9]. Супрамолекулярные соединения представляют собой сложные конструкции заданной архитектуры. Они строятся самопроизвольно из комплементарных компонентов. Среди этих компонентов выделяются «хозяин» — большая молекула, имеющая внутреннюю полость, и «гость» — соединение, помещаемое в эту полость. Истоки супрамолекулярной химии лежат в химии живых организмов [3]. Супрамолекулярные хозяева в биологической химии — это рецепторные участки ферментов, ионов, антител иммунной системы, а гости — это субстраты, ингибиторы, медицинские препараты. Молекулярно-биологические системы — это совершенные супрамолекулярные соединения, обладающие способностью к распознаванию, самосборке и самоорганизации. Моделирование процессов в таких системах имеет большое значение для понимания этих процессов и возможностей их использования в медицинских целях.

В настоящее время супрамолекулярные соединения делятся на два класса в зависимости от соотношений между молекулами хозяина и гостя [6]. *Кавитанды* могут быть описаны как хозяева с внутримолекулярными полостями, способные связывать гостя внутри этих полостей. *Клатранды* — хозяева с межмолекулярными полостями. Агрегат хозяин-гость, образованный кавитандом, называют *кавитатом*, а клатранды образуют *клатраты*. В современной литературе наблюдается тенденция называть все эти соединения словом *комплекс*.

Для того чтобы хозяин мог связывать гостя, он должен иметь центры связывания с подходящими

электронными характеристиками (полярность, эффективность донора и т. д.). Более того, центры связывания должны быть размещены в молекуле хозяина таким образом, чтобы обеспечить их взаимодействие с гостем. Если хозяин удовлетворяет всем этим требованиям, то говорят, что он комплементарен гостю. Супрамолекулярная химия начиналась с изучения связывания катионов металлов макроциклическими лигандами, называемых *криптандами*. Криптанты совместно с ионами металлов образуют очень прочные комплексы *криптаты*, в которых ион металла прочно экранируется окружающими атомами акцептора (хозяина).

При рассмотрении молекул с внутренними полостями по умолчанию полагают, что они суть трехмерные образования [3]. Однако в работах автора [2, 15], например, было доказано, что молекула адамантана  $C_{10}$  с достаточно большой внутренней полостью имеет размерность 4. Доказательство проводилось с помощью построения сечений политопа на 10 атомах углерода как вершинах политопа с учетом естественного расположения атомов углерода в элементарной ячейке алмаза и естественно возникающих при этом построении. При таком подходе оказалось, что числа элементов различной размерности удовлетворяют уравнению Эйлера [11, 8] для политопа размерности 4. Существование локальной области с размерностью пространства, отличной от размерности окружающего пространства, не противоречит принципам неевклидовой геометрии, допускающей существование неоднородного пространства [1, 4]. Известно определение выпуклого политопа как пересечения конечного числа полупространств [8, 14]. Причем существенным в этом определении является условие ограниченности политопа как выпуклой оболочки конечного числа точек, называемых вершинами политопа. Однако данное определение политопа как ограниченного многообразия точек получено с помощью введения бесконечных полупространств.



В этом можно видеть противоречие данного определения. По Б. Риману [4]  $n$ -мерный политоп как  $n$ -мерная протяженность определяется без введения бесконечных пространств. Даже более того, бесконечность пространства явно противоречит представлениям Б. Римана о  $n$ -мерной протяженности. При ее определении Б. Риман изначально рассматривает некоторую конечную область, и в качестве признака  $n$ -мерности многообразия положение на этом многообразии характеризуется изменением  $n$  одномерных (простых) протяженных величин. Далее мы будем придерживаться определения геометрических фигур  $n$ -мерной протяженности согласно с Б. Риманом. При рассмотрении структуры политопа как ограниченного многообразия будем использовать результаты более поздних исследований [7, 8, 10, 13] и др. Так как политоп любой конечной размерности есть ограниченное многообразие точек, то можно ввести понятие о границе многообразия этих точек так же, как в топологии вводится понятие о границе множества точек  $A$  [5]. Согласно этому определению, точка  $n$ -мерного множества  $A$  называется граничной, если ее окрестность имеет как точки множества  $A$ , так и точки, не принадлежащие множеству  $A$  (внешние по отношению к множеству  $A$ ). С учетом того, что мы рассматриваем  $n$ -мерное многообразие, такому определению граничных точек соответствуют прежде всего точки двумерных граней политопов. Это определение граничных точек не следует смешивать с определением граничного комплекса политопа, введенного Б. Грюнбаумом [8], которое включает все грани политопа размерности  $n - 1$  и меньше. Таким образом, в качестве границы  $n$ -мерного политопа мы можем рассматривать замкнутую совокупность двумерных граней, с одной стороны которой расположены внешние точки, а с другой стороны – внутренние точки политопа как множества точек. Причем, отказавшись от использования полубесконечных пространств при определении политопа, мы и внешние к данному политопу точки не обязаны рассматривать до бесконечности, то есть внешняя область может быть как конечной, так и бесконечной. Кроме того, в соответствии с этим определением размерность непрерывного множества внешних точек не обязана быть равной размерности множества точек политопа. Это важно, так как множество внешних точек, в частности, может характеризоваться изменением одномерных величин в количестве меньшем, чем  $n$ . В этом и будет состоять гетерогенность пространства в противуположность представлениям геометрии Евклида.

В данной работе в рамках изложенных представлений рассматриваются супрамолекулярные соединения, имеющие в своем составе молекулы с большими полостями, и определяется их размерность. Решение вопроса о размерности супрамолекулярных соединений неразрывно связано с важнейшим понятием в химии супрамолекулярных соединений – с комплементарностью их компонентов.

### Способ вычисления размерности супрамолекулярных соединений

Супрамолекулярные соединения характеризуются, как правило, большим количеством атомов, входящих в соединения. Однако только некоторые атомы, составляющие относительно небольшую часть

всех атомов, соединены ковалентной химической связью. Остальные атомы связаны слабыми связями (водородными, электростатическими и т. д.). Эти связи мало стабильны и, подстраиваясь под особенности молекулы гостя, служат для дополнительного скрепления атомов хозяина и гостя. При определении размерности пространства, ограниченного оболочкой множества точек, являющихся атомами, необходимо соединить эти точки ребрами. Чем больше вершин, тем больше размерность пространства политопа с вершинами в атомах соединения. Действительно, если соединить каждую вершину множества вершин со всеми остальными вершинами, то мы получим политоп, называемый симплекс. При этом размерность симплекса на единицу меньше числа вершин. Межмолекулярные силы вовлекают все новые и новые атомы в химическое соединение, распространяясь на далекие расстояния. Если при построении политопа учитывать все атомы супрамолекулярного соединения, это приведет к резкому увеличению размерности соединений. Такое положение представляется маловероятным. В связи с этим следует предположить, что размерность супрамолекулярных соединений надо определять по атомам, связанным только ковалентными химическими связями. Так как хозяин и гость связаны межмолекулярными не ковалентными связями, то размерность молекулы хозяина и молекулы гостя надо определять врозь, только по атомам хозяина и только по атомам гостя. При этом размерности будут конечны и вычисляться по формулам Эйлера для  $n$ -мерных политопов. При построении политопов по заданному множеству вершин будем ставить одно условие: из каждой вершины данного политопа должно исходить одинаковое число ребер. Это единственное условие однородности, накладываемое на множество вершин. При этом элементы одинаковой размерности в политопе могут быть не совместимы движением.

Размерность супрамолекулярного соединения можно считать равной размерности молекулы хозяина, если супрамолекулярное соединение есть кавитанд, так как в этом случае размерность гостя не может быть больше размерности хозяина.

### Размерность сферических тетраэдрических криптанов

Селективное связывание тетраэдрических субстратов требует создания молекул-рецепторов с тетраэдрическим центром распознавания [3]. Это достигается с помощью помещения центров связывания в вершинах тетраэдров. Схема такого криптанда приведена в [3] и показана на рис. 1.

На рис. 1 в шести вершинах октаэдра расположены шесть атомов кислорода, а в четырех вершинах тетраэдра – четыре атома азота.

#### ТЕОРЕМА 1

Размерность тетраэдрического криптанда равна 4.

#### Доказательство

При построении схемы тетраэдрического криптанда на рис. 1 явно предполагалось, что пространство криптанда трехмерно. Иначе на рис. 1 невозможно объяснить изображение пересечения граней октаэдра тетраэдром. Но при таком пересечении рождаются новые вершины на гранях октаэдра, которых