

**Международная Академия Наук  
International Academy of Sciences  
Центра Ноосферной Защиты  
Centre Noospheric of Defence  
Химическая Лаборатория  
Chemical Laboratory**

**Кафедра "ХИМИЯ"  
Сибирского Государственного университета  
путей сообщения**

**С. А. КУТОЛИН**

# **ФИЗИКО-ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИНЭРГИЗМ  
(одоранты, лекарственные вещества,  
канцерогены, канцеролиты)**



**Chem.Lab.NCD  
Новосибирск 2007**

УДК533.72+539.107.2+541

ББК24.4

К141

Физико-органическая химия - компьютерный синэргизм (одоранты, лекарственные вещества, канцерогены, канцеролиты) .

Новосибирск: Изд.-во Chem.Lab.NCD, 2007. – 96С.

ISBN-0-8247-2497-7

В работе рассматривается физико-органическая химия на примере компьютерного моделирования и механизмов действия одорантов, лекарственных веществ, канцерогенов, канцеролитов. Существенным результатом такого моделирования оказался эффект иерархии аналогии или прямого подобия — синэргизма в описании действия одорантов и лекарственных веществ, канцерогенов, канцеролитов. Обсуждается рефрактометрический механизм взаимодействия одорантов, рецепторов запаха, а компьютерный синэргизм позволяет уяснить механизм классификации и интенсивности запахов.

Автор работы: Кутолин Сергей Алексеевич - профессор, доктор химических наук, академик РАТ, МАН ЦНЗ, 45 лет научно - педагогической работы.

Автор и соавтор монографий и учебников в области:

*материаловедения* - "Материаловедение редкоземельных соединений",1981; "Физическая химия цветного стекла", 1988; "Кибернетические модели в материаловедении",1996; "Неорганическое материаловедение",1997; "Компьютерные модели конструкционных свойств сталей",1998;

*учебно - педагогических материалов* - "Концепции современного естествознания", 1997; "Общая и неорганическая химия",1998; "Химия",2000; " Введение в теорию технологических процессов",2001; " Элементарный курс физической химии",2002; "Краткий курс коллоидной химии", 2003; "Химия и микробиология воды", 2004;

*в области рефлексии*: " Философия интеллекта реального идеализма",1996; " Мир как Труд и рефлексия",2001; " Стяжание Духа, как интуиция менталитета" ,2002.

К 205634 -141 без объявления

003(063)-06

© Кутолин С.А., 2007

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Профессор Кутолин С.А. всегда удивлял своих коллег, как сторонников, так и противников своих идей неортодоксальностью взглядов на проблемные ситуации, возникающие в науке, философских учениях, методике обучения, искусстве и литературе.

Для тех же, кто знал в какой научно - философской среде происходило формирование взглядов автора настоящей работы, вовсе не удивительна широта позиции и разнообразие его подходов к решению проблемных ситуаций в науке, технике, образовании и искусстве. И философ И.С. Ладенко, и великий физико - химик Н.И.Кобозев, и академик физики М.И.Корсунский. и физико - химик, физик, био - физико - химик проф. С.С. Васильев, и, наконец, применительно именно к данной работе, бывший директор и создатель Института "Физико - органической химии" БАН, ак. Ерофеев Б.В. в результате своего неформального общения с С.А.Кутолиным оказали достаточно сильное влияние на формирование идей автора, владеющего многообразными приемами экспериментальной и теоретической химии, квантовой механики, спектроскопии, теории информации, теоретической физики, физико - органической химии и методами моделирования явлений и процессов в том числе и физико - органической химии.

Отдавая дань должного максимам, влияющим на формирование и решение проблемных ситуаций в науке, технике и искусстве, автор в качестве таковой общей формулы движения от незнания к знанию понимает - "Мир как труд и рефлексию", рассматривая единство труда и индивидуальной мышледея-тельности, т.е. рефлексии, как феномен, который в иерархии аналогии или прямого подобия (синэргизм) явлений биосферы приводит автора к химическому дизайну, т.е. единому проекту элементов биологии, химии, физики и математики. Нужно сказать, что это утверждение вовсе не голословно - за границей широко известна и пользуется большим авторитетом книга автора под редакцией John J. McKetta, в течение длительного срока возглавлявшего департамент материаловедения в США, - "Encyclopedia of Chemical Processing and Design, v.47, 1994, p.528 : **Publisher:** Marcel Dekker **ISBN:** 0824724976 ", John J. McKetta, S. A. Kutolin([http://www.amazon.co.uk/exec/obidos/ASIN/0824724976/qid=1130022385/sr=1-1/ref=sr\\_1\\_8\\_1/202-94895210423010](http://www.amazon.co.uk/exec/obidos/ASIN/0824724976/qid=1130022385/sr=1-1/ref=sr_1_8_1/202-94895210423010)).

Материал работы злободневен, касаясь и работников сель-ского хозяйства, и медиков, и экологов, и биофизиков, и психологов. В нем есть место и рассмотрению теоретических вопросов: "обонятельной луковицы, обонятельного тракта, участия базальных ядер переднего мозга..." и т. д., и т.п., т.е. биофизики, биохимии рецепторов, хеморецепции обоняния, а потому имеет прямое отношение к любым формам одорантов и их аналогии в действии с лекарственными веществами, канцерогенами, канцеролитами лежащих в основе парфю-мерии и психотропных веществ на основе запахов, что переводит проблемную ситуацию химии молекулярной рецепции в область актов сознательного и бессознательного, к химии анализа которых призывал в своих работах знаменитый философ, психолог и психиатр Карл Густав Юнг.

Недостаточная изученность запахов как биологического явления тем не менее позволяет автору методом синергизма и феноменологических приемов в том числе и компьютерного моделирования вскрыть неформальную сущность явления восприятия запахов, обнаружив квантово - флюктуационную природу этого явления и аналогию кинематики движения живых организмов, кинетики распространения одорантов, специфичность их физико - органической ориентации в биологическом материале рецепторов.

Читатель может наглядно убедиться в широком взаимном проникновении естественных наук , познакомится с методи-ческими приемами и общими идеями, лежащими в области, уже теперь проявляющейся в новых технических достижениях.

Член - корр. IAS of NCD

Г.М.Писиченко

## От автора

Компьютерный синергизм физико - органической химии предмет настоящей работы. Автор хотел бы выразаться просто, ну, одним словом так просто, как у героев Я.Гашека в его романе "Бравый солдат Швейк", сначала сказать : "Дыхните! ", а уже затем перечислять: "...контушовка, зубровка, перцовка.....". Но вот растения, насекомые, животные да и сами люди чувствуют и переживают запахи, а это значит, что вся биосфера, находясь под влиянием одорантов, т.е. душистых веществ, хотя мы не так уж и много знаем о механизмах физиологической нервной деятельности, психофизике, квантовой химии, теории информации в живых организмах, а они, разумеется, не ведают о всяких там дисциплинах, с помощью которых ученые пытаются понять иерархию аналогии, т.е.синергизм, связывающую феномен одорантов, лекарственные вещества, канцерогены, канцеро-литы.

Когда человек слеп, глух , нем, - то эти физические недостатки настолько существенны для объективной деятельности, что квалифицируются формами инвалидности. Если же человек лишен, например, вкусовых или обонятельных ощущений, то понятие инвалидности проблематично.. Другое дело мир растений, насекомых и животных, где отсутствие подобных ощущений может быть просто фатально и не только для отдельных объектов, но и для вида в целом.

Хроматография, масс - спектрометрия, ЭПР, ЯМР, ЯКР и другие мощные физические методы далеко не в полной мере могут служить необходимыми и достаточными приемами идентификации тех же одорантов, их смесей, т.е. материалов, которые в своем многообразии повидимому более однозначно распознаются растениями, насекомыми, животными.

Вот почему феноменология физико - органической химии молекулярной рецепции одорантов, лекарственных веществ, канцерогенов есть предмет компьютерного синергизма.

**"Хаос и порядок — наиболее общие категории действительности: они присущи всем явлениям природы— от атомно - молекулярных до психических".-  
Н.И.Кобозев, 1948**

## **Молекулярная рецепция, законы биологической кинематики и распространение одорантов**

### **1.Молекулярная рецепция одорантов**

**2.Векторно - броуновская кинематика живых организмов,**  
кинетика одорантов и механизм рецепции

### **1.Молекулярная рецепция одорантов**

Душистые вещества (одоранты) воспринимаются избирательными нервными клетками или системой клеток, называемых биологическими молекулярными рецепторами. В них происходит трансформация обонятельного, вкусового сигнала в нерв-ные импульсы. И хотя природа такого преобразования не ясна, но уже сам принцип "от клетки к клетке" позволяет предпо-ложить существование и другого не менее фундаментального принципа (по аналогии и с тем, что "подобное растворяется в подобном"), принципа синэргизма, который можно формули-ровать так применительно к кинетике распространения одо-рантов и движению живых организмов, как взаимозависимой системы: *"движение живых организмов осуществляется в форме импульсов, а потому и усвоение внешнего сигнала рецепторами преобразуется в нервные импульсы"*, т.е. "усвоение информации молекулярными рецепторами осуществ-ляется от импульса к импульсу".

Антенны молекулярных рецепторов представляют собой клеточные выросты плазматических мембран, содержащие белки для данного вида рецепции, т.е. специфичны по своему назначению, и состоят их микровилл и являются результатмо дифференцировки ресничек, жгутиков и их производных., в

образования которых входят фибриллярные белки, жгутики которых построены по принципу:  $9 \cdot 9 + 2$  или  $9 \cdot 2 + 0$ , т.е. имеют по девять пар фибрилл на периферии и одну или ноль в центре.

Восприятие импульсов от одорантов и преобразование их рецепторами в нервные импульсы не происходит, естественно, одновременно, но можно предположить, что такие импульсы в своей начальной стадии последовательны, т.е. за первым импульсом следует второй в последовательности: 1, 1. Тогда по отношению к этой паре импульсов следующая пара будет точно такой же, но предыдущая будет восприниматься рецептором как  $1+1=2$ . И потому каждый следующий импульс, например, равный 3 будет суммой предыдущего и последующего импульсов, т.е.  $3=1+2$ . Практически это означает, что импульсы воспринимаются молекулярными рецепторами по некоторому "закону", ряд импульсов которого совпадает с рядом последовательности чисел Фибоначчи, столь существенными в теории поиска<sup>1</sup>. Если же молекулярные рецепторы строго избирательно настроены на восприятие и преобразование импульсов одорантов в нервные импульсы в форме ряда последовательности чисел Фибоначчи, то такой поиск позволяет говорить: о стратегии поиска (L) и результате стратегии поиска (P) биологическим объектом одоранта. Поскольку, например, у насекомых, три аспекта жизнедеятельности: питание, спаривание, кладка яиц связаны с обязательной рецепцией молекул одорантов, то определить результат стратегии поиска (P) молекулярными рецепторами можно, если понять какова стратегия поиска (L) насекомых, которые ориентируются по "языку запаха", выделяемых ими специальными одорантами — феромонами. Общественные насекомые — муравьи выделяют феромоны сигналов тревоги, пути к запасам пищи, самки тутового

---

<sup>1</sup> .Воробьев Н.Н. Числа Фибоначчи. М.: Наука, 1978. 140с.

шелкопряда *Bombix mori* половой одорант — аттрактант бомбикол. Высокая чувствительность молекулярных рецепторов обоняния показывает (для возбуждения самца *Bombix mori* достаточно всего 2500 молекул бомбикола, т.е.  $10^{-18}$  г в  $1 \text{ см}^3$  растворителя), что запах переносится молекулами. Пороговая концентрация душистых веществ, воспринимаемая человеком, составляет для скатола  $4 \cdot 10^{-7}$ , для тринитробутилтолуола  $5 \cdot 10^{-9}$  мг/л. Ориентация по запаху установлена для многих организмов — млекопитающих, рыб, собак и т.д.<sup>2</sup>

Определив стратегию поиска (L), как форму движения живых организмов и поняв принцип молекулярной рецепции запаха ( $\alpha$ ), т.е. превращения импульсов феромона в нервные импульсы живого организма, можно полагать, что результат стратегии поиска (P) будет функцией этих величин  $P = F(L, \alpha)$ .

Резонансная, вибрационная или квантовая теория рецепции запаха потому и оказалась не состоятельной, рассматривая резонанс атомных колебаний молекул одоранта и молекулярных структур рецептора, что не обращала внимание на импульсный характер поступления одоранта к рецептору и импульсный характер трансформации молекулярным рецептором нервного сигнала. Следуя принципу, открытому еще Ж.Фабром, о том, что "насекомые это живые автоматы, заведенные на всю жизнь для механического выполнения определенного цикла операций", можно утверждать, что принцип "от клетки к клетке" — "от импульса к импульсу" и есть принцип преобразования импульса молекулярного феромона в нервный импульс рецептора. Но если таковую закономерность принять в форме ряда чисел Фибоначчи, то в соответствии с теорией поиска работы "автоматов — насекомых" результат стратегии поиска (P) есть стратегия поиска (L), ограниченная условиями скорости передачи импульсов последующего к предыдущему в ряду чисел Фибоначчи: 1,1,

---

<sup>2</sup> .Райт Н.Х.Наука о запахах. М.:Мир,1996.224с.



2,5,8,13,21,34,55..., где  $\alpha$  приобретает смысл при числе импульсов больше 3:

$$\alpha = \frac{5}{3}, \frac{8}{5}, \frac{13}{8}, \frac{21}{13}, \frac{34}{21}, \dots$$

А по теории автоматов( сноска 1) результат стратегии поиска есть величина (P), равная:

$$P = \frac{L}{\alpha} (1.1)$$

Тем самым, если величина  $\alpha$  есть "форма ограничения" результата стратегии поиска принципа "от импульса к импульсу", а по существу величина, равная "золотому сечению", то величина L как стратегия поиска должна описывать кинематику движения живых организмов, используя принцип "от импульса к импульсу", в рамках которого, в том числе и насекомые, как автоматы, заведенные для выполнения трех аспектов жизнедеятельности(питание, спаривание, откладка яиц). Такая кинематика должна учитывать, с одной стороны, само распространение например, аттрактанта, феромона весьма малой концентрации в единице объема пространства движения с учетом ориентации живых организмов, а с другой, саму импульсную кинематику движения живого организма, ориентация которого задается молекулярной структурой рецептора, улавливающего по принципу "от импульса к импульсу" импульсы перемещения аттрактанта в пространстве и превращения его в нервный импульс - реакцию.

Тем самым кинетика распространения феромона, кинематика движения живого организма и кинематика импульсной трансформации молекул феромона в нервный импульс представляется примером своеобразного гомеостазиса — равновесия в системе феромон — живой организм — молекулярный рецептор. И этот гомеостазис есть форма синэргетики.

## 2. Векторно - броуновская кинематика живых организмов, кинетика одорантов и механизм рецепции

Когда читаешь интересные и даже захватывающие результаты исследований Н.Х.Райта в его книге "Наука о запахах", где приводятся экспериментальные данные движения путей пло-довых мушек, пытающихся найти источник запаха, и путь плодовых мушек против ветра воздуха, равномерно насыщенного запахом, убеждаешься в том, что исследователю достаточно ярко удалось показать две граничные формы стратегии поиска плодовыми мушками источника запаха и разделить векторное, направленное движение живых объектов и хаотичное их перемещение в стратегии поиска источника запаха(L).

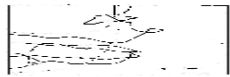


Рис. 1.1. Полет плодовых мушек в поисках источника запаха (хаотичное, броуновское движение) по Райту с.39



Рис. 1.2. Полет плодовых мушек в потоке воздуха, равномерно насыщенного запахом (векторное, направленное движение).по Райту,с.38

Увы, автору не были известны работы проф. МГУ Кобозева Н.И., который еще в 1948г. в биологическом отделе Бюллетеня МОИП опубликовал свою работу, посвященную теории векторно - броуновских процессов и законам

биологической кинематики<sup>3</sup>, где как раз и описал "явление векторно - броуновской стратегии поиска" живых организмов, пере-мещающихся по принципу "от импульса к импульсу". Любопытно отметить, что председатель Математического Комитета, основатель Американского журнала "Математическая Биофизика" проф. Рашевский Н.П. в своих письмах дискутировал этот вопрос с проф.Кобозевым. По крайней мере такое письмо от 9.10.1958г. имеется в архиве ученого. Уже после смерти ученого З.А.Терентьева опубликовала серию работ по кинематике движения живых организмов, где рассматривала применимость теории броуновского движения живых организмов и средней длительности пробега как собственного параметра этого движения, дала аргументированный метод определения степени упорядоченности движения живых организмов ( $\eta$ ) и попыталась оценить количество информации, усваиваемой живыми организмами из окружающей среды<sup>4</sup>.

Полученные величины объемов выборки  $n$  (число пар соседних приращений), значения коэффициентов корреляции  $r$ , вычисленных для них стандартным методом и, для проверки гипотезы, об отсутствии корреляционной связи, соответствуют критическим значениям  $t_q$ ,  $\sigma_r$  для уровня значимости  $q=1\%$ . Этот метод позволяет проверить предположение о нормальности сразу для большого количества распределений, которые могут при этом характеризоваться различными средними и дисперсиями. Все эти результаты позволяют считать, что процесс движения живых организмов является броуновским, а основной параметр — это средняя длительность пробега. Зная скорость движения,

---

<sup>3</sup> .Кобозев Н.И. Бюлл.МОИП,биол.отд.,т53 (1),1948.

<sup>4</sup> .Терентьева З.А. Теоретическая и экспериментальная биофизика(Межвузовский сборник). Калининград: КалГУ,1976. вып. 6. с.102 -131.

можно вычислить и среднюю длину пробега импульса  $\lambda$ . И тогда при значении величины векто-ризации процесса кинематики  $\eta$ , векторная компонента стратегии поиска  $L$  составит величину:  $N \cdot \eta \cdot \lambda$ , а броуновская компонента составит величину  $\pm 1/2 \cdot (1 - \eta / \eta) \cdot N \cdot \lambda$ , где  $N$  - число пробегов в стратегии поиска. Таким образом, траектория векторно - броуновского движения живого организма, имеющего сложную кинематику перемещения не только в плоскости, но и пространстве (рис.1.3;1.4), не зависит от принадлежности к виду живого организма (бактерия, планария, бабочка).

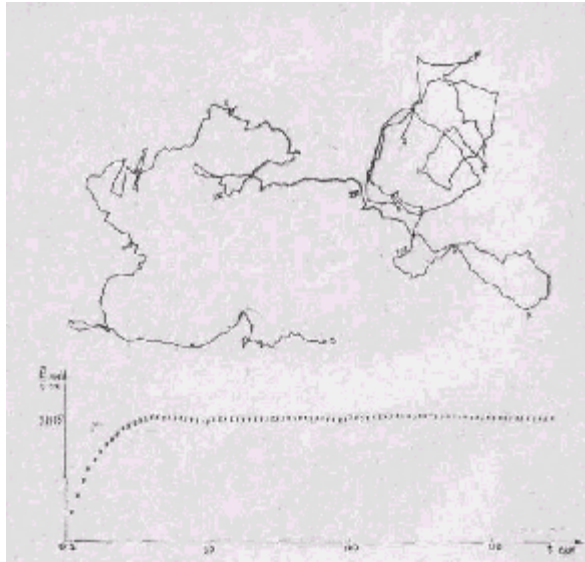


Рис 1.3 Траектория и график движения бактерии *Vac. Megatherium*(№7) .  
График изображен с шагом по времени  $\Delta t=2$  сек (на самом деле рассчитан с  $\Delta t=1$  сек)

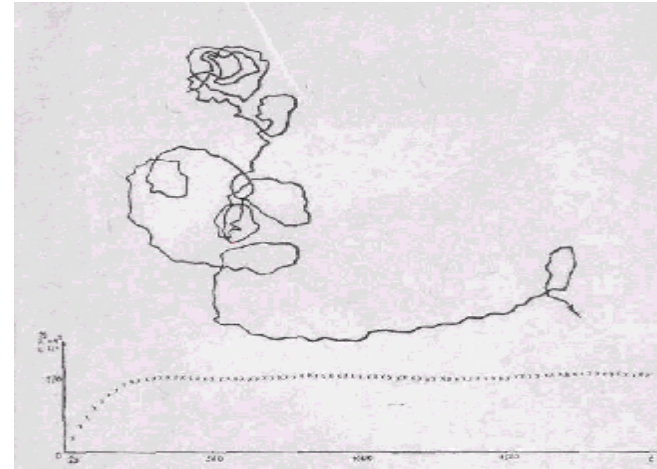


Рис. 1, 4. Траектория и график движения планарки (№ 30 ).  
График—с шагом по времени  $\Delta t=25$  сек (просчитан с  $\Delta t=5$  сек)

Повидимому уравнения движения таких векторно - броуновских объектов сначала было дано М.Смолуховским<sup>5</sup>. Решение такого вида уравнений для сравнительно редких явлений в общем объеме поиска движения приводит к формуле распределения Пуассона с вероятностью распределения (P), которая может быть определена как вероятность стратегии поиска:

$$P = \frac{\lambda^n \cdot e^{-\lambda}}{n!} (1.2)$$

В данном случае  $\lambda$  - область распространения импульсов от импульса к импульсу для числа  $n$  - объектов движения.

Но, если форма движения живых объектов понята как векторно - броуновское движение во времени и пространстве, приводящее к указанной величине вероятности стратегии поиска в области распространения импульсов движения и нервной реакции живых организмов, то какова же форма броуновского движения молекул одорантов, число которых в

<sup>5</sup> .Smoluchowski M.V. Bull.Intern. de l'Ac.sci.de Cracovie,1906.202.

общем объеме пространства невелико по сравнению с самим объемом этого пространства. Кинетика распространения тако-го броуновского движения молекул, улавливаемых живыми организмами в качестве феромонов, скорее всего может быть описана достаточно сложными уравнениями Фоккера - Планка. Рассматривая физико-химические процессы как фор-мы броуновского движения с функцией распределения вероятности  $P$  любых частиц сортов  $i, j$ , общее число которых  $\omega$ , уравнение Фоккера–Планка для координат  $\varphi_i, \varphi_j$  и времени  $t$  в соответствии с работами А.Н.Колмогорова:

$$\frac{\partial P_{ik}}{\partial t} = TP_i + \sum A_{ik} \frac{\partial P_{ik}}{\partial \varphi_i} + \sum_i \sum_j B^{ik}(y) \frac{\partial^2 P_{ik}}{\partial \varphi_i \partial \varphi_j} \quad (1.3),$$

где Т- ивариант.

К аналогичному и независимому решению приходит и проф. С.С.Васильев Кинетический анализ реакций для кон-центрации  $n_i, n_j$  любых частиц сортов  $i, j$ , общее число которых равно  $\omega$  для любого числа сортов частиц записывается в форме уравнения:

$$\frac{\partial n_i}{\partial t} = U_i + \sum_j a_{ij} n_j + D_i \Delta n_i \quad (1.4)$$

где  $a_{ij}$  – коэффициент, выражающий обобщенную константу скорости реагирования частицы сорта  $j$ , в результате чего появляется сорта  $i$ ;  $U_i$  – скорость процессов, приводящих к появлению частиц сорта  $i$ , которые не связаны с реагированием частиц сорта  $j$ ;  $D_i$  – физический коэффициент диффузии частиц сорта;  $\Delta$ – знак оператора Лапласа.

Сравнивая (1.3) и (1.4) убеждаемся, что уравнение Фоккера–Планка представляет собой более общую запись уравнения (1.4) в категориях функций распределения частиц  $P$  для сортов  $i$  и  $j$ .

По существу уравнение Фоккера–Планка описывает такой вероятный процесс, который называется в математике марковским процессом в непрерывном времени и описывает явление диффузии (третий член уравнения). Кинетике взаимодействия частиц, второй член в уравнении (1.3), – соответствует марковский процесс в дискретном времени, решением которого для уравнения вида (1.5) является распределением Пуассона (1.2).

$$\frac{dP_{ik}(y)}{dt} = \sum A_{ik} P_{ik}(y) \quad (1.5)$$

Полученные результаты позволяют утверждать, что физико-органическая химия восприятия молекулярными рецепторами живых организмов молекулярных одорантов воспринимается от импульса к импульсу именно в силу иерархии аналогии (синэргизма) в кинематике движения живых организмов и кинетики распространения молекулярных феромонов. Именно векторно-броуновская форма движения живых организмов и аналогичная форма движения малого количества феромона в общем объеме пространства приводит к взаимно однозначной ориентации во времени пространстве системы молекулярный феромон  $\Leftrightarrow$  молекулярный рецептор, взаимодействие (узнавание которых) происходит в пространстве "от импульса к импульсу", эффект, который можно рассматривать по аналогии с туннельным эффектом, как "эффект опережения"—молекулярный феромон "причина"  $\Leftrightarrow$  молекулярная рецепция "следствие".

Тем самым в кинематике живых организмов и кинетике одорантов имеет место единая векторно-броуновская форма по принципу "флюктуации" взаимодействия нервных импульсов и распространяемых одорантов. На первый взгляд кажется исключительно важным только понимание тонкой структуры взаимодействия мембран клеток обонятельного эпителия, его структур с молекулами душистых веществ. В этом смысле безусловно работы

Монкриффа(1951)<sup>6</sup> и Эймура(1962)<sup>7</sup> заслужили самого пристального внимания со стороны структура-листического подхода к пониманию механизма рецепции запаха. Монкрифф предположил, что рецепция запаха основана на стерическом соответствии между структурой молекулы пахучего вещества и структурой некоторой полости в рецепторной клетке. Он предположил, что существует от 4 до 12 типов рецепторов, каждый из которых отвечает определенному запаху. Гипотеза оказалась плодотворной для объяснения взаимодействия ферментов с их субстратами, антител с антигенами, молекул ДНК с молекулами РНК. Дж. Эймур развил и детализировал теорию Р. Монкриффа. Потребовалось два усовершенствования: во-первых, установить, сколько существует видов рецепторов, и во-вторых, определить размеры и форму каждого из них. Для определения количества видов рецепторов Эймур установил число основных запахов, считая, что каждый из них отвечает форме рецептора. Это было достигнуто при объединении 600 соединений в группы на основе сходности запаха (иерархия аналогии или прямое подобию). На основании частоты встречающихся запахов удалось выделить 7 запахов, которые можно рассматривать как первичные. При смешивании первичных запахов в определенных пропорциях можно получить любой известный запах. Молекулы важнейших запахов могут совпасть только с одним видом рецепторов, тогда как молекулы сложных запахов должны подходить двум или даже большему числу видов рецепторов. Поэтому важнейшие запахи в чистом виде встречаются реже, чем сложные. Чтобы воспринять семь первичных запахов, в носу, согласно теории Эймура, должно быть семь различных типов обонятельных рецепторов. Ученый представлял рецепторные участки в виде ультрамикроскопических щелей или впадин в мембране нервного волокна, каждая из которых имеет своеобразную форму и величину. Предполагалось, что молекулы определенной конфигурации «вписываются» в каждый из этих участков, подобно тому, как штеккер входит в гнездо. Следующей проблемой было изучение формы семи рецепторных участков. Оно

---

<sup>6</sup> .Moncrieff R.W. The Chemical Senses. J.W.,New York,2<sup>nd</sup> Edition,1951.

<sup>7</sup> .Amoore J.E. The Stereochemical Theory of Olfaction. - Special.Suppl., N 37,pp.1-23,1962.



началось с исследования формы молекул различных пахучих веществ с помощью методов современной стереохимии. Оказывается, используя дифракцию рентгеновских лучей, инфракрасную спектроскопию, электронно-зондовый анализ и целый ряд других методов, можно построить трехмерную модель молекулы. Когда таким образом были построены молекулы всех соединений, обладающих камфарным запахом, оказалось, что все они имеют примерно одинаковую округлую форму и диаметр, равный семи ангстремам. Это означало, что рецепторный участок для камфарных соединений должен иметь форму полукруглой чаши такого же диаметра.

Таким же способом были построены и модели других «пахучих» молекул. Выяснилось, что мускусный запах характерен для молекул дискообразной формы с диаметром около 10 ангстрем. Приятный цветочный запах вызывается молекулами дискообразной формы с гибким хвостом, как у воздушного змея. Прохладным мятным запахом обладают молекулы клинообразной формы. Эфирный запах обязан своим происхождением палочковидным молекулам. В каждом из этих случаев рецепторный участок на нервном окончании, по-видимому, имеет форму и величину, соответствующую форме и величине молекул.

Итак, классификация запахов по Эмуру следующая:

1. Камфорный (камфора),
2. Мускусный (пентадеканоллактин),
3. Цветочный фепилметилэтилкарбинол),
4. Мятный (ментол),
5. Эфирный (дихлорэтилен),
6. Едкий, острый (муравьиная кислота),
7. Гнилостный (бутилмеркаптан).

По авторитетному мнению М.В.Волькенштейна<sup>8</sup>, "не считая эту классификацию исчерпывающей, можно утверждать, что обонятельная рецепция начинается с узнавания молекулярной структуры пахучих веществ рецепторными участками мембран соответствующих клеток". На рис. показаны структуры молекул и формы соответствующих полостей. Едкий и гнилостный запахи определяются уже не структурой, а зарядом — электрофильные

---

<sup>8</sup>. Волькенштейн М.В. Биофизика. М.: Наука, 1988. - 592С.

вещества с малыми молекулами имеют едкий запах ( $\text{HCOOH}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ), нуклеофильные—гни-лостный ( $\text{H}_2\text{S}$ ). В Е.Е.Фесенко в 70-е годы занимался изучением молекулярных механизмов фоторецепции и обонятельной рецепции. Показал медиаторную роль циклического гуанозин-монофосфата в возбуждении фоторецептора, объяснил низкий уровень шума фоторецепторной клетки, позволяющий детектировать отдельные кванты света, выделил и охарактеризовал мембранные гликопротеиды с высоким сродством к пахучим веществам, определил их субъединичное строение, а в 1979 г. защитил диссертацию на соискание степени доктора биологических наук на тему: "Первичные процессы рецепции запаха и света".

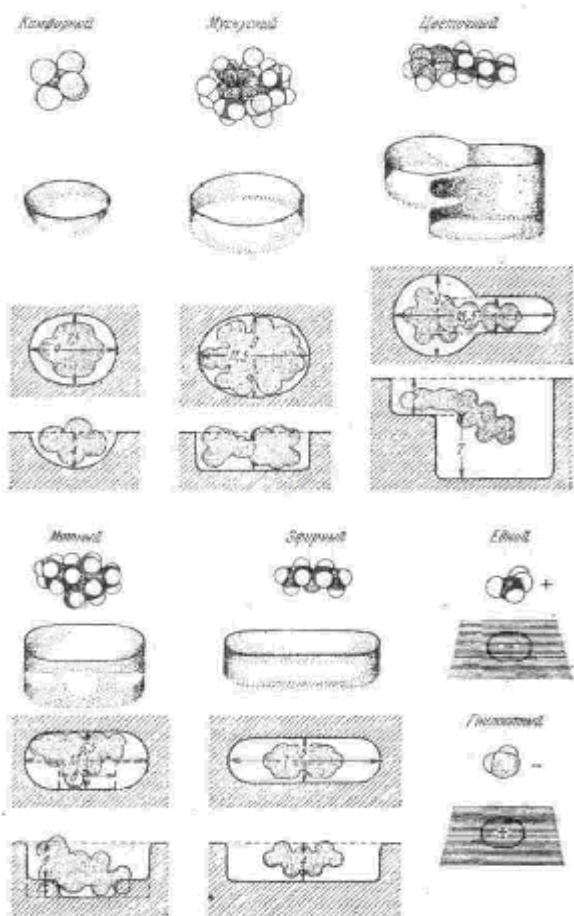


Рис. 1.5. Структуры молекул и ячеек в рецепторных клетках для семи основных запахов по Эймуру

1. Фесенко и сотрудники исследовали мембраны клеток обонятельного эпителия и установили в них присутствие структур, обладающих высоким сродством к камфоре (лягушка, крыса) и к некоторым аминокислотам (скат). Специфичность взаимодействия с пахучим веществом, высокая константа связывания и отсутствие таких структур в других клетках указывают на наличие обонятельных рецепторных молекул. По Волькенштейну полагается, что "взаимодействие рецептора с пахучим веществом приводит к появлению нервного импульса вследствие деполяризации мембраны аксона. Механизм этого процесса пока не ясен. Обонятельный анализатор может воспринимать одну молекулу. Узнавание требует времени порядка 0,1 с."
2. В работах<sup>9</sup> предложена оригинальная компьютерная модель обонятельной луковицы (ОЛ). В этих работах осуществлена проверка адекватности нейронной модели биологическому прототипу проведенных компьютерных экспериментов.
3. Полученные результаты свидетельствуют, что модель способна воспроизводить "незапрограммированные" феномены, по своей сути аналогичные психофизическим феноменам, характерным для обоняния<sup>10</sup>. В этом плане было интересно понять, в какой мере электронно-молекулярная структура одорантов позволяют классифицировать запахи и их интенсивность, поскольку "авторитетное мнение" ряда ученых отрицают подобного рода корреляции.

---

<sup>9</sup> .Воронков Г.С.,Изотов В.А. Нейронная сеть для представления о обработки информации на первом синаптическом уровне обонятельной системы.//Всеросс. Научно-техн.конференция"Нейроинформатика-99".Сб.науч.трудов.ч.1.М.: МИФИ, 1999.с.155-162:Изотов В.А.,Воронков Г.С. Биофизика, 1999. т.44, вып.1,с.120-122.

<sup>10</sup> .Бронштейн А.И. Вкус и обоняние. М.:Наука,1950.-389с.

## **Компьютерные модели молекулярной рецепции и классификации одорантов**

### **1. Компьютерная модель среды обоняния**

### **2. Компьютерное моделирование свойств одорантов**

#### **1. Компьютерная модель среды обоняния**

**Описание методики компьютерного эксперимента.** Компьютерная модель ОЛ содержит четыре группы обонятельных рецепторных нейронов (ОР), каждая группа специфически реагирует на запахи. В качестве условной обонятельной среды используются буквы латинского алфавита, интерпретируемые как "элементарные качества" (компоненты) запаха. Первая группа ОР реагирует на качества a,b,c,d,e, вторая - на e,f,g,h,i, третья группа - на j,k,l,m,n, четвертая группа реагирует на скорость потока воздуха. Эту группу была названа механорецепторами. Реакция ОР на "элементарные качества" различается по силе. Так, например, реакция ОР на c,g,i, максимальна, а на e,a,j, - минимальна по величине. Кроме качественного состава ОР реагируют на интенсивность входного одоранта. Функция ответа ОР на "концентрацию" компоненты запаха имеет вид колоколообразной кривой. Выходные сигналы снимаются со всех кисточковых и митральных клеток ОЛ в виде аналога мембранного потенциала. Модель функционирует в режиме "вдох" - "выдох". Длительность каждого вдоха и выдоха, количество вдохов - выдохов задается экспериментатором в режиме диалога. Имеется возможность после каждого вдоха - выдоха менять концентрацию и компонентный состав исследуемого одоранта.

**Результаты численного эксперимента и обсуждение.** Одно из ярких свойств обоняния - это восприятие как целого сложного запаха (букета), получающегося в результате слияния множества пахучих компонент. Моделирование слияния запахов проводилось авторами следующим образом. Сначала на вход модели подавался запах, состоящий из смеси компонент только первой группы, например Б,с,а. Затем подавалась смесь, состоящая только из компонент второй группы f,k,g. После этого подавалась смесь из компонент обеих групп а ,Б ,с , g,k,f. Результаты оценивались по активности кисточковых клеток ОЛ, выделяющих обобщенный, интегральный образ запаха. На стимулирование ОР запахами, состоящими только из компонент первой группы, откликалась одна из кисточковых клеток (КК), на стимулирование только компонентами второй группы - другая КК. а на общую смесь откликалась новая КК. При этом активность первых двух клеток подавлялась. Таким образом, слияние многокомпонентных запахов проявляется в том, что в ОЛ актуализируются новые КК, которые и есть новый запах.

**Сильные и слабые запахи.** Хорошо известен факт, что некоторые пахучие вещества пахнут слабее других при любых концентрациях. Это свойство естественным образом вытекает из характеристик ОР, принятых в компьютерной модели. При экспериментировании на вход сначала подавались одоранты, состоящие из компонент **а,е,j,n**. Концентрации компонент возрастали от минимального до максимального значений. Затем аналогичные эксперименты проводились для одорантов, состоящих из компонент **с,g,l**. Во втором случае максимальная величина ответов соответствующих КК была выше на 20%.

**Подавление слабого запаха сильным.** Сначала подавался слабый запах а в оптимальной концентрации, на который откликалась одна из КК(а). Затем подавался сильный запах g также в

оптимальной концентрации, на который откликалась другая КК(g). После этого подавалась смесь **a,g**. При этом наблюдалась активность КК(g), а активность КК(a) подавлялась. Таким образом, для подавления сла-бого запаха сильным требуется, чтобы они входили в разные группы "элементарных качеств".

**Компенсация запахов.** Сначала подавался одорант, состоящий из компонент **a,g,c** в оптимальной концентрации. Система откликалась активностью КК1. Затем подавался одорант **c,g,I** в концентрации выше оптимальной. Система откликалась активностью КК2. После этого подавалась смесь из первого и второго одорантов в тех же концентрациях. Фиксировалось полное отсутствие отклика кисточ-ковых клеток ОЛ.

Таким образом, для достижения компенсации запахов требуется выполнение ряда условий. Диапазон концентраций запахов, воспринимаемый ОР должен быть ограничен сверху, компонентный состав смешиваемых запахов должен сильно перекрываться и концентрация хотя бы одного запаха должна быть выше оптимальной. Только при соблюдении этого набора условий происходит компенсация запахов.

**Изменение запаха с течением времени.** Сначала подавался многокомпонентный запах **c,g,f,h** в оптимальной концентрации. Система откликалась активностью одной из КК. Затем концентрацию компоненты первой группы - с постепенно уменьшали. При определенной (пороговой) концентрации с проис-ходило изменение отклика системы. Активная КК замолкала и активизировалась другая кисточковая клетка. Таким образом, изменение запаха во времени можно объяснить уменьшением концентрации отдельных его компо-нент ниже порога восприятия ОР. При этом существенно то, чтобы запах состоял из компонент разных групп.

**Последовательные обонятельные образы.** Способность человека ощущать запахи после прекращения действия одоранта, очевидно, связана со следовыми процессами в высших обонятельных центрах. Однако и в ОЛ наблюдаются кратковременные следовые

процессы, демонстрируемые компьютерной моделью. На длительность следового процесса оказывает влияние как компонентный состав одоранта, так и его концентрация. Отмечено уменьшение длительности последствия при высоких концентрациях запаха и увеличении числа компонент.

Сенсибилизация.- В психофизических экспериментах отмечено повышение чувствительности к запаху после много-кратного воздействия этого запаха. Исследование этого свойства на модели ОЛ производилось следующим образом. Сначала определялась пороговая концентрация для определенного запаха. Затем на вход подавалась серия вдохов-выдохов этого запаха в надпороговой концентрации. После чего опять подавался запах в подпороговой концентрации. При этом наблюдался отклик соответствующей КК на подпороговую концентрацию запаха. Через несколько вдохов-выдохов отклик пропадал. Отмечено существование оптимального режима "тренировки" ОЛ, дающего максимальный сенсибилизирующий эффект. Максимальный эффект достигается после серии коротких вдохов-выдохов при умеренных концентрациях запаха.

Последовательный обонятельный контраст. - Это свойство проявляется как следствие сенсибилизации. Однако требуется выполнение определенных условий. Запахи, к которым желательно повысить чувствительность должны входить в те же группы "элементарных качеств" для которых производится тренировка. Например, если желают повысить чувствительность к запаху с, g , то должны тренировать ОЛ на запахах, входящих в первую и вторую группы - a,b,e,h,f,d.

Синергизм. - Общее повышение чувствительности достигается при "тренировке" запахами, состоящими из компонент всех групп "элементарных качеств".

Выводы.- Г.С.Воронков и В.А.Изотов делают заключение, что проявленная в экспериментах способность компьютерной модели воспроизводить "нсаириrogramмированные" феномены, аналогичные психофизическим феноменам, характеризующим обонятельную систему, рассматривается как свидетельство близости модели к её биологическому прототипу -обонятельной луковице(ОЛ).

## **2.Компьютерное моделирование свойств одорантов**

Модельно - описательный подход психофизического феномена обонятельной системы, рассмотренный на примере работы исследователей в предыдущем разделе путем расчета прототипа обонятельной луковицы как примера работы нейронной сети может быть дополнен примером расчета физико-химических свойств одорантов, моделируемых в компьютерном эксперименте<sup>11</sup>.Существующий опыт по использованию компьютеров для прогнозирования свойств лекарственных<sup>12</sup> и физиологически активных веществ позволяет оперировать структурными формулами, а характер кол-лективизации и локализации электронов в соответствующих молекулярных группах углеродной цепи не учитывается. Между тем структурная теория и стереохимия органических соединений показывают, что использование, например, различных структурных формул бензола (в частности Клауса, Дьюара, Ладенбурга и др.) иногда в неявном виде требует учета как коллективизации, так и локализации электронов в молекуле, что использовалось при создании новых методов синтеза. Однако для КМ

---

<sup>11</sup> .Ерофеев Б.В.,Кутолин С.А.,Третьякова Г.С.,Смирнова Е.Г.Ж. "Известия АН БССР", сер.хим.наук, деп.ВИНИТИ, №1814-В87,1987.- 14с.

<sup>12</sup> .Голендер В.Е., Розенблит А.Б. Вычислительные методы конструирования лекарств.-Рига:Зинатне,1978.232с.



(компьютерного моделирования) использование только структурных формул недостаточно. В отношении же прогнозирования физико-химических свойств душистых веществ, а также классификации последних (цветочные, фруктовые запахи) имеются лишь общие физические и химические представления. Между тем, как раз в области эмпирического поиска душистых веществ достигнуты определенные результаты, поскольку они могут рассматриваться с тех же точек зрения, что и боевые отравляющие и психотропные вещества, а также их antidotes<sup>13</sup>, поскольку действие последних воспринимают, чаще всего и прежде всего рецепторы запаха.

Заметим, что метод КМ, основанный на упрощенных представлениях о строении конденсированных соединений, как находится в квазиатомном состоянии оказался пригодным для решения ряда задач в неорганической и физической химии<sup>14</sup>.

Метод способствовал решению как прикладных, так и теоретических задач, в том числе о существовании элементов с большими значениями порядкового номера и распространенности элементов в литосфере. Эти исследования показали, что коллективизированные ( $N_k$ ) и локализованные ( $N_l$ ) состояния электронов определяют взаимодействия между атомами, а энергию связи  $E_0$ , число  $N_k$  и характер связи между атомами приближенно определяется соотношением:

$$E_0 = \frac{2.21}{r^2} N_k^{5/3} - \frac{0.916}{r} N_k^{1/3} + 0.62 \cdot N_k^{4/3} \ln r \quad (2.1)$$

<sup>13</sup> .Оксенгендлер Г.И. Яды и противоядия. -Л.:Наука,1982.-191с.

<sup>14</sup> .Кутолин С.А.,Котюков В.И.,Писиченко Г.М. Кибернетические модели в материаловедении.-Новосибирск:Chem.Lab.NCD, 1996.-232с.

где  $\gamma = L/2a_0$  ( $L$  - длина связи между атомами в А;  $a_0 = 0,528$  А - радиус боровской орбиты). При этом число локализованных электронов дается как число валентных электронов минус число коллективизированных. Для ординарной, двойной и тройной углерод-углеродных связей числа коллективизированных электронов равны: 2,2; 2,6 и 2,8, а число локализованных 0; 1,4 и 3,2.

В качестве банка исходных данных для КМ свойств душистых веществ использовались данные работ по физико-химическим свойствам веществ и их принадлежности по запаху. Ниже приняты индексы для веществ с цветочным запахом -1, а с фруктовым - 2. В качестве искомым функций: молекулярного веса  $M$ , плотности  $D$  взяты значения из табл.1. Классификаторы запаха 1 и 2 принимались, исходя из строения молекулы аргументы с  $x_1$  по  $x_{12}$  с учетом аргументов  $x_{16}$  -  $x_{19}$ , соответствующих числу коллективизированных электронов в углеродной цепи  $N_k^c \sim (x_{16})$ , электронов, локализованных в углеродной цепи  $N_k^c$ , коллективизированных в функциональных группах  $N_k^\phi$  и локализованных в функциональных группах  $N_l^\phi$  для соединений алифатического, карбоциклического и ароматического ряда, причем значения соответствующих типов электронов в углеродной цепи и функциональных группах суммировались. Примеры результата такой классификации аргументов приведены в табл.1. Для молекул душистого вещества в целом были получены компьютерные модели в форме линейной регрессии, позволяющие распознавать с коэффициентом корреляции модели (ккм) не менее 55% ( а для отдельных классов веществ - до 100% ) вещества, обладающие фруктовыми (2) или цветочными (1) запахами. При этом функциональная величина классификации запаха  $U$  при  $U \geq 1,45$  рассматривается как классифицирующая запах по

принадлежности к фруктовым. т.е.  $Y=2$ , а при  $Y \leq 1.41$ - как принадлежность к веществам с цветочным запахом. Область  $Y=1,412 \div 1,45$  классифицируется как промежуточная со смешанными ароматами, принадлежащими к классификаций Эймура. В табл. 2 даны значения коэффициентов  $a_i$ , для соответствующих аргументов  $x_i$ , используемых для вычисления значения классификатора запаха:

$$Y = \sum_i a_i \cdot x_i + b$$

Оказалось, что вклад входящих аргументов, рассчитанный методом исключения, приходится в основном на следующие:  $x_3$  - число атомов кислорода - 14,4%;  $x_{18}$  - количестве коллективизированных электронов в функциональных группах -52.7%;  $x_{19}$  - количество локализованных электронов в функциональных группах(в ряду алифатических, карбоцикли-ческих и ароматических соединений) - 10,2%.

Результаты КМ молекулярного веса душистых веществ алифатического,  $M_{ал}$ , карбоциклического,  $M_{кбц}$ , ароматического,  $M_{ар}$  рядов позволили представить соответствующие величины как функцию необходимых и достаточных аргументов уравнениями вида:

$$M_{ал} = 13.87 \cdot x_1 + 14.61 \cdot x_3 - 2.30 \cdot x_{12} + 0.87 \cdot x_4 + 0.14 \cdot x_9^2 - 0.75 \cdot x_5 + 3.03(2.2)$$

$$M_{кбц} = 14.02 \cdot x_1 + 4.91 \cdot x_{18} - 0.57 \cdot x_{12}^2 + 0.05x_6 + 0.14 \cdot x_9^1 - 1.66(2.3)$$

$$M_{ар} = 12.04 \cdot x_1 + 15.99 \cdot x_3 + 0.04 \cdot x_2^2 - 0.72x_5 + 5.62(2.4)$$

Если результат классификации душистого вещества по характеру его аромата определяется строением молекулы в целом ( величиной  $Y$ ), то молекулярный вес душистых веществ является функцией фрагментарного ее строения, что

с несом-неентсью следует из уравнений (2.2 ÷ 2.4). При этом вклад числа углеродных атомов в молекулярный вес душистого вещества оказывается преимущественным и составляет ( по данным метода исключения) в ряду: ал - кбц - ар, соответ-ственно: 95.1%,88.8%, 78.2%, Таким образом, вкусовая рецепция есть функция молекулярно - структурных факторов вещества! Результаты моделирования плотности одоранта как функции необходимых и достаточных аргументов описывается следующими уравнениями:

$$D_{ал} = -0.28 \cdot x_7 + 0.03 \cdot x_{19} - 0.14 \cdot x_{12}^2 + 0.42x_{12} - 0.0003 \cdot x_2^2 + 0.001 \cdot x_{10}^2 - 0.13 \cdot x_{11}^2 + 0.19x_{11} + 0.737g \cdot c \cdot \dot{M}^3 (2.5)$$

$$D_{к б ц} = -0.29 \cdot x_6 + 0.41 \cdot x_9 - 0.03 \cdot x_{19}^1 - 0.03x_9^2 - 0.0003 \cdot x_2^2 + 0.131g / c \cdot \dot{M}^3 (2.6)$$

$$D_{ар} = 0.21 \cdot x_8 - 0.07 \cdot x_{16} + 0.04 \cdot x_2^2 - 0.33x_7 - 0.27 \cdot x_6 + 1.980g / c \cdot \dot{M}^3 (2.7)$$

В ряду прогнозирования плотности душистых веществ: ал-кбц-ар, коэффициент корреляции модели весьма высок и равен, соответственно: 96.9%, 98.8%, 74.3%. В зависимости от принадлежности молекулы к алифатическому, карбоциклическому или ароматическому ряду плотность душистых веществ определяется ( см. уравнения 2.5 ÷ 2.7) фрагментарным строением молекулы, в ряду ал-кбц-ар соединений более информативными, то есть вносящими больший вклад в определение свойства, являются:  $x_{12}$  - число двойных связей в ряду алифатических соединений (61,8);  $x_9$  - число групп  $CN_3$  в соединениях карбоциклического ряда (95,0%);  $x_{16}$  - число коллективизированных электронов в углеродной цепи соединений ароматического ряда (27,6%). Высокие значения ккм и сравнительно малые относительные ошибки в определении физико-химических свойств и классификация душистых веществ по У (табл.) указывают на

функциональную зависимость между силой аромата  $F$ , насыщенностью запаха (оттенком аромата)  $r_{23}$  и физико-химическими свойствами душистых веществ (величиной  $U$ , определяемой аргументами  $x_{16}, x_{19}$ , то есть числом коллективизированных и локализованных электронов, а также величинами  $M$  и  $D$ ). Для количественной трактовки представим величину  $F$  в виде:

$$F = \frac{x_{16} \cdot x_{19}}{r_3^2} \quad (2.8)$$

Тогда, рассматривая парообразное душистое вещество как подчиняющееся, с одной стороны, газовому закону вида:  $PV=nRT$ , а с другой стороны - закону диффузии:  $D = RT/6\pi\eta r^3$ , что справедливо при низких температурах, а также учитывая, что  $n = m / M$ , а  $D = m / V$ , получаем закон проникновения душистого вещества через полупроницаемую перегородку (аналог закона осмоса) для душистого вещества в виде:

$$P = \frac{D}{M} \cdot RT \quad (2.9)$$

Далее, заменяя величину  $P$  для одного моля газа (2.9) через  $RT/V$ , полагая  $V = 4/3 \cdot \pi r^3$ , и  $RT = 6 \pi r^3 \cdot D$ , где  $r, \eta, D$  размер молекулы, вязкость и коэффициент диффузии душистого вещества через полупроницаемую мембрану, находим:

$$r_3^2 = \frac{3\eta M(2D_e + D_i)}{2RT} \quad (2.10)$$

где  $3D=2D_e+D_i$  -т.е. утроенное значение коэффициента душистого вещества внутрь и из полупроницаемой перегородки рецептора, т.е. условие диффузии, при котором происходит восприятие оттенка аромата рецептором.

Ограничиваясь только физико-химической моделью душистых веществ, смысл которых следует из формул (2.8), (2.10), Н.П.Рашевский<sup>15</sup> получил для иннервируемой клетки пресинаптической мембраны выражение аналогичное (2.10), хотя и отличающееся от последнего на величину порядка инварианта. Так как в (2.10) входят неуточненные параметры:  $\eta$ ,  $D_e, D_i$ , то прямое определение оттенка аромата возможно лишь при дополнительных опытных исследованиях. Все же, полагая, что величина  $g^2_3$  может быть определена хотя бы с ошибкой до постоянной (что может быть неточным), как отношение  $M/D$ , то находим, что для душистых веществ величина  $F$  может быть рассчитана по (2.8), и во всяком случае методом компьютер-ного моделирования можно найти  $Y$  как линейную функцию (2.8) и (2.10), которая имеет простой вид:

$$U_{кбц} = 0.00615 M/D - 4.2584 F + 1.0026, \quad (2.11)$$

Коэффициент корреляции модели такой функции для расчета принадлежности соединений карбоциклического ряда к душистым веществам, обладающим цветочным запахом 1 или фруктовым 2, оказывается равным 99,85%, а относительная ошибка в оценке величины 2 - порядка ~1.4% отн., что позволяет рассматривать физико-химические критерии (2.8), (2.10) как необходимые и достаточные для определения силы и насыщенности запаха.

Значения коэффициентов  $a_i$  в классификаторе запаха  $Y$  в зависимости от  $x_i$  (Табл. 2.2):

$x_i$	$a_i$	$x_i$	$a_i$
1	0,22382	9	0,27564
2	-0,14012	10	0,19018
3	-2,2195	11	0,13846
4	-0,42116	12	-0,20548
5	1,46014	16	-0,07497
6	1,10843	17	-0,00818
7	-1,29366	18	1,24577
8	0,32249	19	-0,70011

---

<sup>15</sup> .Rashevsky N. Mathematical Biophysics. Univer.of Chicago Press, 1948.p.233.

Таблица I

Найболее высокие значения аргументов  $x_i$  ациклического, карбоциклического и ароматического рядов дуплетных веществ (примеры), необходимые и достаточные для классификации запаха молекулы органического вещества

Соединение	Значения аргументов $x_i$																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Этилформиат	3	6	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Бутилцетат	6	12	2	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	7,6	8,4	6	6,3
Изобутилцетат	7	14	2	0	0	0	0	1	3	2	1	0	9,5	10,5	6	6	
Уксусмылформиат	8	16	2	0	0	0	0	1	3	3	1	0	11,4	12,6	6	6	
Диметилформиат	11	18	2	0	0	0	0	1	3	3	2	2	17,6	22,4	6	6	
Карбоциклические соединения																	
Лимонен	10	16	0	0	0	0	0	2	4	2	2	19,5	20,5	3	3		
Терпинен	10	16	1	1	0	0	0	3	3	2	1	19,3	20,7	3	3		
Метилхион	14	22	1	0	0	1	0	0	4	3	4	27,1	28,9	3	3		
Бирен	14	22	1	0	0	1	0	0	5	1	5	27,1	28,9	3	3		
Кумарин	9	6	0	0	0	0	1	0	0	0	6	4	18	18	6,2	5	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ароматические соединения																
Бензальдегид	7	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13,9	14,1	2,4	3,6
Коричный альдегид	9	8	1	0	1	0	0	0	0	2	1	13	13	2,5	3,5	
Бензилалютон	10	12	1	0	0	1	0	0	1	2	0	0	23	20	3,5	3,5
Диметилацеталь-																
фендикусный																
альдегид	10	14	2	0	0	0	2	0	2	1	1	0	16	16	7,6	4,4

Общее число исследованных душистых веществ достигает 100. Значения аргументов  $x_i$  в порядке возрастания номеров: число атомов углерода, водорода, кислорода; группы  $-\text{OH}$ ,  $-\text{C}(=\text{O})\text{H}$ ,  $>\text{C}=\text{O}$ ,  $-\text{O}-$ ,  $\text{C}=\text{OOR}$ ,  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{CH}_2$ ,  $-\text{CH}$ , число двойных связей,  $N$ ,  $\overset{\text{C}}{\underset{\text{N}}{\text{C}}}$ ,  $\overset{\text{C}}{\underset{\text{N}}{\text{N}}}$ ,  $\overset{\text{C}}{\underset{\text{N}}{\text{O}}}$ ,  $\overset{\text{C}}{\underset{\text{N}}{\text{S}}}$ .



Таблица 2.3 Сопоставление результатов расчета физико-химических свойств (М,Д) и классификатора запаха (У) для душистых веществ с литературными данными

Соединение	М	Д	У
1. Этилформиат	74/74	0,92/0,90	2/2
2. Бутилацетат	116/116	0,882/0,854	2/2
3. Изоамилацетат	130/131	0,88/0,89	2/2
4.Изоамилпропионат	144/145	0,879/0,874	2/2
5. Диналилформиат	182/182	0,918/0,932	1/1
6. Терпениол	154/154	0,947/0,991	1/1
7. Ирон	206/206	0,940/0,971	1/1
8. Бензальдегид	106/107	1,046/1,081	1/1
9. Коричный альдегид	132/132	1,052/1,012	1/1

В числителе - данные литературных работ; в знаменателе - результаты расчета.

Такие авторитеты в биофизике как М.В.Волькенштейн считают, что квантово-химическая и вибрационная теория запахов просто неосновательны. Приведенные исследования показывают, что суть вопроса много сложнее применимости или неприменимости тех или иных элементов теории квантовых расчетов, поскольку классификация запаха и его интенсивность включает в себя как структурные элементы организации химического вещества, так и формы локализации электронов в молекуле. Примечательно и то, что физико-химические свойства вещества такие как молекулярный вес и плотность оказываются сложной функцией вклада электронно - структурных параметров одоранта. С другой стороны как показано тем же Р.Х.Райтом существует внутренняя глубокая аналогия (синергизм) в подобии запахов между фононными спектрами различных веществ с подобными запахами:

Нитробен- зол	Бензонит- рил	Нитро- тиофен	Бутиро- нитрил	Бензаль- дегид
176	172	169	179	130
252				225
	320			237
397	381	376	370	
435	405	442		439
532	460		524	
	549			

Нитробензол, бензонитрил и а-нитротииофен имеют запахи, несколько напоминающие запах горького миндаля. Низкочастотные колебания, характеризующие эти соединения, представлены в помещенной ниже таблице. В ней приведены, кроме того, колебательные частоты бензальдегида — вещества, запах которого обычно считают очень похожим на запах нитробензола; но в экспериментах, тщательно проведенных с участием 15 испытуемых, было показано, что запахи этих веществ лишь отчасти напоминают друг друга. В таблице даются также значения низкочастотных колебаний бутиро-нитрила: потому, что они очень близки к соответствующим значениям для нитробензола, а первые шесть опрошенных участников эксперимента, тщательно понюхав очищенный образец этого вещества, решили, что запах его также похож на запах миндаля.

Приводимые результаты и результаты компьютерного анализа позволяют выдвинуть гипотезу аутентичной рефракто-метрической идентичности схожих между собой по запахам и их интенсивности одорантов и функциональной зависимости рефракции молекулярного рецептора при восприятии рефракции одорантов. Это означает, что молекулярный рецептор является рефрактометрическим прибором, настраиваемым на молекулярный вес, плотность и показатель преломления одоранта, в том числе, тем самым, и его цвет.

В этом смысле молекулярный вес, плотность, температура одоранта и модель распределения атомно - молекулярных ансамблей одоранта в матрице молекулярного рецептора сле-дует рассматривать как своего рода энтропийно - статисти-ческий ансамбль многокомпонентных комплексно - координа-ционных соединений, обуславливающих по своему явлению процесс близкий к катализу, стабилизирующему такую сис-тему как одорант - молекулярный рецептор запаха. Повидимому можно предположить, что между действием, например, лекарственных веществ на нейронную сеть, с одной стороны, и одорантов на молекулярный рецептор запаха, с другой, существует синэргизм, т.е. иерархия аналогии или прямое подобие. Вот почему первым этапом доказательства такой позиции является поиск компьютерных моделей физико - органической природы действия лекарственных веществ как функции их состава и электронного строения функциональ-ных групп, а вторым этапом - установление физико - органической модели и статистической достоверности функциональной аналогии действия душистых веществ и, например, анальгезирующих, седативных средств и т.д.

Действительно, электромагнитная энергия связана со свойствами природы вещества и определяется известными уравнениями Максвелла, где  $E$  - ,  $H$  - ,  $c$  - ,  $\varepsilon$  - электрическая, магнитная составляющая энергии, скорость света и диэлектрическая проницаемость среды, а  $\text{rot}$ ,  $\partial / \partial t$  - операторы вращения и изменения во времени электрической и магнитной энергии:

$$\text{rot}H = \frac{\partial E}{c \partial t}, \text{rot}E = -\frac{\partial H}{c \partial t} \quad (2.12)$$

С другой стороны, полная поляризация или рефракция  $P_{\text{полн.}}$  и электронная рефракция  $P_{\text{эл.}}$  связаны с молекулярным весом  $M$ , плотностью  $d$ , диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$  и показателем преломления  $n$  известными соотношениями:

$$P_{\text{полн.}} = \frac{M(\varepsilon+1)}{d(\varepsilon+2)}, P_{\text{эл.}} = \frac{M(n^2-1)}{d(n^2+2)} \quad (2.13)$$

Тем самым зависимость поляризации одоранта и поляризации молекулярного рецептора запаха, как и особенности фононного колебания душистых веществ взаимосвязаны с электронным спектром вещества, как и его плотностью, и молекулярным весом вещества. И хотя такая зависимость проявляется опосредственно, но зависимость между электронным строением душистого вещества и его составом, как показывает компьютерное моделирование, может быть представлено функциональной зависимостью и проявляется, например, в оценке интенсивности запаха.

Минимумы поглощения - отражения фононного спектра душистых веществ ( $\omega_m$ ) лежат в области кратной плазменной частоте поглощения - отражения ( $\omega_p$ ) душистых веществ и связаны между собой соотношениями, где  $N$ ,  $\epsilon_\infty$ ,  $\epsilon_b$ ,  $m^*$ ,  $\tau$ ,  $e^2$ ,  $\sigma$  - концентрация частиц душистого вещества, обладающего электрооптической природой, диэлектрические проницаемости при бесконечной частоте и в вакууме, эффективная масса, время переносимого квадрата электрооптического заряда и проводимость рецептора запаха:

$$\omega_p = \frac{4\pi N e^2}{\epsilon_\infty \epsilon_b m^*} \quad (2.14)$$

$$\omega_m = \omega_p \left[ \frac{\epsilon_\infty}{(\epsilon_\infty - 1)} \right]^{1/2} \quad (2.15)$$

$$\sigma = \frac{e^2 N \tau}{m^*} \quad (2.16)$$

Фактически это приводит к мысли о том, что природа нейронной сети такова, что она способна передавать нервные импульсы как электрооптические сигналы. И если может быть предсказана аналогия действия душистых веществ и анальгезирующих, седативных средств, то тогда может быть и понято единство природы действия на нейронную сеть рецепторов запаха и лекарственных веществ вообще, что открывает широкие перспективы для построения терапевтических моделей лечения не только сном, седативными средствами, но и одорантами.

## **Компьютерное моделирование анальгезирующей способности веществ ряда петидина как функции состава и электронного строения функциональных групп**

Во - первых,покажем, что компьютерное моделирование свойств веществ как функции состава и электронного строения функциональных групп позволяет с коэффициентом корреляции модели 99,8% и максимальной ошибкой 3 отн.% получить правило, описывающее относительную активность анальгезирующих веществ ряда петидина (аналог морфина). Найдено, что в приближении физико-химического механизма описания действия анальгезирующих средств относительная интенсивность такого действия может быть рассчитана как энтропия по формуле Больцмана, когда вероятность распределения числа локализованных электронов в функциональных группах анальгезирующего средства подчиняется закону Пуассона-Смолуховского.

С этой целью была использована методика компьютерного моделирования, аналогичная расчетам свойств душистых веществ. В качестве анальгезирующих средств были выбраны аналоги морфина, содержащие два кольца ряда петидина, сравнительная анальгезирующая активность которых ( $U$ ), известная по данным работы<sup>16</sup>, являлась искомой функцией аргументов  $X_2—X_{26}$ . Аргументы  $X_2—X_{26}$ , соответствовали молекулярной массе скелета анальгезирующего средства, числу коллективизированных ( $N^k_c$ ) и локализованных ( $N^l_c$ ) электронов в скелете вещества, а также произведению молекулярной массы скелета на  $N^k_c$  и  $N^l_c$  соответственно. Аргументы с  $X_7$ , по  $X_{21}$  описывали состав и тип функциональной группы, а аргументы с  $X_2—X_{26}$  соответствовали

---

<sup>16</sup> .Дайсон Г.,Мей П. Химия синтетических лекарственных веществ.М.: Мир,1964.с.1163-1167.

суммарной молекулярной массе функциональных групп, содержащихся в двухчленном кольце скелета веществ ряда пептидина, суммарному числу коллективизированных ( $N_R^k$ ) и локализованных ( $N_R^l$ ) электронов, содержащихся в данном числе функциональных групп, и соответственно произведению молекулярной массы функциональных групп на величину  $N_R^k$  и  $N_R^l$ .

Результаты построения такой матрицы для получения многофакторной модели по методу<sup>17</sup> с помощью ЭВМ приведены в табл.3.1. В результате компьютерного моделирования была получена линейная модель вида:

$$Y = \sum_i a_i x_i + B(3.1), \text{ где } B = 268.81396$$

, а необходимое и достаточное число аргументов для описания искомого свойства  $Y$  оказалось на самом деле по числу меньше, чем  $X_2 + X_{26}$ :

Параметр	Коэффициент
7	105,11812
24	13,34068
15	58,09291
17	30,06866
11	16,57959
10	-24,09299
13	-26,11043
18	11,32864
20	-10,01432

При этом коэффициент корреляции модели в описании свойства  $Y$  оказался равным 99,8%, а максимальная относительная ошибка не превышала величины 3%. Как показывает анализ вклада включенных параметров аргументов, рассчитанный методом исключения, выраженный в %: 7 — 34,7; 24 — 40,7; 15 — 10,8; 17 - 7,2; 11 - 1,1; 10 - 2,0; 13 - 2,3; 18 - 0,6; 20 - 0,5, только суммарное число локализованных электронов

<sup>17</sup> .Кутолин С.А.,Котюков В.И.,Писиченко Г.М. Кибернетические модели в материаловедении. Новосибирск: Chem.Lab. NCD, 1996.- 232с.

функциональных групп анальгезирующих средств ряда петидина (аргумент  $X_{24}$ ) и положение имидного водорода ( $X_7$ ) дают вклад в описание искомого свойства  $Y$ , равный 75,4%, а на остальные семь параметров приходится вклад, равный 24,6%, т.е. 3,5% на аргумент.

Физико-органическая характеристика  $Y$ , описывающая относительную анальгезирующую активность средств ряда петидина, аналогов морфина, хорошо предсказывается на основании полученного на ЭВМ модельного правила (табл.3.2).

Для анальгезирующих средств относительная активность  $U$  в ряду петидина определяется суммарным эффектом от действия не коллективизированных, а локализованных электронов функциональных групп. Поскольку такое действие сопровождается увеличением энтропии в нейронной сети, то следует полагать, что для анальгезирующих средств такой процесс — локальное торможение нейронной сети, а сама относительная активность анальгезирующего средства  $U$  есть инвариантное выражение статистического представления энтропии.

Действительно, как показано в<sup>18</sup> и проиллюстрировано в<sup>19</sup>, повышение энтропии в нейронной сети соответствует аналогу уравнения Закура -Тетроде:

$$S = nR \ln T + R \ln \frac{M}{d} \cdot 10^{-2} - R \ln \frac{\lambda \cdot e^{-\lambda}}{n!} \quad (3.2)$$

При постоянных температуре ( $T$ ) и величине молекулярной массы ( $M$ ), что имеет место для веществ ряда петидина, энтропия процесса определяется выражением:

$$S = -R \ln \frac{\lambda^n \cdot e^{-\lambda}}{n!} \quad (3.3)$$

---

<sup>18</sup> Кобозев Н.И. Избранные труды. М.: МГУ, 1978. - с.237-249.

<sup>19</sup> Ерофеев Б.В. Изв.АН БССР, сер.хим., 1980, №1. - с.33-40.

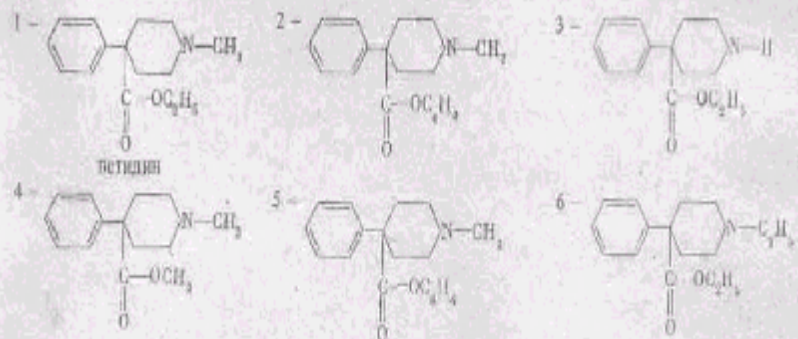
где  $n$  — число функциональных групп анализирующего средства, или число локализованных пар электронов,

**Таблица 3.1**

Матрица для моделирования на ЭВМ относительной аналгезирующей активности  $Y$  аналогов морфина ряда петидина

№ соединения	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$
	$Y$	$M_C$	$N_C$	$N_C^0$	$M_C N_C^0$	$M_C N_C^I$	$R-H$	$R-CH_3$	$C_3H_3$	$C_3H_4$	$C_4H_3$	$CH_2-CH_2OH$	$CH_2OH$
1	100	110	28,6	11,4	3146	1254	0	1	0	0	0	0	0
2	080	110	28,6	11,4	3146	1254	0	1	0	0	0	0	1
3	016	110	28,6	11,4	3146	1254	0	1	0	0	0	0	0
4	020	110	28,6	11,4	3146	1254	0	1	0	0	0	0	0
5	015	110	28,6	11,4	3146	1254	1	0	0	0	0	0	0
6	080	110	28,6	11,4	3146	1254	0	0	1	0	0	0	0
7	050	110	28,6	11,4	3146	1254	0	0	0	1	0	0	0
8	080	110	28,6	11,4	3146	1254	0	0	0	0	1	0	0
9	025	110	28,6	11,4	3146	1254	0	0	0	0	0	1	0
10	020	110	28,6	11,4	3146	1254	0	1	0	0	0	0	0
11	000	110	28,6	11,4	3146	1254	0	1	0	0	0	0	0
12	016	110	28,6	11,4	3146	1254	0	1	0	0	0	0	0

Примечание.





$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	$X_{1,4}$	$X_{1,5}$	$X_{1,6}$	$X_{2,0}$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,3}$	$X_{2,4}$	$X_{2,5}$	$X_{2,6}$	$X_{2,7}$
$C_2H_5O$	$C_2H_5O$	$C_2H_5O$	$C_2H_5$	$C_2H_4OH$	$C_2H_4OCH_3$	$C_2H_4NH_2$	о-нафталин	$M^R$	$N^R$	$N^R$	$M^R N^R$	$M^R N^R$	$M^R N^R$
1	0	0	1	0	0	0	0	137	42,75	15,25	05856,70		2089,20
0	0	0	1	0	0	0	0	123	37,55	14,45	04618,60		1777,30
0	1	0	1	0	0	0	0	165	53,15	16,85	08769,75		2780,25
0	0	1	1	0	0	0	0	185	52,85	21,15	09777,25		3912,75
1	0	0	1	0	0	0	0	123	37,60	13,40	04624,80		1648,20
1	0	0	1	0	0	0	0	151	47,95	16,05	07240,40		2423,60
1	0	0	1	0	0	0	0	165	53,16	16,85	08769,75		2780,25
1	0	0	1	0	0	0	0	179	58,35	17,65	10444,60		3159,30
1	0	0	1	0	0	0	0	167	49,70	20,30	08299,90		3390,10
1	0	0	0	1	0	0	0	153	44,50	19,50	06808,50		2983,50
1	0	0	0	0	1	0	0	167	49,85	20,15	08324,90		3365,00
1	0	0	0	0	0	1	0	152	45,80	18,20	06961,60		2766,40

7

8

9

10

11

12

приходящихся на одну функциональную группу скелета анальгезирующего вещества, а  $\lambda$  — область распределения функциональных групп в скелете анальгезирующей матрицы вещества или пар локализованных электронов.

Если, действительно, относительная активность анальгезирующего средства  $Y$  есть функция энтропии, то для безразмерной величины  $Y$  можно положить

$$\frac{Y}{Y_0} = \frac{S}{R} \quad (3.4)$$

где  $Y_0$  - активность морфина, которую примем для удобства равной 10; тогда имеем

$$Y = -Y_0 R L n \frac{\lambda^n \cdot e^{-\lambda}}{n!} \quad (3.5)$$

Если полагать, что  $n$  изменяется в пределах от 0 до 3, что вполне разумно, так как число функциональных групп в ряду морфин-аналоги петидина как раз и изменяется в пределах трех, а среднее число пар локализованных электронов в функциональных группах  $N_R^2/2 \cdot 3 \rightarrow 3$ , то при величине  $\lambda \rightarrow 2/5$ , т.е. при условии, когда распределение функциональных групп в 2,5 раза больше самой матрицы анальгезирующего средства, являющегося морфином, а  $n = 3$  и  $Y_0 = 10$ , величина  $Y = 97,93$ , т.е. близка к максимальной активности (100) веществ ряда петидина. Наоборот, при  $n \rightarrow 0$  и  $\lambda \rightarrow 1$ , когда, по сути, вещество ряда петидина слабо отличается от своего скелета, т.е. морфина,  $Y = 19,85$ , что свидетельствует о слабой относительной активности веществ ряда петидина по сравнению с активностью исходного морфина. Для достижения величины относительной активности анальгезирующего средства  $Y = 50$  при  $n = 3$  оказывается необходимым и достаточным, чтобы величина  $\lambda \rightarrow 1,2$ , т.е. распределение функциональных групп не слишком сильно отличалось от величины самой матрицы скелета анальгезирующего вещества - морфина.

Тем самым, совершенно очевидно, что и относительная активность анальгезирующих средств (аналоги морфина) имеют смысл статистического истолкования энтропии по Больцману, а вид функции распределения в таком

статистическом описании энтропии определяется законом Пуассона—Смолуховского

$$F(n, \lambda) = \frac{\lambda^n \cdot e^{-\lambda}}{n!} \quad (3.6)$$

что и может служить мерой энтропии информации соржных каталитических систем.

**Таблица 3.2**

*Сравнение результатов расчета относительной анальгезирующей активности  $Y$  средств ряда петидина (аналога морфина) с экспериментальными данными Дайсона и Мея.*

№ соед.	$Y$	$Y_p$	Ошибка	№ соед.	$Y$	$Y_p$	Ошибка
1	100,000	95,437	4,563	2	80,000	79,999	0,001
3	16,000	15,999	0,001	4	20,000	16,727	3,273
5	15,000	14,999	0,001	6	80,000	84,765	-4,765
7	50,000	49,999	0,001	8	80,000	79,999	0,001
9	25,000	28,067	-3,067	10	20,000	19,999	0,001
11	0,0	-0,000	0,000	12	16,000	15,999	0,001

**Компьютерная модель функциональной способности веществ ряда фенетидина проявлять анальгезирующие, жаропонижающие и токсичные свойства в зависимости от состава и строения функциональных групп**

Впервые обнаружена возможность моделирования в рамках аппарата физической химии активности жаропонижающих средств (токсичность, анальгезирующий и жаропонижающий эффект) ряда фенетидина (аналоги фенаcetина) в зависимости от состава функциональных групп и их электронного строения. Показано, что жаропонижающая активность связана с эффектом аггравации, когда искомое свойство определяется в том числе произведением молекулярной массы функциональных групп на суммарное число коллективизированных и локализованных электронов этих групп.

Эвристическим методом найден закон, описывающий активность жаропонижающих средств в энтропийно-статистическом приближении истолкования анальгезирующего, жаропонижающего эффекта и токсичности.

Общеизвестно, что жаропонижающие средства, такие как фенаcetин, обладают не только жаропонижающим, но и болеутоляющим (анальгезирующим) эффектом, а также токсичностью. В предыдущей главе показано, что действие седативных и анальгезирующих средств (ряд петидина) сопровождается изменением энтропии в нейронной сети нервной системы, что и определяет относительную активность этих веществ в ряду подобных соединений<sup>20</sup>. Поэтому представляло интерес, во-первых, в рамках разрабатываемого метода компьютерного моделирования

---

<sup>20</sup> .Ерофеев Б.В., Кутюлин С.А. и др.ДАН,1992.- т.325.- №1.- с.88-92.

физико-химического механизма интенсивности действия веществ ряда фенетидина (аналоги фенатидина), проявляющих функциональные свойства (анальгезирующий (а), жаропонижающий (ж) эффекты, токсичность (т)), найти избирательное влияние электронного строения и состава различных функциональных групп на интенсивность действия лекарственных веществ, а, во-вторых, на основании результатов такого моделирования дать энтропийно-статистическое толкование наблюдаемым фактам эвристическим методом, если это возможно, так как предыдущие исследования свидетельствовали о плодотворности такого подхода.

Обоснования компьютерного варианта расчета интенсивности действия лекарственных веществ приведены в предыдущих главах работы. Эмпирический материал об активности веществ ряда фенетидина заимствован из цитированной работы Дайсона и Мея. Анальгезирующая, жаропонижающая активность, а также токсичность веществ, обозначаемая обычно критериями: "отсутствует", "низкая", "средняя", "высокая", принимались, соответственно, равными числам 1, 2, 3, 4.

Искомые функции  $Y_a$ ,  $Y_j$ ,  $Y_t$  т.е. анальгезирующая, жаропонижающая способность и токсичность, искались как функции аргументов  $X_1$  по  $X_{26}$  (табл. 4.1), где  $X_1$  — молекулярная масса скелета, а  $X_2$ - $X_5$ , — суммарное число коллективизированных и локализованных электронов, т.е.  $N_c^k$ ,  $N_c^l$ , в скелете матрицы вещества, а также произведение этих величин на молекулярную массу скелета. Значения этих величин для всех соединений равны и приведены ниже:

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_6$
$M_c$	$N_c^k$	$N_c^l$	$M_c N_c^k$	$M_c N_c^l$
135	34.25	15.75	4623.7	2126.2

Аргументы с  $X_6$ - $X_{20}$ ,  $X_{26}$  описывают состав функциональных групп фенетидина, а аргументы  $X_{21}$ - $X_{26}$ , соответствуют значе-

ниям суммарной молекулярной массы функциональных групп, включаемых в скелет матрицы МР, суммарному числу коллективизированных ( $N_R^k$ ) и локализованных ( $N_R^l$ ) электронов, а также произведению этих величин и молекулярную массу  $M_R$  соответственно.

В результате компьютерного многофакторного моделирования были получены линейные уравнения вида:  $Y = \sum a_i X_i + B$ , где  $a_i$  и  $B$  — коэффициенты, описывающие в рамках модели искомое свойство:  $Y_a, Y_{ж}, Y_T$ .

Не все 26 аргументов, а лишь ограниченное число параметров оказалось необходимым и достаточным для описания искомого свойства.

I. Модель для расчета  $Y_a$ . В результате построения модели анальгезирующей активности веществ ряда фенетидина были получены уравнения, где величина  $B = 3,0$ , значения включенных аргументов  $X_i$  принимали следующие коэффициенты  $a_i$  причем аргумент  $X_6$  оказался в степени 2:

Параметр	Коэффициент	Параметр	Коэффициент
13	-1,99999	6	-0,25000
26	-1,99999	9	-0,74999
15	1,25000	11	-0,74999
8	1,25000	17	-1,25000
12	-2,25000	10	-1,25000
17	1,25000	19	0,25000




При этом вклад включенных параметров, рассчитанный методом исключения, составил 70% для следующих аргументов функциональных групп: 2,6- 15,1; 13-15,1; 12 - 19,1; 7 - 18,6, а коэффициент корреляции модели был близок к 1. При этом, как показывают результаты расчета (табл. 4.2), абсолютная ошибка между расчетной величиной и опытом равна нулю практически для всех 15 результатов опыта. Этот поразительный факт свидетельствует по существу о наличии, видимо, функциональной зависимости между искомым свойством и аргументами, имеющей смысл закона! Следует

отметить, что характер действия анальгезирующего эффекта  $Y_a$  вещества ряда фенетидина отличается от действия на нервную систему веществ петидина (ряд морфина) видом и характером включаемых функциональных групп, хотя, как будет показано, энтропийно-статистическая природа такого действия на нейронную сеть сохраняется в обоих случаях.

**Таблица 4.1**

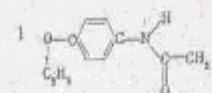
*Классификационная матрица активности действия веществ ряда фенетидина как функции аргументов  $X_i$*

№ соединения *	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$	$X_{17}$
	$R=H$	$R=CH_3$	$R=C_2H_5$	$R=C_3H_7$	$R=C_4H_9$	$R=C_6H_5$	$R=C_2H_5$	$R=C_3H_7$	$R=C_4H_9$	$R=C_6H_5$	$R=C_2H_5$
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

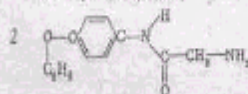
$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{11}$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$	$X_{25}$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$
			$M_R$	$N_R^K$	$N_R^H$	$M_R N_R^K$	$M_R N_R^H$		$R=OCH_3$	$Y_{21}$	$Y_{22}$	$Y_{23}$
0	0	0	44	12,55	7,45	552,2	327,8	0	4, B	B, 4	2, H	
0	0	0	59	15,6	10,4	920,4	613,4	0	B, 4	B, 4	3, C	
0	0	0	92	28,65	9,35	2635,8	860,2	0	H, 2	2	2, H	
0	0	0	116	29,2	18,8	3387,2	2180,8	0	3, C	3, C	2, H	
0	0	0	45	10,4	9,6	448	432	0	2H	2H	2	
0	0	0	72	22,9	9,1	1648,8	655,2	0	3, C	2, H	3, C	
0	0	0	80	20,5	11,5	1640	920	0	3, C	+1	3, C	
0	0	0	106	27,55	14,45	2920,3	1531,7	0	3, C	3, C	3, C	
0	0	0	74	19,5	12,4	1443	925	0	3, C	B, 4	3, C	
0	0	0	208	51,5	30,5	10712	6344	1	2H	1	2H	
0	0	0	46	17,7	8,3	814,2	381,8	0	2H	3, C	3, C	
1	0	0	104	31	11	3224	1144	0	3, C	3, C	3, C	
0	0	0	2	3	1	6	2	0	3, C	2H	2H	
0	1	0	58	17,75	8,25	1029,5	478,5	0	3, C	C, 3	2H	
0	0	1	124	34,65	15,35	4296,6	1903,4	0	3, C	3, C	3, C	



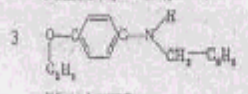
Примечание



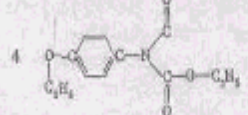
Нитрофенилэтилен (фенилэтилен)



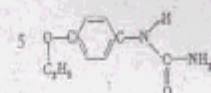
Метилнитрофенилэтилен (фенилэтилен)



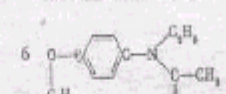
Нитрофенилэтилен



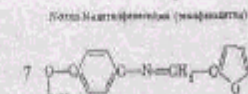
4-этоксинаитрофенилэтилен (фенилэтилен)



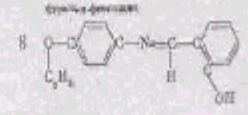
4-этоксинаитрофенилэтилен (фенилэтилен)



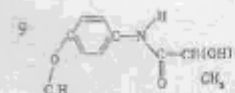
Полнонитрофенилэтилен (метилфенилэтилен)



Фенилэтилен-фенилэтилен



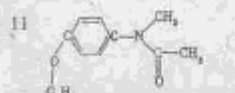
Фенилэтилен-фенилэтилен (метилэтилен)



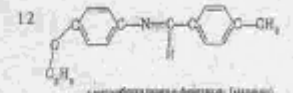
Нитрофенилэтилен (фенилэтилен)



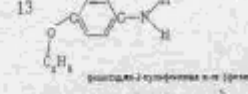
Тетраэтоксинаитрофенилэтилен (фенилэтилен)



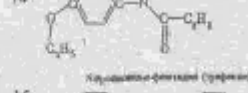
Нитрофенилэтилен-фенилэтилен (метилфенилэтилен)



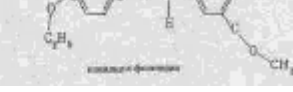
4-этоксинаитрофенилэтилен-фенилэтилен (метилфенилэтилен)



Фенилэтилен-2-этоксинаитрофенилэтилен (фенилэтилен)



Нитрофенилэтилен-фенилэтилен (фенилэтилен)



Фенилэтилен-фенилэтилен

## II. Модель для расчета Уж.

Модель расчета жаропонижающей активности веществ ряда фенетидина описывается уравнением линейной регрессии, где  $B = 67,32950$ , а коэффициенты  $a$  при аргументах  $X$  принимают следующие значения:

Параметр	Коэффициент	Параметр	Коэффициент
4	0,01000	16	-0,21243
5	-0,05204	17	-1,94287
6	0,03196	18	0,20164
7	1,02549	19	0,05595
8	1,03059	20	0,24233
9	-0,85329	21	0,00065
10	-0,84963	22	-0,00419
11	-1,00044	23	0,00849
12	-0,90137	25	0,00005
13	0,10091	24	-0,00004
14	0,16426	26	-0,21243
15	0,05327		

Вклад включенных параметров, рассчитанный методом исключения, составил для следующих аргументов в сумме 77,5%: 7 - 27,6; 17 - 31,6; 24 - 6,10; 25 - 6,10;

26 — 6,10, а коэффициент корреляции модели близок к единице.

Обращает на себя внимание тот факт, что ряд аргументов, действующих как анальгезирующие факторы, сохраняется и при описании интенсивности жаропонижающего эффекта ( $X_7$  и  $X_{26}$ ), а в отличие от роли коллективизированных и локализованных электронов, приводящих к повышению энтропии в нейронной сети, что отмечалось для седативных морфиноподобных средств, жаропонижающий эффект проявляется как совокупное действие увеличения в матрице скелета веществ ряда фенетидина не только функциональных групп различного состава ( $X_7$ ,  $X_{17}$ ,  $X_{26}$ ), но и аггравационного эффекта<sup>21</sup> от действия произведения молекулярной массы функциональных групп на суммарное число коллективизированных и локализованных электронов функциональных групп ( $X_{24}$ ,  $X_{25}$ ) веществ в скелете препаратов ряда

<sup>21</sup> .Кобозев Н.И.Избранные труды.М.: МГУ,1978.т.1.-с.84.

фенетидина. Результаты сопоставления расчета и литературных данных (табл.4.3) также свидетельствуют о существовании в компьютерной зависимости какого-то строгого закона, так что абсолютная ошибка между этими величинами оказывается равной нулю.

**Таблица 4.2**

*Сопоставление результатов расчета аналъгезирующей активности  $Y_a$  для веществ ряда фенетидина с литературными данными Дайсона и Мея \**

№ соед.	$Y_a$	Расчет	№ соед.	$Y_a$	Расчет
1	4	4	2	4	4
3	2	2	4	3	3
5	2	2	6	2	2
7	1	1	8	3	3
9	4	4	10	1	1
11	3	3	12	3	3
13	2	2	14	3	3
15	3	3			

Здесь и в табл. 4.3, 4.4 нумерация соединений соответствует таковой в табл. 4.1.

**Таблица 4.3**

*Сопоставление результатов расчета жаропонижающей способности  $Y_{ж}$  для веществ ряда фенетидина с литературными данными.*

№ соед.	$Y_{ж}$	Расчет	№ соед.	$Y_{ж}$	Расчет
1	4	4	2	4	4
3	2	2	4	3	3
5	2	2	6	3	3
7	3	3	8	3	3
9	3	3	10	2	2
11	2	2	12	3	3
13	3	3	14	3	3
15	3	3			

III. Модель токсичности веществ ряда фенетидина ( $Y_T$ ).

Постоянный член регрессии по результатам моделирования  $Y_T$  оказался равным  $B = 3.22832$ , а коэффициенты  $a$  при аргументах  $X$  принимают следующие значения:

Параметр	Коэффициент	Параметр	Коэффициент
6	-0,61397	19	-0,52225
25	-0,0019	9	-0,44877
10	0,25728	7	-0,55125
15	0,56370	12	0,44905
8	0,50376	17	0,39643
11	-0,53120	20	0,13806

Вклад включенных параметров, рассчитанных методом исключения, составил 71,4% для следующих аргументов: 6 - 36,7; 25 - 20,4; 7 - 14,9%, а коэффициент корреляции модели близок единице. Тем самым токсичность ( $Y_T$ ) веществ ряда фенетидина, в частности, обусловлена таким вкладом функциональных групп ( $X_7, X_{25}$ ), которые являются необходимыми и достаточными в то же время и для описания анальгезирующей и жаропонижающей способности веществ ряда фенетидина. Однако, как видно из приводимого анализа, вклад этих нежелательных аргументов может быть уменьшен, что и должно повести к снижению токсичности препаратов ряда фенацетина. Как показывает сопоставление результатов расчета и литературных данных, токсические свойства веществ описываются (табл.4. 4) полученной моделью так же хорошо, как и  $Y_a, Y_j$ .

**Таблица 4.4**

*Сопоставление результатов расчета токсичности  $Y_T$  для веществ ряда фенетидина с литературными данными.*

№ соед.	$Y_T$	Расчет	Ошибка	№ соед.	$Y_T$	Расчет	Ошибка
1	2,000	2,000	0,000	2	3,000	3,000	0,000
3	2,000	2,000	0,000	4	2,000	2,0000	0,000
5	2,000	2,000	0,0000	6	3,000	3,000	0,000
7	3,000	3,051	-0,051	8	3,000	2,933	0,067
9	3,000	3,009	0,000	10	2,000	2,007	-0,007
11	3,000	3,000	0,000	12	3,000	3,008	-0,008
13	2,000	2,009	0,000	14	2,000	2,000	0,000
15	3,000	3,000	0,000				

III. Модель токсичности веществ ряда фенетидина ( $Y_T$ ).

Постоянный член регрессии по результатам моделирования  $Y_T$  оказался равным  $B = 3.22832$ , а коэффициенты  $a$  при аргументах  $X$  принимают следующие значения:

Параметр	Коэффициент	Параметр	Коэффициент
6	-0,61397	19	-0,52225
25	-0,0019	9	-0,44877
10	0,25728	7	-0,55125
18	0,56370	12	0,44905
8	0,50376	17	0,39643
11	-0,53120	20	0,13806

Вклад включенных параметров, рассчитанных методом исключения, составил 71,4% для следующих аргументов: 6 - 36,7; 25 - 20,4; 7 - 14,9%, а коэффициент корреляции модели близок единице. Тем самым токсичность ( $Y_T$ ) веществ ряда фенетидина, в частности, обусловлена таким вкладом функциональных групп ( $X_7, X_{25}$ ), которые являются необходимыми и достаточными в то же время и для описания анальгезирующей и жаропонижающей способности веществ ряда фенетидина. Однако, как видно из приводимого анализа, вклад этих нежелательных аргументов может быть уменьшен, что и должно повести к снижению токсичности препаратов ряда фенаcetина. Как показывает сопоставление результатов расчета и литературных данных, токсические свойства веществ описываются (табл.4. 4) полученной моделью так же хорошо, как и  $Y_a, Y_j$ .

Полагая, как и в предыдущих главах работы, что относительная интенсивность действия веществ ряда фенетидина имеет энтропийно-статистическую природу, получаем из уже известного уравнения (4.1) соотношение (4.2), если будем считать, что функции распределения ( $F_{nc}$ ) для функциональных групп в скелете матрицы фенетидина подчиняются соотношению Пуассона-Смолуховского, а вклад, результирующей функции есть величина аддитивная от составляющих эффектов, т.е.  $Y = Y_a + Y_j + Y_T$ :

$$Y = -Y_0 RLn \frac{\lambda^n e^{-\lambda}}{n!} \quad (4.1)$$

где  $Y_0$  — относительная постоянная интенсивности эффекта, которая принимается равной 1/2 при условии, что веществу

ряда фенетидина соответствует равновесие между скелетом (С) и совокупностью функциональных групп (Ф), когда  $C\Phi \Leftrightarrow C + \Phi$ ;  $n$  — число функциональных групп в скелете матрицы вещества, а  $\lambda$  — область флуктуации функциональных групп или пар коллективизированных, локализованных электронов в функциональных группах таким образом, что по величине  $\lambda$  можно судить о величине, показывающей, во сколько раз объем матрицы скелета больше объема флуктуирующих в ней функциональных групп,  $R$  — газовая постоянная в э.е.:

$$Y = -Y_0 RLnF_{IC}^a - Y_0 RLnF_{IC}^{жс} - Y_0 RLnF_{IC}^m \quad (4.2)$$

т.е. имеет место принцип аддитивности вклада в результирующую составляющую. Откуда имеем:

$$Y = -\frac{3}{2} RLn \frac{\lambda^n \cdot e^{-\lambda}}{n!} \quad (4.3)$$

Из анализа такой функции следует, что наблюдаемые результирующие эффекты величины  $Y$ , имеющейся в пределах 1, 2, 3, 4, имеют место при следующих обстоятельствах.

При числе функциональных групп, стремящихся к нулю, т.е.  $n=0$ , а  $\lambda \rightarrow 1$ , интенсивность эффекта  $Y = 3$ . При  $n \rightarrow 1$ , когда  $\lambda \rightarrow 0,4$ , т.е. объем функциональных групп в 2,5 раза меньше объема скелета матрицы, активность веществ ряда фенетидина  $Y \rightarrow 3,92$ , т.е. высокой активности. При  $n \rightarrow 0$  и  $\lambda = 0,4$  величина результирующего эффекта активности  $Y \rightarrow 1,19$ , т.е. практически отсутствует, что и наблюдается экспериментально во всем объеме проведенных исследований.

## **Компьютерное моделирование физико-органической природы действия снотворных и седативных средств**

В настоящей работе при выявлении физико-органической природы действия снотворных и седативных средств, т.е. при определении длительности действия на организм как функции молекулярной массы скелета ( $M_c$ ), состава функциональных групп и числа коллективизированных ( $N^k$ ), локализованных ( $N^l$ ) электронов функциональных групп седативных и снотворных средств использовалась методика компьютерного эксперимента.

В качестве эмпирического материала для создания модели использовались данные по химии синтетических лекарственных веществ Дайсона и Мея, для которых в этой работе даны подробности химического, физико-органического действия и длительности воздействия на организм, в частности, снотворных и седативных веществ. Для прогнозирования по данным длительности действия ( $Y$  в часах) снотворных и седативных средств строилась матрица, аргументы которой с  $X_1$  по  $X_{29}$  включали в себя:  $X_1$  - молекулярная масса скелета седативного или снотворного вещества;  $X_2$  —  $X_5$  — числа коллективизированных и локализованных электронов, а также их произведение на молекулярную массу скелета;  $X_6$  —  $X_{24}$  — наличие различных функциональных групп;  $X_{25}$  —  $X_{29}$  — общая молекулярная масса функциональных групп, число коллективизированных и локализованных электронов в них и произведение молекулярной массы функциональных групп на число указанных электронов соответственно. Вид используемой матрицы представлен в табл.5.1. Как показывают результаты моделирования  $Y$ , т.е. длительности действия снотворных и седативных веществ как функции влияния всех без

исключения аргументов  $X_1 — X_{29}$ , коэффициент корреляции модели достигает 92%, а максимальная относительная ошибка не превышает 6,5 отн. %.

**Таблица 5.1**

*Классификационная матрица длительности действия снотворных и седативных средств как функция аргументов*

X

Соединение	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	Количество различных функциональных групп $X_1 - X_{29}$
	$M_c$	$N_c^K$	$N_c^P$	$M_c^K N_c$	$M_c N_c^P$	
1. Азитобарбитон	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_1 - 2$
2. Алурил	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_1 - 1$
3. Амгетал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_4 - 1$
4. Барбитон	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_6 - 1$
5. Векбарбитал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_1 - 1$
6. Гексетал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_1 - 1$
7. Галлобарбитон	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_{12} - 1$
8. Дельтагал	140	26,25	23,75	3675,0	3325,0	$X_1 - 1$
9. Дормовал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_{14} - 1$
10. Ипрал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_7 - 1$
11. Наркопумал	140	25,25	23,75	3675,0	3325,0	$X_1 - 1$
12. Неопал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_1 - 1$
13. Ноктад	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_{16} - 1$
14. Пентотал	142	21,20	22,80	3010,4	3251,8	$X_3 - 1$
15. Прометал	140	26,25	23,75	3675,0	3325,0	$X_{13} - 1$
16. Промонал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_6 - 1$
17. Рузимал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_6 - 2$
18. Сандотал	126	21,10	22,90	2658,6	2885,4	$X_1 - 1$
						$X_{11} - 1$

Решение же задачи на ЭВМ в рамках моделирования величины длительности действия снотворных и седативных средств  $Y$  как функции необходимого и достаточного числа аргументов позволило выявить наиболее простую зависимость в форме линейной регрессии, при этом количества параметров, включенных в модель, ограничивается восемью аргументами (коэффициент



корреляции модели достаточно высок - 84,7%, максимальная ошибка в определении величины Y составляет 12отн.%).

В вычислительную модель (5.1) оказались включенными следующие аргументы с коэффициентами регрессии  $a_i$  и свободным членом уравнения  $B = 50,46492$ :

$$Y = \sum_i a_i x_i + B(5.1)$$

Параметр	Коэффициент	Параметр	Коэффициент
1	-0,26001	14	-2,81455
26	-0,23486	13	-2,54384
15	-4,47390	20	1,19939
8	-1,28291	16	2,39877

Вклад включенных параметров, рассчитанный методом исключения для аргументов  $X_i$  составляет, %: 1 - 20,3; 26 - 15,0; 15 - 12,2; 8 - 11,1; 14 - 11,4; 13 - 10,0; 20 - 9,9; 16 - 9,9. Из полученных результатов следует, что два аргумента -  $X_1$  и  $X_{26}$ , - вносят в модель вклад в количестве 35%, а 65% приходится на остальные 6 аргументов, что составляет в среднем 11%. При этом, как показывают результаты моделирования (табл.5.2), наблюдается удовлетворительное совпадение между теорией и экспериментом. Таким образом, физико-органическая природа длительности действия снотворных веществ может быть описана на основании полученного на ЭВМ правила, что позволяет практически подойти к оптимизации синтеза снотворных веществ путем вариации найденных аргументов в пределах исследуемых классов органических соединений.

Однако понимание физико-химической природы действия снотворных и седативных средств может быть достигнуто путем развития представлений об энтропийно-статистической природе молекулярного каркаса исследуемых веществ ( $X_1$ ) и характере влияния числа коллективизированных электронов ( $X_{26}$ ) функциональных групп седативных и снотворных средств.

Если полагать, что действие снотворных и седативных средств в нейронной сети уподобляется действию газа<sup>22</sup> по аналогии с представлениями осмоса по Вант-Гоффу, то энтропия такого газа может быть вычислена по формуле, аналогичной формуле Закура—Тетроде:

$$S = nR \ln T + R \ln \frac{M}{d} \cdot 10^{-2} - R \ln \frac{\lambda \cdot e^{-\lambda}}{n!}$$

где  $n$  — число функциональных групп;  $M, d$  — молекулярная масса, плотность седативного, снотворного средства;  $\lambda$  — область распределения функциональных групп в матрице скелета снотворного, седативного вещества.

**Таблица 5.1 (окончание)**

Социально	$X_{11}$	$\pm X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11}$	$\chi, \text{ч}$
	$M_R$	$N_R^K$	$N_R^P$	$M_R N_R^K$	$M_R N_R^P$	
1. Аллобарбитон	82	28,40	7,60	2328,8	623,2	8
2. Алурут	84	31,45	6,55	2641,8	650,2	8
3. Амитап	100	39,70	6,30	3970,0	630,0	8
4. Барбитон	58	24,10	3,90	1397,8	226,2	12
5. Винбарбитал	98	36,65	7,35	3591,2	720,3	8
6. Гоксетал	114	44,90	7,10	5118,6	809,4	8
7. Гексенбарбитон	86	35,25	6,75	3384,0	648,0	7
8. Деламитал	98	36,65	7,35	3591,2	720,3	8
9. Дормонит	124	39,30	12,70	4873,2	1574,8	4
10. Играл	72	29,30	14,70	2109,6	1058,4	12
11. Наркокумал	84	31,45	6,55	2641,8	590,2	8
12. Неоптил	86	34,50	5,50	2967,0	473,0	12
13. Нокетал	163	31,80	12,20	5183,4	1988,6	8
14. Пенгетал	100	39,70	6,30	3970,0	630,0	4
15. Промитал	106	34,20	9,80	3625,2	1038,8	4
16. Прозовал	86	34,50	5,50	2967,0	473,0	12
17. Рутинил	92	29,00	9,00	2668,0	828,0	12
18. Сидонитал	58	36,65	7,35	3591,2	720,3	8

<sup>22</sup> .Rashevsky N.Mathematical Biophysics.Physicomathematical Foundation of Biology.N.Y.,1959.-p.133.

**Таблица 2**

Сравнение результатов расчетов длительности действия снотворных и седативных средств (Y, ч) как функции необходимого и достаточного числа аргументов модели с экспериментальными данными Дайсона и Мея\*.

№ соед.	Y	Расчет	Ошибка	№ соед.	Y	Расчет	Ошибка
1	8,000	8,468	-0,468	14	4,000	4,220	-0,220
2	8,000	9,035	-1,035	15	4,000	6,031	-2,031
3	8,000	8,380	-0,380	16	12,000	12,000	0,000
4	12,000	12,044	-0,044	17	12,000	10,893	1,107
5	8,000	9,096	-1,096	18	8,000	7,813	0,187
6	8,000	7,159	0,841	19	4,000	6,592	-2,592
7	4,000	6,611	-2,611	20	8,000	7,793	0,207
8	8,000	8,000	0,000	21	8,000	6,592	1,408
9	4,000	4,000	0,000	22	4,000	5,511	-1,511
10	12,000	10,822	1,178	23	12,000	9,672	2,328
11	8,000	5,394	2,606	24	8,000	5,389	2,611
12	12,000	12,000	0,000	25	8,000	7,637	0,363
13	8,000	10,235	-2,235	26	8,000	8,016	-0,016
				27	8,000	6,595	1,405

\*Нумерация веществ соответствует таковой в табл. 5.1

Тем самым энтропия седативного, снотворного средства, возрастая с увеличением молекулярной массы каркаса, числа и характера распределения функциональных групп, их коллективизированных электронов в структуре скелета вещества, приводит к увеличению торможения нейронной сети. т.е увеличению длительности действия снотворного, седативного среда. К аналогичному утверждению об увеличении энтропии веществ и процессов с увеличением их молекулярной массы в свое время пришел Н.И. Кобозев в теории энтропийных правильностей<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> .Кобозев Н.И. Избранные труды.М.; МГУ.-1978.-т.2.-с.241-281.

**Физико - органическая модель и статистическая достоверность функциональной синергизма действия душистых веществ и анальгезирующих, седативных средств**

Впервые получена модель физико-органического механизма функциональной аналогии действия душистых веществ и анальгезирующих, седативных, снотворных средств. На основании статистического анализа выявлены условия приемлемости выбранных моделей интенсивности действия снотворных, седативных и анальгезирующих средств и показано, что расхождение между эмпирическим и теоретическим материалом носит случайный характер. Аналогичная достоверность найдена и для модели классификации душистых веществ. Теоретически предсказаны и в компьютерном эксперименте обнаружены инварианты между средней линейной длиной молекул душистых веществ и молекул седативных, снотворных и анальгезирующих средств.

В предыдущих главах путем использования линейных компьютерных моделей показана возможность прогнозирования, с одной стороны, принадлежности веществ алифатического, карбоциклического и ароматического ряда в зависимости от состава и строения функциональных групп к различным классам душистых веществ, а с другой - найдены необходимые и достаточные аргументы в описании интенсивности действия анальгезирующих и седативных средств как функции состава и электронного строения функциональных групп и матрицы лекарственных веществ. При этом доказана энтропийно-статистическая природа действия лекарственных средств в нейронной сети. Природа действия душистых веществ в нейронной сети описывалась осмотическим законом по аналогии с законом идеального газа Вант-

Гоффа в теории разбавленных растворов. Тогда в этом случае, естественно, энтропия распространения душистого вещества в нейронной сети будет аналогична закону изменения энтропии для разбавленных растворов, т.е. будет иметь место равенство

$$S = -RLnN,$$

где N—мольная доля душистого вещества.

Поскольку природа действия в нейронной сети душистых веществ и лекарственных средств носит энтропийно-статистический характер, а, как показывает компьютерный эксперимент, разница между искомым ( $U_l$ ) и прогнозируемым ( $U_p$ ) свойствами веществ достаточно мала, т.е. относительная ошибка невелика и коэффициент корреляции компьютерной модели близок к единице, то представляло интерес построение модельной аналогии между "работой" в нейронной сети душистых веществ и анальгезирующих, седативных средств, тем более что роль состава функциональных групп и числа их коллективизированных, локализованных электронов является необходимым и достаточным условием в описании искомого свойства. Помимо построения такого рода эвристической модели аналогии действия душистых и лекарственных веществ, была бы желательна проверка ее статистической достоверности. Такого рода проверка может быть проведена в рамках статистического анализа разностей  $U_l - U_p = \Delta U$  путем выявления этими методами статистических критериев<sup>24</sup> случайности характера расхождения между эмпирическим распределением  $U_l$  и его теоретическими значениями  $U_p$ . Далее по выявленному

---

<sup>24</sup> Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. М.:Мир,1969; Шор Я.Б.Статистические методы анализа и контроля качества надежности .М.: Соврадио,1962; Рао С.Р.Линейные статистические методы и их применение.М.: Наука,1968.

статистическому закону распределения величин  $\Delta U$ , параметрам такого закона (среднее, дисперсия, асимметрия, эксцесс) и по нахождению ошибочного отклонения гипотезы о выбранном законе распределения можно сделать заключение о близости таковых законов распределения для душистых веществ и анальгезирующих, седативных средств.

I. Эвристическая модель. Пусть молекулы душистых (д) веществ, анальгезирующих (м) и седативных (с) средств в нейронной сети совершают колебания со средней линейной длиной (областью)  $\lambda_d$   $\lambda_m$   $\lambda_c$ . Тогда на единичный импульс модельной среды  $(\lambda_d/\lambda_m)^3$  будем иметь:

$$(\lambda_d/\lambda_m)^3 = R_d/R_m, \quad (6.1)$$

где согласно сказанному  $R_m=1$ , а величина импульса молекул душистого вещества  $R_d$  пусть будет равна

$$R_d = 2\pi \cdot m \cdot v \cdot A \cdot \cos 2\pi vt, \quad (6.2)$$

Где  $m, v, A$  – масса, частота, амплитуда колебаний молекулы душистого вещества в нейронной сети. В какой -то начальный момент времени и при единичных значениях  $m, v, A$  имеем:

$$(\lambda_d/\lambda_m)^3 = 2 \cdot \pi \quad (6.3)$$

или

$$(\lambda_d/\lambda_m) = (2 \cdot \pi)^{1/3} \quad (6.4)$$

т.е. среднее отношение линейных длин колебаний молекул в нейронной сети для душистого вещества и анальгезирующего средства есть инвариант:  $a = (2 \cdot \pi)^{1/3}$ .

Поскольку описание искомого свойства интенсивности действия седативных средств в нейронной сети связано с проявлением преимущественно роли в нейронной сети коллективизированных электронов функциональных групп (что определяется частотой колебания таких электронов, задаваемых в форме осцилляторов), то при сравнении отношения величин  $(\lambda_d/\lambda_c)^3$  следует выбирать не отношение импульсов  $R_d$  и  $R_c$ , а величины их частот  $\nu_d$  и  $\nu_c$ . Причем для единичной частоты  $\nu_c = 1$  величине  $\nu_d$  должно

соответствовать колебание молекулы по трем координатам и времени, т.е. соотношение (6.1) в данном случае принимает вид

$$(\lambda_d/\lambda_c)^3 = 4 \cdot v_d/v_c \quad (6.5), \text{ где}$$

$$v_d = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\gamma}{m}},$$

$\gamma$  – упругая постоянная. Тогда при величинах  $\gamma/m$  имеем

$$(\lambda_d/\lambda_c)^3 = 2/\pi \quad (6.6) \text{ или}$$

$$(\lambda_d/\lambda_c) = (2/\pi)^{1/3} \quad (6.7)$$

т.е. среднее отношение линейных длин колебаний молекул в нейронной сети для душистого вещества и седативного средства есть инвариант  $a = (2/\pi)^{1/3}$ .

Из соотношений (6.3), (6.4) и (6.6), (6.7) получаем, соответственно

$$(\lambda_c/\lambda_m)^3 = \pi^2 \quad (6.8)$$

$$(\lambda_c/\lambda_m) = \pi^{2/3} \quad (6.9)$$

т.е. среднее отношение линейных длин колебаний молекул седативных и анальгезирующих средств в нейронной сети есть инвариант, равный  $a = \pi^{2/3}$ .

Периодический характер отношений величин  $\lambda_d$ ,  $\lambda_m$ ,  $\lambda_c$  позволяет для функций  $F(\lambda_d)$ ,  $F(\lambda_m)$ ,  $F(\lambda_c)$  написать преобразование Фурье в общем виде, например:

$$F(\lambda_d) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\lambda_p) \cos(\lambda_p - \lambda_d) d\lambda_m \quad (6.10)$$

где  $i$  - это  $m$  или  $c$ . Тогда для любой функции:  $U_d$ ,  $U_m$ ,  $U_c$ , соответствующей искомому свойству с какой-то величиной периодического инварианта  $a$ , распространение импульса от душистых веществ, анальгезирующих, седативных средств будет соответствовать в нейронной сети импульсу с  $\pi$ -периодом.

II. Статистическая достоверность. Если инварианты  $a$  приведенных моделей (6.3), (6.4) и (6.6), (6.7) действительно имеют место, то они могут быть найдены путем обнаружения закона

распределения величин  $U_l - U_p = \Delta U$  для душистых, анальгезирующих и седативных средств, где величины  $\lambda$  в относительных единицах будут играть роль средних арифметических. Величины  $\Delta U$  для седативных и анальгезирующих средств приведены, например, в табл. 6.1, 6.2, а для 68 душистых веществ могут быть рассчитаны по методике<sup>25</sup>. Тогда, используя программы математического обеспечения ЭВМ<sup>26</sup>, удалось осуществить все необходимые расчеты. Ниже приводятся результаты расчета по этим стандартным программам.

**Таблица 6.1**

Сравнение результатов расчета длительности действия снотворных и седативных средств как функции необходимого и достаточного числа аргументов модели с экспериментальными данными.

№ снотв.	$Y_n^{**}$	$Y_p$	$\Delta Y$	№ снотв.	$Y_n^{**}$	$Y_p$	$\Delta Y$
1	8,000	8,468	-0,468	2	8,000	9,035	-1,035
3	8,000	8,380	-0,380	4	12,000	12,044	-0,044
5	8,000	9,096	-1,096	6	8,000	7,159	0,841
7	4,000	6,511	-2,511	8	8,000	8,000	0,000
9	4,000	4,000	0,000	10	12,000	10,822	1,178
11	8,000	5,394	2,606	12	12,000	12,000	0,000
13	8,000	10,235	-2,235	14	4,000	4,220	-0,220
15	4,000	6,031	-2,031	16	12,000	12,000	0,000
17	12,000	10,893	1,107	18	8,000	7,813	0,187
19	4,000	6,592	-2,592	20	8,000	7,793	0,207
21	8,000	6,592	1,408	22	4,000	5,511	-1,511
23	12,000	9,672	2,328	24	8,000	5,389	2,611
25	8,000	7,637	0,363	26	8,000	8,016	-0,016
27	8,000	6,595	1,405				

Снотворные и седативные средства (табл. 6.1). Статистические результаты: критерий Бернштейна; отклонение от

<sup>25</sup>. Бернштейн С.Н. Курс теории вероятности. М.-Л.: Гостехиздат, 1946.

<sup>26</sup>. Сб. Математическое обеспечение ЕС ЭВМ (Пакет научных подпрограмм, ч.6). Минск, 1976. - вып. 10.



1- 0,300; закон распределения - Пуассона Шарлье: среднее 5,400, дисперсия 14,300, асимметрия 1,417, эксцесс -0.302.

Расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением носит случайный характер; вероятность ошибочного отклонения гипотезы о выбранном законе распределения 0,118.

Тем самым выбранная ранее модель для расчета Ур (табл. 6.1) имеет смысл закона, так как расхождение между эмпирическим (Уд) и теоретическим распределением, т.е. величина У, носит случайный характер. Об этом свидетельствует критерий согласия Бернштейна, по которому чем ближе к единице, тем полнее согласие эмпирического распределения с теоретическим:

$$D = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \frac{(m_i - m_i^0)^2}{m_i^0 (1 - m_i^0 / n)} \quad (6.11)$$

где  $m_i$ ,  $m_i^0$  - эмпирические и теоретические частоты по интервалам, на которые разбита область значений наблюдаемой случайной величины.

**Таблица 2**

*Сравнение результатов расчета относительной анальгезирующей активности У средств ряда петипина (аналог морфина) с экспериментальными данными*

$U^{\text{свчд}}$	$Y_i^{\text{т.т}}$	$Y_p$	$\Delta Y$	$U^{\text{свчп}}$	$Y_i^{\text{т.т}}$	$Y_p$	$\Delta Y$
1	100,000	96,437	3,563	1	80,000	79,999	0,001
2	16,000	16,999	-0,999	4	20,000	16,327	3,673
3	13,000	14,999	-1,999	6	80,000	84,765	-4,765
7	50,000	49,999	0,001	8	80,000	79,999	0,001
9	25,000	28,067	-3,067	10	20,000	19,999	0,001
11	0,0	0,000	0,000	12	16,000	15,999	0,001

Анальгезирующие вещества (табл.6.2). Статистические результаты: критерий Бернштейна; отклонение от  $1=0,300$ ; закон распределения - геометрический: среднее 2,400, дисперсия 10,800, асимметрия 1,242, эксцесс -0,799.

Расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением носит случайный характер. Вероятность ошибочного отклонения гипотезы о выбранном законе распределения 0,102.

Как видно из этих результатов, модель для расчета величины Ур (табл.6. 2) также имеет смысл закона в силу случайного характера расхождения между эмпирическим Уд и теоретическим распределениями, о чем свидетельствует критерий Бернштейна.

Однако для седативных и снотворных средств, в отличие от анальгезирующих веществ, статистический закон распределения величины  $\Delta U$  подчиняется закону Пуассона-Шарлье(6.12). Для анальгезирующих веществ характерен геометрический закон распределения(6.13):

$$P(n, \lambda_c) = \frac{\lambda_m^n}{n!} \cdot e^{-\lambda} \left[ 1 + \frac{S^2 - \lambda}{\lambda^2} \cdot \frac{n(n-1)}{2} - \lambda \cdot n + \frac{\lambda^2}{2} \right] (6.12)$$

где  $\lambda c$ —область распределения(принимаемая равной среднему арифметическому), а  $S^2$ -дисперсия,  $n=0,1,2\dots$

$$P(n, \lambda_m) = \left( 1 - \frac{1}{\lambda_m + 1} \right)^n \cdot \frac{1}{\lambda_m + 1} (6.13)$$

Тем не менее при сравнении параметров законов таких распределений (среднее —  $\lambda$ ; дисперсия -  $S^2$ ; коэффициент асимметрии -  $A$ ; коэффициент эксцесса (крутизны) кривой распределения -  $E$ ) заметна довольно значительная близость в ходе самих кривых распределения, что вполне естественно, так как оба закона (6.12) и (6.13) математически выводятся из биномиального закона распределения, как и ранее используя закон Пуассона-Смолуховского при варьировании лишь параметра  $\lambda$ . Тем самым сравнение величин  $\lambda$  — среднее для седативных и анальгезирующих средств - позволяет убедиться в справедливости предсказанного (6.8), (6.9)

соответствующего инварианта. Действительно, так как  $\lambda_d = 5,400$  и  $\lambda_m = 2,400$ , то  $\lambda_d/\lambda_m = 2.25$  и  $\lambda_c/\lambda_m = (\pi^{2/3}) = 2,145027$ , что составляет всего 4,67% отн. ошибки.

Душистые вещества. Статистические результаты: критерий Бернштейна; отклонение от 1 = 0,500; закон распределения — геометрический: среднее 4.533, дисперсия 36,981, асимметрия 1,425, эксцесс 1,288.

Расхождение между эмпирическим и теоретическим распределениями носит случайный характер. Вероятность ошибочного отклонения гипотезы о выбранном законе распределения равна 0,335, что также свидетельствует о приемлемости выбранной модели в теоретической классификации душистых веществ Ур, расхождение которой с эмпирическим распределением носит случайный характер. Приемлема также для оценки и вероятность ошибочного отклонения гипотезы о выбранном законе распределения. А найденный параметр среднего для душистых веществ  $\lambda_d = 4.533$  позволяет рассчитывать значения соответствующих инвариантов (6.4) и (6.7) по статистическим данным, свидетельствующим о достоверности используемых моделей интенсивности действия анальгезирующих и седативных средств в нейронной сети. Действительно, если  $\lambda_d = 4,533$  и  $\lambda_m = 2,400$ , то  $\lambda_d/\lambda_m = 1,88875$  и  $\lambda_d/\lambda_m = (2 \cdot \pi)^{2/3} = 1.845286$ . что составляет всего 2,30% отн. ошибки. Если же  $\lambda_d = 4,533$  и  $\lambda_c = 5,400$ ,  $\lambda_d/\lambda_c = 0.8394444$  или  $\lambda_d/\lambda_c = (2 \cdot \pi)^{2/3} = 0,860253$ , что составляет 2,48% отн. ошибки. Из изложенного выше следует, что аналогия действия в нейронной сети душистых веществ в анальгезирующих и снотворных средств не является случайной, а заложена в своеобразном физико-органическом механизме такого действия.

**Физико - химические , компьютерные модели  
расчета канцерогенов, канцеролитов и синергизм  
явления**

Проблема канцерогенеза как синтетического явления "механизмов действия", заложенных на информационном уровне в кинетике размножения простых и сложных прототипов, рассматривается с самых разных позиций в физической, квантовой химии, биофизике, биохимии, биологии, проблемах машинного моделирования, по-видимому, еще без должного сущностного выделения механизмов явления, которые могли бы быть подвергнуты расчетам, во-первых, с позиции такого общего метода, как метод физической химии, а во-вторых, метода компьютерного моделирования, когда, статистический подход позволяет судить о достоверности механизма явления, способах ускорения или торможения фармако-кинети-ческими путями. Действительно, энтропия информации каталитических систем и термодинамические факторы в кинетике автокаталитического размножения простых и сложных прототипов<sup>27</sup>, кинетике анализа экспериментальных опухолевых процессов<sup>28</sup>, квантово - химические расчеты в изучении противоопухолевых соединений<sup>29</sup>, молекулярные и клеточные механизма

---

<sup>27</sup>.Кобозев Н.И.,Страхов Б.В.Энтропия информации каталитических систем//4-й Межд. Конгресс по катали-зу.М.:АН СССР,1968.Препринт № 72.с.1-16;Кобозев Н.И.Термодинамические факторы в кинетике автокаталитического размножения простых и сложных прототипов//Ж.физ. химии,1962. т.26. №1, с.21-31.

<sup>28</sup>.Эмануэль М.Н. Кинетика экспериментальных опухолевых процессов.М.,Наука,1977.

<sup>29</sup> .Лужков В.Б.,Богданов Г.Н.Квантово - химические расчеты в изучении противоопухолевых соединений//Успехи химии. 1986. т.55, №1, с.3-28.

размножения прототипов<sup>30</sup>, построение мысленных и компьютерных моделей анализа связи химической структуры и биологической активности<sup>31</sup> - вот отчасти перечень проблем, затрагиваемых при описании явлений размножения простых и сложных прототипов, квалифицируемых как злокачественные (раковые) образования, приводящих к перерождению эпителиальной, нервной или мышечной ткани на микро - и макроуровнях.

В связи с этим возникает естественный вопрос: возможно ли такое построение расчетных моделей физической химии и **машинного** анализа, которые бы в каждом конкретном случае давали не только общее, но частное указание о причинах канцерогенеза на молекулярном, клеточном, гистологическом уровнях и указывало путь конструирования физиологически эффективных, доступных и необходимых средств, приводящих к естественному торможению явления злокачественного новообразования фармако-кинетическим путем тех случаях, когда фармако-средство (ФК) путем

---

<sup>30</sup>.Ландау М.А. Молекулярные механизмы действия физиологически активных веществ.М.: Наука,1981; Биофизика рака// Под ред. М.Н.Эмануэля.Киев:Наукова Думка,1976; Журнал ВХО им. Д.И.Менделеева (номер посвящен молекулярной природе рака), 1986,№3, с.241-347;

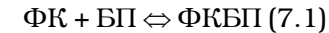
<sup>31</sup>.Рашевский Н.Некоторые медицинские аспекты математической биологии,М.:Медицина,1966;Стьюпер Э., Брюггер У.,Джкрс П. Машинный анализ связи химической структуры и биологической активности.М.:Мир,1982; Розенблит А.Б., Голендер В.Е. Логико - комбинаторные методы в конструировании лекарственных веществ.Рина:Зинатне,1983; Васильев С.С.Значение циклизации свободной энергии в био-физико - химических системах//Термодинамика биологических процессов.М.:Наука,1976.с.205-219.

кинетического воздействия на биополимер (БП) через сывороточный альбумин человека (САЧ) избирательно воздействует на структуру животной клетки (ЖК) через ее ядро 1, плазматическую 2 и внутриклеточные мембраны 3. . Тем самым фармако-вещество способно оказывать экспрессию на генетическую информацию клетки только в тех случаях и до тех пор, если оно не теряет своей активности на всех предыдущих стадиях кинетического превращения. Только в этом случае можно говорить о сохранении активности канцерогена или канцеролита, т.е. учитывать явление от микро- до макроуровня. Тем самым даже активный канцероген, канцеролит (КК), претерпевая существенные в том числе и химические превращения по схеме: ФК → БП → ФКПБ → САЧ → ЖК, может как активировать, так и полностью дезактивировать рост прототипов, в том числе и за счет различных форм трансформации свободной энергии в био-физико-химических системах мышечной, эпителиальной и нервной тканей, которые сами по себе представляют своего рода структурные биологические ансамбли, в которых и имеет место циклизация свободной энергии по С.С. Васильеву. Можно выделить, используя физико-химический метод, несколько моделей и механизмов действия веществ типа канцероген, канцеролит (КК), к которым могут быть отнесены как неорганические соединения, так и органические, в том числе биологические материалы (типа онкогенов, ретровирусов), в ходе своего действия на животную клетку (ЖК) посредством факторов роста (ФР), образующих с рецептором комплексы, агрегаты со счетным числом субъединиц на разных стадиях клеточного цикла. С другой стороны, если модели и механизмы необходимы и описывают существенные стороны действия канцерогена, канцеролита на биологический материал клетки, то, по крайней мере, кинетика и термодинамика этих явлений, дополненные компьютерными моделями расчета физиологической активности КК как функции их состава, электронного

строения, позволяют говорить о достаточном числе факторов в форме химических связей и состава КК, подлежащих переработке в ЖК, совмещающей и механизм, и машину.

### **1. Модели и механизм действия фармако-средства(ФК) на биополимер(БП) и сывороточный альбумин человека (САЧ)**

Не подвергается сомнению возможность взаимодействия ФК о БП, в том числе и в присутствии САЧ с образованием комплекса ФКБП по условию равновесия:



Тогда, по крайней мере при значении отепени диссоциация  $\alpha$ , для ФКБП и концентрации ФК и БП, равной  $C$ , можно записать константу равновесия:

$$K = \frac{\alpha C \cdot \alpha C}{(1-\alpha)C} \quad (7.2)$$

которая при величинах  $\alpha \ll 1$ , позволяет получить закон Оствальда:

$$\alpha = k \sqrt{K / C} = k \sqrt{KV} \quad (7.3)$$

где  $V$  - объем разбавления ФКБП. Физиологическая активность ( $F_a$ ) КК тем выше, чем сильнее равновесие смещено в сторону образования только ФК из ФКБП, поэтому имеем:

$$F_a = k \cdot \alpha = k \cdot \sqrt{KV} \quad (7.4)$$

Из (7.4) следует нетривиальный вывод: физиологическая активность фармако-средства (ФК) тем выше, чем сильнее его разбавление. С точки зрения гомеопатии такой вывод не является неожиданным, а, наоборот, служит физико-химическим обоснованием метода гомеопатии в противовес доводам алло-патии.

Модель переноса сывороточным альбумином человека (САЧ) фармако-средства (ФК) заданной степени дисперсности определяется молекулярным весом  $M$ , удельным объемом растворенного вещества, т.е. объемом разбавления  $V$ , вязкостью САЧ  $\eta$ , что и определяет  $D$ -коэффициент

диффузии ФК в САЧ, который связан с величинами-  $M$  ,  $V$  ,  $\eta$  - соотношением Герцога<sup>32</sup> :

$$D = \frac{inv}{\eta^3 \sqrt{MV}} \quad (7.5)$$

а для водных растворов это соотношение принимает вид:

$$D = \frac{2,266}{\sqrt[3]{MV}} \quad (7.6)$$

Полагая в простейшем линейном случае, что физиологическая активность  $F_a$ - переноса ФК в САЧ связана о процессом переноса как тепла, т.е. температуропроводностью среды о коэффициентом  $a$  , так и диффузией ФК в САЧ о коэффициентом диффузии  $D$  , можем записать систему уравнений, соответственно, для  $F_a(x, t)_D$  и  $F_a(x, t)_a$  в форме:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F(x,t)_D}{\partial t} &= D \cdot \frac{\partial^2 F(x,t)_D}{\partial x^2} \\ \frac{\partial F(x,t)_a}{\partial t} &= a \cdot \frac{\partial^2 F(x,t)_a}{\partial x^2} \quad (7.7) \end{aligned}$$

Объединенное решение системы уравнений (7.7) может быть получено путем введения универсального критерия ( $Ky$ ) как отношения критериев Фурье для температуропроводности ( $F_0 = at/x^2$ ) и диффузии ( $F_0^1 = Dt/x^2$ ) в форме:

$$Ky = D/a \quad (7.8)$$

где  $D/a$  есть безразмерная величина. Тогда обобщенная физиологическая активность  $F_a^1 = F_0^1(x,t)_D / F_0(x,t)_a$  для совместной системы уравнений (7.7) может быть записана в форме:

$$F_a^1 = erf \frac{1}{2 \cdot \sqrt{Ky}} \quad (7.9)$$

т.е. представляет собой интеграл Гаусса от универсального критерия  $Ky$ . Разложение же в ряд этой величины приводит к формуле по данным И.И.Котюкова (с.171) удобной для расчета на калькуляторе:

---

<sup>32</sup> . Котюков И.И. Физическая химия. Томск: ТГУ, 1930, с.174-175.



$$F_a^1 = \frac{8}{\pi^2} (e^{-\pi^2 \cdot Ky} + \frac{1}{9} e^{-9\pi^2 \cdot Ky} + \frac{1}{25} e^{-25\pi^2 \cdot Ky} \dots) \quad (7.10)$$

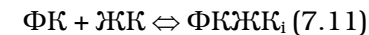
Тем самым обобщенная физиологическая активность взаимодействия ФК с САЧ есть функция универсального критерия  $K_y$ , т.е. зависит только от температуропроводности и вязкости фазово-дисперсной системы ФК - САЧ, молекулярного веса и удельного объема переносимого фармакологического средства:

$$K_y = \frac{inv}{a \cdot \eta \sqrt{MV}} \quad (7.10)$$

Только для условия (7.8), когда сечения:  $x_a^2 \approx x_D^2$  и  $t_a \approx t_D$ , обобщенная физиологическая активность не зависит от геометрии среды и времени. Однако в тех случаях, когда на систему накладываются более сложные граничные условия, имеет смысл проводить отдельные расчеты для каждого из уравнений системы (7.7).

## 2. Механизм взаимодействия фармакологического средства (ФК) с животной клеткой (ЖК)

Пусть имеет место равновесие во взаимодействии ФК с ЖК:



где  $i = 1, 2, 3, 4$  означает, что взаимодействие ФК происходит с плазматической мембраной 2, внутриклеточной средой 4, внутриклеточными мембранами 3, ядром клетки 1.

1. Рассмотрим континуальный механизм линейной диффузии ФК в плазматическую мембрану 2, т.е.  $\text{ЖК}_2$ . Диффузия из бесконечно тонкого слоя ФК в слой плазматической мембраны описывается обычно<sup>33</sup> (с.44) уравнением:

$$F_{a_2} = \frac{C}{Q} = \frac{1}{2\sqrt{\pi Dt}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right) \quad (7.12)$$

<sup>33</sup> Райченко А.И. Математическая теория диффузии в приложениях. Киев: Наукова Думка, 1981.

где  $C$ - концентрация ФК, диффундирующего в слой плазматической мембраны ЖК<sub>2</sub>,  $Q$ - количество диффузанта.

Учитывая явление температуропроводности с коэффициентом данной среды и принципы построения аналогичных моделей, изложенные в предыдущем разделе в соответствии с (7.10) записать выражение для физиологической активности  $F_{a_2}$  в форме:

$$F_{a_2} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{\pi \cdot inv}{\alpha x^3 MV}}} \cdot \exp\left(-\frac{\alpha x^3 MV}{4 \cdot inv}\right) (7.13)$$

2. В отличие от континуального механизма взаимодействия ФК + ЖК<sub>2</sub>  $\leftrightarrow$  ФКЖК<sub>2</sub> механизм взаимодействия с внутриклеточной средой, размер которой значительно больше толщины слоя плазматической мембраны, позволяет рассматривать процесс ФК + ЖК<sub>4</sub>  $\leftrightarrow$  ФКЖК<sub>4</sub> с позиции дисконтинуальной теории, которая приводит (с.47) к соотношению:

$$\frac{dN_n}{dt} = -k_n N_n + \frac{k}{2} (N_{n-1} + N_{n+1}) (7.14)$$

где  $N_n$  - концентрация, т.е. количество  $n$  - атомов ФК в момент времени  $t$  в ЖК<sub>4</sub>;  $k_n = 2D/r^2$ ;  $r^2$  - сечение диффундирующих частиц с начальными условиями:  $N_n = N_0^{(n=m)}$ ,  $0_{(n \neq m)}$ . Тогда решение (7.14) будет иметь вид:

$$F_{a_4} = \frac{N_n}{N_0} = e^{-k_n t} \cdot J_{n-m}(k, t), n = m = 0, 1, 2, (7.15)$$

где  $J_{n-m}$ - модифицированная функция Бесселя первого рода порядка  $(n-m)$ . Расхождение между (7.13) и (7.15) имеет место при  $k_n t \ll (n-m)$ , а при  $k_n t \gg (n-m)$  решение (7.13) и (7.15) близки между собой. Частным случаем (7.15) является важное решение вида:

$$F_{a_4} = \frac{(k_m t)^m}{m!} e^{-k_m t} (7.16)$$

когда предел каждого члена  $(n-m)/m (m=0, 1, \dots, n-1)$  составляет:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-m}{m} = 1$$

для числа броунизирующих частиц  $n, m$ , из которых образуют счетное число субъединиц химически взаимодействующих с внутриклеточным веществом  $ЖК_4$  под действием, например, факторов роста (Ландау М.А., стр.260-265).

При этом квадрат среднеквадратичного смещения  $|\Delta x|^2$  будет равен  $|\Delta x|^2 = k_m \cdot t = 2Dt$ . Тем самым в отличие от континуальной диффузии ФК в плазматическую мембрану взаимодействие ФК с внутриклеточным веществом протекает по механизму образования ансамблей (комплексов) с ограниченным числом субъединиц.

3. Перенос ФК во внутриклеточные мембраны  $ЖК_3$ , т.е. механизм явления  $ФК + ЖК_3 \leftrightarrow ФКЖК_3$ , следует рассматривать как процесс диффузии в область с подвижными границами и краевыми условиями, содержащими градиент концентрации:

$$C(x, 0) = 0 \quad (x > 0)$$

$$\partial C / \partial x |_{x=0} = -Q\delta(t), \quad c(\infty, t) = 0 \quad (7.17),$$

где  $\delta(t)$ -дельта функция. Тогда при скорости  $v$  движения границы  $x^1 = x - vt$  уравнение диффузии имеет вид:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \cdot \frac{\partial^2 C}{(\partial x')^2} + v \cdot \frac{\partial C}{\partial x'} \quad (7.18)$$

решение которого имеет вид при  $x=0$ :

$$F_{a_3} = \frac{c(0, t)}{Q} = \left\{ \frac{\exp(-\frac{v^2 t}{4D})}{\sqrt{\pi D t}} - \frac{v}{2D} \operatorname{erfc} \frac{v}{2} \sqrt{\frac{t}{D}} \right\} \quad (7.19)$$

где имеет место обозначение  $\operatorname{erfc} \varphi = 1 - \operatorname{erf} \varphi$  для любой функции  $\varphi = v/2 \cdot \sqrt{t/D}$ .

4. Модель переноса ФК через плазматическую мембрану в ядро  $ФК + ЖК_1 \leftrightarrow ФКЖК_1$  разумно рассматривать как процесс диффузии из одной среды в другую через высокопроницаемую третью среду, что происходит при граничных условиях:

$$C_1(x, 0) = C_0, \quad C_2(x, 0) = 0$$

$$D \cdot \frac{\partial C_1}{\partial x} \Big|_{x=0} = \alpha \cdot [C_1(0,t) - C_2(0,t)]$$

$$D \cdot \frac{\partial C_2}{\partial x} \Big|_{x=0} = \alpha \cdot [C_2(0,t) - C_1(0,t)] \quad (7.20)$$

где  $C_1(x,t)$ ;  $C_2(x,t)$ -концентрации в первой и второй средах, соответственно;  $\alpha$ -коэффициент индукции из одной среды в другую(например, передача митогенного сигнала, генерированного на этапе связывания ФК с ЖК<sub>2</sub> в ядро). Суммарная физиологическая активность ядра, воспринимающего диффузанта ФК (фармакологическое средство, онкоген, канцеролит, радиоактивный изотоп и т.п.), записывается в виде ([33], стр.74):

$$F_{a_1} = \frac{C_0 \cdot D}{\alpha} \left[ \alpha \cdot \sqrt{\frac{L}{\pi D}} + \frac{1}{4} \exp \frac{4\alpha^2 t}{D} \cdot \operatorname{erfc} \left( 2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{\frac{L}{D}} - \frac{1}{4} \right) \right] \quad (7.21)$$

Разобранные модели и механизмы  $F_{a1}$ ,  $F_{a2}$ ,  $F_{a3}$ ,  $F_{a4}$  физиологической активности не только могут служить способом их аналитической проверки путем проведения соответствующих расчетов по уравнениям в модельных реакциях, но позволяют усматривать причины локализации, например, соответствующих онкогенов при взаимодействии с животной клеткой как результат механизма и модели взаимодействия ФК с ЖК заданной физиологической активности  $F_{a1}$ ,  $F_{a2}$ ,  $F_{a3}$ ,  $F_{a4}$  онкогена. Тем самым модели  $F_{a1}$  отвечает область локализации онкогенов: *fos*, *myc*, *myb*;  $F_{a2}$ : *Ha-ras*, *bi-ras*, *erb B*, *abl*, *fgr*, *src*, *yes*;  $F_{a3}$ : *erb B*, *fus*;  $F_{a4}$ : *erb A*, *fes*, *mas*, *yes*, *fps*, что фактически позволяет дать классификацию онкобелков не с позиции их структурной гомологии, а с позиции модели и механизма проникновения онкогена от природного хозяина в белок клетки, экспрессия которого в клетке является причиной ее ракового перерождения.

И далее, поскольку механизмы и модели локализации ФК данной физиологической активности на основании полученных уравнений связаны с переносом молекулярной массы, которая избирательно характеризует

фактор роста(ФР), то можно полагать, что заданной величине переносимой массы соответствует вполне определенный механизм и модель физиологической активности  $F_a$ . В этом плане возможны следующие граничные условия: если молекулярная масса факторов роста(ФР)  $M > 13,4$  КДа, то имеет место модель  $F_{a1}$ ;  $M \leq 6,045$  КДа - модель  $F_{a2}$ ; если  $7,5 < M \leq 13,4$  КДа, то  $F_{a3}$ ; если  $6,045 < M \leq 7,5$  КДа, то модель  $F_{a4}$ . Сопоставление факторов роста и моделей опухолевой трансформации клеток не противоречат накопленным данным, но расширяют их([30],с.260-261).

Поэтому имело смысл в рамках построения физико-химических механизмов физиологической активности в системе  $ФК \rightarrow БП \rightarrow ФКБП \rightarrow САЧ \rightarrow ЖК$  не только рассмотреть причины, регулирующие активность канцерогена, канцеролита, но и попытаться построить соответствующие компьютерные модели, которые бы позволили включить в рассмотрение такие величины физиологической активности вещества как молекулярный вес, так и формы химического взаимодействия между отдельными лигандами фармакологической среды, а также сами лиганды.

### **3.Компьютерное моделирование канцерогенов, канцеролитов**

Как следует из предыдущего раздела, модели изменения физиологической активности действия канцерогена (канцеролита) сводятся к расчету механизмов переноса в континуальном (диффузионном) и дисконтинуальном (кинетическом) приближении явлений или химического взаимодействия между акцептором и рецептором - факторов, например роста или распада опухоли. В дисконтинуальном приближении, т.е. при броуновском движении отдельных частиц канцерогена, канцеролита, вопрос можно сформулировать и так: каково число членов ряда  $N$ , показывающее, во сколько раз скорости химических реакций в эпителиальной  $v_э$ , нервной  $v_н$ , мышечной  $v_м$  тканях отличаются от соответствующих скоростей реакции  $v_{он}$ ,

протекающих в тканях, подвергнутых воздействию онкогена?  
 Пусть эта величина сравнима с соотношением:

$$v_{\text{э,н,м}} = v_{\text{он}} \quad (7.22)$$

Тогда, если  $v_{\text{он}} \gg v_{\text{э,н,м}}$ , то при  $N \approx 0$   $1/N \rightarrow \infty$ , т.е. граничные условия соотношения (7.22) просты:

$$\begin{aligned} v_{\text{э,н,м}} &= v_{\text{он}}, \text{ если } N=1 \\ v_{\text{э,н,м}} &= 0, \text{ если } N=0 \\ v_{\text{э,н,м}} &= 10, \text{ если } N \approx 10 \end{aligned} \quad (7.23)$$

Но так как  $N$  есть отношение скоростей реакций и, следовательно, их констант, то величину:

$$K_{\text{он}} = 1/N = v_{\text{он}} / v_{\text{э,н,м}} \quad (7.24)$$

следует рассматривать только как  $K_{\text{он}}$  -константу равновесия процессов в нормальной и злокачественной опухоли.

Если процесс протекает по дисконтинуальному(броуновскому) механизму, т.е. его физиологическая активность  $F_{a4}$  - определяется соотношением в офрме распределения Пуассона. Приэтом имеем:физиологическая активность, например онкогена, максимальна ( $F_{a4} \rightarrow 1$ ), если  $(k_m \cdot t)^m \rightarrow 0$ . Физиологи-ческая активность онкогена минимальна ( $F_{a4} \rightarrow 0$ ), если  $(k_m \cdot t)^m \rightarrow 1$  и  $k_m \cdot t > 0$ . Тогда число субединиц (лимитирующих стадий химического процесса) от  $m$  до  $N$ ,химически взаимодействующих с внутриклеточным субстратом, может определяться суммой ряда, для которого  $k_m \cdot t \rightarrow 1$  и который имеет вид:

$$k_m t = \sum_{m=1}^N \frac{1}{N(N+1)} \rightarrow 1 \quad (7.25)$$

Действительно, когда  $k_m \cdot t = 0.909$ , величина  $N$  есть счетная величина, равная  $N=10$ . Тем самым физиологическая активность действия канцерогена или канцеролита должна лимитироваться числом  $N$  - субъединиц химического процесса, простейшие( лимитирующие) стадии которого составляют число аргументов функции  $F_a$  не более 10.

Достаточно 10 элементарных стадий химического взаимодействия канцерогена с внутриклеточной средой, чтобы скорость канцерогенеза была ниже скорости нормального функционирования животной клетки. В этом смысле оказывается, что канцерогенез есть естественный вероятностный процесс функционирования внутриклеточного состояния вещества до тех пор, пока число лимитирующих стадий химического взаимодействия онкогена с внутриклеточным веществом составляет величину, близкую  $N=10$ . Таким образом, онкогенез есть своего рода машина, "часы" которой успевают реализовать число лимитирующих стадий химического взаимодействия в ЖК или большее, или меньшее  $N=10$ .

Такой результат представляется возможным проверить на примере компьютерного моделирования некоторого статистически опробованного в клинической практике множества как канцерогенных веществ, так и канцеролитов, тем более, что имеются достаточные выборки для таких веществ и в руководствах, и в энциклопедиях<sup>34</sup>. Они и были использованы в банке канцерогенов, канцеролитов, компьютерное моделирование которых как функции молекулярного, функционального состава, коллективизированных, локализованных, остовных состояний электронов в химической связи соединений (модель КЛОП<sup>35</sup>) осуществлялась в соответствии с принципами построения моделей объектов управления и показало хорошие результаты не только в тех разделах, главы которых приведены выше, но и, например, при анализе

---

<sup>34</sup> .Краткая химическая энциклопедия. М.: СЭ, 1963. т. 2. с. 398-406.

<sup>35</sup> .Ким А. М., Кутолин С. А. Теория КЛОП и компьютерное моделирование свойств органических соединений. Новосибирск: НГПИ, 1992.

эффективности алкил-, арилзамещенных фенольных стабилизаторов<sup>36</sup>.

Рассмотрим закон, приведенный для  $F_{a_4}$  как обыкновенное каноническое распределение Гиббса спараметрами:

$$F_{a_4} = \lambda \cdot e^{-\lambda} (7.26)$$

где  $\lambda = k_m \cdot t$ . В этом случае такая броуновская система может рассматриваться как обратимая и для искомого свойства канцерогена(канцеролита) имеем:

$$\ln F_{a_4} = \ln \lambda - \lambda (7.27)$$

Уравнение (7.27) для суммы  $N$  реакций в общем случае можно записать так:

$$\ln F_{a_4} \cong \sum_N \alpha_N \cdot \lambda_N + B_N (7.28)$$

Тогда в компьютерном эксперименте поиска многофакторной модели, содержащей  $N$ -необходимых и достаточных аргументов, лимитирующих активность процесса, может быть найдена(если она есть!) функция  $Y_N$ :

$$Y_N = \sum \alpha_N \cdot \lambda_N + B_N (7.29)$$

Если разница между модельными представлениями (7.28) и(7.29), выраженная как:

$$\ln F_{a_4} = Y_N + \Delta Y_N (7.30)$$

случайна(критерий Бернштейна, например, меньше единицы), то модель (7.29) есть закон, описывающий  $\ln F_{a_4}$ . Рассмотрим несколько конкретных примеров.

1. В основу компьютерного эксперимента была положена матрица(табл.7.1), где в качестве функции  $\ln F_{a_4}$  использовалась экспериментальная величины ( $Y_3$ ) различных типов канцерогенных веществ с заданной относительное актив-

---

<sup>36</sup> .Ким А.М. и др.Компьютерное моделирование и прогнозирование ингибирующей активности алкил-, арилзамещенных бисфенолов: Деп.ВИНИТИ, 1989.№ 154-ХП.89.



ностью. В качестве аргументов (N) элементарных реакций ЖК и онкогена использовались значения молекулярной массы скелета( $M^c$ ), радикалы ( $M^R$ ) антраценовых соединений и их производных на число коллективизированных( $N_{кол}$ ) и локализованных ( $N_{лок}$ ) электронов скелета и радикала, т.е. соответственно  $N_{кол}^c$ ,  $N_{лок}^c$  в форме:  $X_2= M^c$ ;  $X_3= N_{кол}^c$ ;  $X_4= N_{лок}^c$ ;  $X_5= M^R$ ;  $X_6= N_{кол}^R$ ;  $X_7= N_{лок}^R$ ;  $X_8= M^c N_{кол}^c$ ;  $X_9= M^c N_{лок}^c$ ;  $X_{10}= M^R N_{кол}^R$ ;  $X_{11}= M^R N_{лок}^R$ ;

В результате проведенного компьютерного эксперимента найдена зависимость вида(7.29) с коэффициентом корреляции модели 0.827.Количество необходимых и достаточных аргументов минимального числа элементарных химических процессов, определяющих активацию онкогенеза канцеро-генами данного состава оказалось действительно равным  $N < 10$ , а именно  $N=7$ .Количество аргументов, включенных в модель  $Y_{расч}$  :

Параметр	Коэффициент
5	-0,02606
6	0,22917
3	0,05753
10	-0,00090
4	0,11064
7	-0,07585
11	0,00112

**Таблица 7.1**

Матрица канцерогенных веществ для компьютерного эксперимента.

Соединение	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>
	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
1,2-Бензантрацен	1	176	45,35	16,55	0,52	16,60	05,40	07981,60	2930,40	00663,20	0280,80
1,2,5,6-Дибензантрацен	1	174	42,05	15,95	104	33,20	10,80	07316,70	2775,30	03452,80	1123,20
3,4-Бензопирен	3	177	46,75	13,25	077	24,20	07,80	08274,75	2699,25	01863,40	0600,60
20-Нелетучий бен	4	173	40,40	15,60	095	35,75	08,25	06989,20	2638,80	03396,25	0783,75
Индан	0	230	65,00	21,00	000	0000	0000	14950,00	4830,00	03400,00	1100,00
Цин	0	126	30,40	11,60	077	24,20	07,80	03800,00	1450,00	01863,40	0600,60
Трифен	0	126	31,80	10,20	104	33,30	10,30	04006,80	1285,20	03452,80	1123,20
Хрун	1	128	35,10	10,90	104	32,95	09,05	04492,80	1395,20	03426,80	0941,20
9,10-Диметил-1,2-бензантрацен	2	174	42,05	15,95	082	25,35	12,85	07316,70	2775,30	02078,70	1037,30
3,4-Бензбенантрацен	2	126	32,05	11,95	102	29,90	10,10	04038,30	1505,70	03049,80	1030,20

Свободный член уравнения - 3,39141. При этом вклад соответствующих аргументов (параметров  $N$ ) оказался равным (%): вклад включенных параметров, рассчитанный методом исключения, 5 - 9,1; 6 - 35,9; 3 - 3,8; 10 - 30,9; 4 - 3,1; 7 - 2,9; 11 - 13,4; вклад включенных параметров, рассчитанный методом включения, 5 - 15,2; 6 - 11,4; 3 - 16,0; 10 - 12,6; 4 - 15,9; 7 - 15,9; 11 - 13,4.

Анализ вклада аргументов в полученную модель активности канцерогенных веществ выявляет существенную роль (метод исключения) коллективизированных электронов радикалов веществ и произведения молекулярной массы радикала на эту величину (эффект аггравации окислительной активности). Метод исключения во всяком случае подтверждает влияние на канцерогенную активность числа коллективизированных, локализованных электронов скелета, а также величины молекулярной массы радикала при приблизительно равном вкладе каждого из аргументов.

Результаты прогнозирования  $Y_{\text{расч}}$  — по данным  $Y_{\text{э}}$ , а величины  $\Delta = Y_{\text{э}} - Y_{\text{расч}}$  приведены в табл.7.2. Является ли расчетная модель  $Y_{\text{расч}}$ , полученная в компьютерном эксперименте, законом для имеющейся экспериментальной зависимости  $Y_{\text{э}}$  и какова вероятность ошибочного отклонения  $\Delta$ ? Ответ на этот вопрос дают результаты статистического анализа выборки из 30 экспериментальных данных для веществ (табл.7.2): Критерий Бернштейна-отклонение от  $1=0,100$ . Закон распределения - геометрический. Параметры закона: среднее = 3,100, дисперсия = 2,544, асимметрия = 3,529, эксцесс = -1,325. Расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением носит случайный характер. Вероятность ошибочного отклонения гипотезы о выбранном законе распределения = 0.206. Полученные результаты анализа достоверности построенной  $Y_{\text{расч}}$  модели свидетельствуют, что разница величины  $\Delta$  случайна и  $Y_{\text{расч}}$ , есть закон для наблюдаемой выборки  $Y_{\text{э}}$ . При этом  $Y_{\text{э}}$  может быть рассчитана точно, так как известен закон распределения

величин(f). Величина функции распределения f при полученных параметрах закона может быть отнесена в 1 типу кривой Пирсона(как показывают дополнительные расчеты). При этом величина  $\Delta$  определяется не стационарной моделью, а кинетикой взаимодействия канцерогена заданной активности с ЖК. Для геометрического распределения это как раз и есть один из диффузионных механизмов, разработанных детально ранее.

**Таблица 7.2**

Результаты моделирования канцерогенной активности некоторых веществ

Номер опыта	$y_{э}$	$y_{расч.}$	$\Delta$	Номер опыта	$y_{э}$	$y_{расч.}$	$\Delta$
1	1.000	1.934	-0.934	2	1.000	2.219	-1.219
3	3.000	2.178	0.822	4	4.000	2.765	1.215
5	0.0	0.248	-0.248	6	0.0	0.833	-0.833
7	0.0	0.993	-0.993	8	1.000	1.155	-0.155
9	3.000	2.037	0.963	10	2.000	0.812	1.188
11	4.000	2.590	1.410	12	2.000	2.325	-0.325
13	2.000	2.144	-0.144	14	2.000	2.043	-0.043
15	2.000	1.884	0.116	16	0.0	0.130	-0.130
17	1.000	0.866	0.134	18	0.0	-0.262	0.262
19	0.0	-0.546	0.546	20	0.0	-0.604	0.604
21	0.0	0.686	-0.686	23	0.0	0.911	-0.911
23	0.0	-0.988	0.988	24	0.0	0.925	-0.925
25	0.0	-0.026	0.026	26	0.0	0.186	-0.186
27	0.0	-0.250	0.250	28	0.0	0.441	-0.441
29	0.0	-0.159	0.159	30	0.0	0.353	-0.353

2. Воспользовавшись выборкой для канцеролитов[31], состоящей из 47 карбаматов (пример части численной матрицы для компьютера приведен в табл. 7.3 для соединений с № 25, 29, 33, 37, 41, 45), удалось получить приемлемую модель с номерами следующих включенных аргументов, необходимое и достаточное число которых, действительно, оказалось равным  $N=10$ :

Параметр	Коэффициент
1	0,00394
26	-0,93786
29	-0.69566
27	-0,85382
25	0,90254
28	-0,64129
6	-0,05044
15	- 0.17116
22	0,13262
9	0.09275

Степень везде I.

Свободный член уравнения -0,01953.

Тем самым для поддержания инактивности канцерогенеза необходим механизм, лимитируемый в точности десятью необходимыми и достаточными элементарными стадиями химического процесса взаимодействия вещества с ЖК. Максимальная относительная ошибка полученной стационарной расчетной модели  $Y_{расч}$  не превышает 15.8% , а вклад отдельных аргументов, включаемых (исключаемых) в элементарный химический процесс взаимодействия ЖК с канцеролитом различен.

Вклад включенных параметров, рассчитанный методом исключения (параметр, %): 1 - 13,3; 26 - 18,1; 29 - 12,8; 27 - 9,7; 25 - 10,1; 28- 8,2; 6 - 7,6 ; 15 - 6.9; 22 - 7.4; 9 - 7,1.

Вклад включенных параметров, рассчитанный методом включения (параметр, %): 1 - 10,1; 26 - 10,1; 29 - 10,1; 27 - 10,0; 25 - 10,0; 28 - 10,0; 6 - 10,0; 15 - 9,8; 22 - 10,0; 9 - 9.9 .

Вклады каждой из N=10 элементарных стадий фактически сравнимы между собой и, следовательно, избирательно равновероятны. Однако каждой из них в механизме взаимодействия отводится своя определенная роль, приводящая к возрастанию антиокислительной активности

(АОА). Анализ результатов расчета ( $Y_{\text{расч}}$ ) и экспериментальных величин относительной активности карбаматов  $Y_3$ , приведенной в табл.7., позволяет, во-первых, дискриминировать функцию активности внутри класса ( $Y \leq 0,722$  - канцеролит малоактивен;  $Y > 0,724$  - канцеролит активен). Тем самым, уточнив пределы активности карбаматов, сформированные в первоначальной форме (I - активен, 0 - неактивен), а во-вторых, путем анализа статистической достоверности, найдено: критерий Бернштейна - отклонение от  $I = 0,10$ , закон распределения - геометрический, параметры закона: среднее = 3.133, дисперсия = 13.838, асимметрия = 0,930, эксцесс = -0,675.

Расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением носит случайный характер. Вероятность ошибочного отклонения гипотезы о выбранном законе распределения в 0.212. Тем самым вероятность безошибочного описания  $\Delta = Y_3 - Y_{\text{расч}}$  законом с полученными параметрами составляет довольно высокую величину - 0.788.

Если отдельные стационарные стадии  $N=10$  элементарных процессов, определяемые аргументами модели  $X_1, X_6, X_9, X_{15}, X_{22}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{29}$  составляют "механизм заведенных часов", то "нарушителями" активности карбаматов как раз и будут являться те нестационарные стадии процесса, уравнения кинетики, которые, будучи проинтегрированными, и приведут к функции распределения  $f$  (геометрический закон распределения), определяющей появление в модели величин  $\Delta = Y_3 - Y_{\text{расч}} = Y_{\text{ср}} \cdot f$ , где  $Y_{\text{ср}}$  - среднее значение относительной активности данного класса соединений из выборки карбаматов.

### **Таблица 7.3**

Пример матрицы данных для канцеролитов карбаматов

№ п/п	Кагбаматы $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{O}-\text{NH}-\text{Z} \\ (\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{C}=\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \text{или } \text{Z} \text{ соответ-} \\ \text{ственно} \end{array}$	$M^R$ , $X_1$	$N_{\text{кв.}}$ , $X_2$	$N_{\text{лог.}}$ , $X_3$	$M^R N_{\text{кв.}}$ , $X_4$	$M^R N_{\text{лог.}}$ , $X_5$	$X_6-X_{29}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$-\text{CH}_3$	170	52,45	17,55	8916,5	2803,5	$X_6=1,$ $X_7=1,$ $X_8=1,$ $X_{24}=1$
2	$-\text{C}_2\text{H}_5$	184	57,65	18,35	10607,6	3376,4	$X_6=1,$ $X_8=1,$ $X_{10}=1,$ $X_{24}=1$
3	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	195	59,2	20,20	11720,8	3959,2	$X_6=1,$ $X_8=2,$ $X_{10}=1,$ $X_{24}=1$
4	$-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}$	194	56,55	21,45	10970,7	41,61,3	$X_6=1,$ $X_8=2,$ $X_{10}=1,$ $X_{24}=1$
5	$-\text{CH} \begin{array}{l} \diagup \text{CH}_2 \\   \\ \diagdown \text{CH}_2 \end{array}$	196	61,45	18,55	12044,2	2535,8	$X_6=1,$ $X_8=2,$ $X_{10}=1,$ $X_{24}=1$
6	$-(\text{CH}_2)_2-\text{C}_6\text{H}_5$	260	78,15	25,85	20919,0	6721,0	$X_6=1,$ $X_8=2,$ $X_9=1,$ $X_{13}=1,$ $X_{24}=1$
7	$-\text{C}_3\text{H}_9$	224	71,65	20,15	16094,4	4513,6	$X_6=1,$ $X_8=2,$ $X_{10}=1,$ $X_{24}=1$
8	$-\text{C}_6\text{H}_{13}$	238	77,05	23,95	18337,1	4986,1	$X_6=1,$ $X_8=1,$ $X_{10}=1,$ $X_{24}=1$

l	2	3	4	5	6	7	8
9	$-C_7H_{15}$	252	82,25	21,75	20727,0	5481,0	$X_6=1,$ $X_9=2,$ $X_{16}=1,$ $X_{24}=1$
10	$-C_8H_{17}$	266	87,45	22,55	23261,7	5996,3	$X_6=1,$ $X_{10}=2,$ $X_{17}=1,$ $X_{24}=1$

Примечание. \* Значения остальных  $X_i$  равно нулю для  $l = 7+29$ . Условные обозначения и значения параметров  $X_1 + X_5$  как в таблице 17. Остальные значения параметров  $X$ :  $X_6$  - H,  $X_7$  -  $-CH_3$ ,  $X_8$  -  $-C_2H_5$ ,  $X_9$  -  $-C_6H_5$ ,  $X_{10}$  -  $-CH_2-CH=CH_2$ ,  $X_{11}$  -  $-CH_2-C\equiv CH$ ,  $X_{12}$  -  $-CH-\begin{matrix} Cl \\ | \\ CH_2 \end{matrix}$ ,  $X_{13}$  -  $-CH_2(CH_2C_6H_5)$ ,  $X_{16}$  -  $-C_7H_{15}$ ,  $X_{17}$  -  $-C_8H_{17}$ ,  $X_{18}$  -  $-(CH_2)_3N(CH_3)_2$ ,  $X_{19}$  -  $-C_6H_4Cl$ ,  $X_{20}$  -  $-C_6H_4Br$ ,  $X_{21}$  -  $-C_6H_4J$ ,  $X_{22}$  -  $-C_6H_4F$ ,  $X_{23}$  -  $-C_6H_4-C_6H_5$ ,  $X_{24}$  - оптически не активен,  $X_{25}$  -  $-CH_2CH_2OH$ ,  $X_{26}$  -  $-C_6H_3Cl_2$ ,  $X_{27}$  -  $-C_6H_4CF_3$ ,  $X_{28}$  -  $-C_6H_4CH_3$ ,  $X_{29}$  -  $-C_5H_4N$  (пиррол).

**Таблица 7.4**

Результата расчета ( $Y_{расч}$ ) канцеролитической активности карбаматов ( $Y_{расч} \leq 0,722$  - канцеролит малоактивен;  $Y_{расч} > 0,724$  - канцеролит активен)

Номер опыта	$Y_э$	$Y_{расч.}$	$\Delta$	Номер опыта	$Y_э$	$Y_{расч.}$	$\Delta$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.000	0.784	0.216	2	1.000	0.840	0.160
3	1.000	0.879	0.121	4	1.000	0.887	0.113
5	1.000	1.139	-0.139	6	1.000	0.881	0.119
7	1.000	1.107	-0.107	6	1.000	1.162	-0.162
9	1.000	1.166	-0.166	10	1.000	0.724	0.276
11	1.000	0.890	0.110	12	1.000	0.932	0.068
13	1.000	0.926	0.074	14	1.000	0.935	0.065
15	1.000	0.871	0.129	16	1.000	0.976	0.024
17	1.000	0.897	0.103	18	1.000	1.099	-0.099
19	1.000	1.105	-0.105	20	1.000	0.790	0.210
21	1.000	0.932	0.068	22	1.000	1.001	-0.001
23	1.000	0.900	0.100	24	1.000	1.111	-0.111



*РЕКОМЕНДУЕМАЯ РЕТРОСПЕКТИВА ЛИТЕРАТУРЫ*

A l l i s o n A. C., T u r n e r W a r w i c k R. T., Quantitative Observations on the Olfactory System of the Rabbit, *Brain*, 72, 186—197, 1949.

A m o o r e J. E., Stereochemical Theory of Olfaction, *Nature*, **198**, 271—272, 1963.

A m o o r e J. E., The Stereochemical Theory of Olfaction, 1. Identification of the Seven Primary Odours, *Proc. Sci. Sect., Toilet Goods Assn.*, Special Supplement to № 37, pp. 1—12, 1962.

A m o o r e J. E., The Stereochemical Theory of Olfaction. 2. Elucidation of the Stereochemical Properties of the Olfactory Receptor Sites, *Proc. Sci. Sect., Toilet Goods Assn.*, Special Supplement to M; 37, pp. 13—23, 1962.

Amoore J. E., Stereochemical Specificities of Human Olfactory Receptors, *Perf. Essent. Oil Record*, 43, 321—323, 330, 1952.

B a r a d i A. F., B o u r n e G. H., Localization of Gustatory and Olfactory Enzymes in the Rabbit and the Problems of Taste and Smell, *Nature*, **168**, 977—979, 1951.

B e e t s M. G. J., Odour and Molecular Constitution, *Am. Perfumer and Aromatics*, **76**, № 6, 54-63, 1961.

B e c k L. H., M i l e s W. R., Infrared Absorption in Field Studies of Olfaction in Honeybees, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 3S. 292—310, 1949.

B r i g g s M. H., D u n c a n R. B., Odour Receptors, *Nature*, **191**, 1310—1311, 1961.

B u i j s K., S c h u t t e C. J. H., V e r s t e r P., Absence of Correlation Between Odour and Molecular Vibration, *Nature*, **192**, 751—752, 1961.

B r i g g s M. H., D u n c a n R. B., Pigment and the Olfactory Mechanism, *Nature*, 195, 1313—1314, 1962.

Beck L. H., Miles W. R., Some Theoretical and Experimental Relationships Between Infrared Absorption and Olfaction, *Science*. **106**, 511, 1947.

Bloom G., Studies on the Olfactory Epithelium of the Frog and the Toad with the Aid of Light and Electron Microscopy, *Z. f. Zeilforschung*, 41, 89-100, 1954.

by Homologous Alcohols, *J. Gen. Physiol.*, **35**, 823—839, 1952.

Compt. rend. Soc. Biol., **143**, 922—923, 1949.

C r o c k e r E. C., H e n d e r s o n L. F., Analysis and Classification of Odours, *Am. Perfumer and Essent. Oil. Rw.*, **22**, 325—327, 356, 1927.

D a d i e u A., Studies in the Raman Effect. XI. Raman Spectra of Organic Substances (Cyanogen Compounds). *Monatsch.*, 57, 437—468, 1931.

D a v i e s J. G., T a y l o r F. H., The Role of Adsorption and Molecular Morphology in Olfaction: the Calculation of Olfactory Thresholds, *Biol. Bull.*, **117**, 222-238, 1959.

D e t h i e r V. G., Y o s t M. T., Olfactory Stimulation of Blowflies 68, 117—123, 1955. 831, 1954.

D y s o n G. M., The Raman Effect and the Concept of Odour, *Perfum. and Essen. Oil Record*, 28, 13—19, 1937.

D y s o n G. M., The Scientific Basis of Odour, *Chem. and Ind.*, London, **16**, 647—651, 1938.

F e h e r F., L a n e W., W i n k h a u s G. (The Chemistry of Sul-fur. **XXX**. Preparation of Sulphanes:  $H_2S_2$ ,  $H_2S_3$ ,  $H_2S_4$ , and  $H_2S_5$ .) *J. anorg. u. allgem.*, 288, 113—122, 1956.

Fragrance in Verbena Flowers, *Science*, 48, 298—299, 1918.

Cheesman G. H., Townsend M. J., Further Experiments on the Olfactory Thresholds of Pure Chemical Substances, Using the Sniff Bottle Method, *Quart. J. Exptl. Psychol.*, 8, 8—14, 1956.

G a s s e r H. S., Olfactory Nerve Fibres, *J. Gen. Physiol.*, 39, 473—496, 1956.

G e r e b t z o f f M. A., P h i l i p p o t E. (Lipids and Olfactory Pigment.) *Acta Oto-Rhlnw-Laryngologica Belgica*, **11**, 297—300, 1957.

Green J. H. S., Kynaston W., Gebbie H. A., Far Infrared Spectroscopy of Benzene Derivatives by Interferometry, *Nature*, **195**, 595-596, 1962.

Green J. H. S., Kynaston W., Lindsey A. S., Vibrational Spectra of Benzene Derivatives. I. Nitrobenzene..., *Spectrochim. Acta*, **17**, 486-502, 1961.

G u i l l o t M. (Physiology of the Senses. Partial Anosmia and Fundamental Odours.) *Compt. rend. Acad. Sci., Paris*. **228**, 1307-1309, 1948.

G u i l l o t M. (Some Characteristics of the Phenomenon of Partial Anosmia.) *C. r., Sw. Biol. Paris*, **142**, 161-162, 1948.

Green J. H. S., Vibrational Spectra of Benzene Derivatives. II. Assignment and Calculated Thermodynamic Functions for Benzotrile. *Spectrochim. Acta*, **17**, 607-613, 1961.

Green J.H.S., Kynaston W., Paisley H. M., Vibrational Spectra of Monosubstituted Pyridines. *Spectrochim. Acta*. **19**, 549-564, 1963.

H a i n e r R. M., Emslie A.G., Jacobson A., An Information Theory of Olfaction, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **58**, Art. 2, 158-174, 1954.

H e n n i n g H. (Smell; a Handbook for the Spheres of Psychology, Physiology, Zoology, Botany, Chemistry, Physics, Neurology, Ethnology, Language, Literature, Aesthetics, and History), 2nd ed., 434 pp., Leipzig, 1924.

H e u s h e m C., G r e b t z o f I M. A. (Concordant Results of Biochemical and Histochemical Examination of Lipids of the Olfactory Mucosa.) *Compt. rend. Soc. Biol.*, **147**, 540-541, 1953.

Herzberg G. *Molecular Spectra and Molecular Structure, /I. Infrared and Raman Spectra of Polyatomic Molecules*. Van Nostrand, New York, 1945.

J o h n s o n J. W., Infrared Loss Theory of Olfaction *Untersuch. Phys. Zool*, **26**, № 3, 266-273, 1953.

J o n e s F. N., J o n e s M. H., Modern Theories of Olfaction: A Critical Review, *J. Psychol.*, **36**, 207-241, 1953. *J. Exptl.*

Psychol., 12, 99—109, 1960. Neuhaus W. (Odour Thresholds of Dogs for Ionone and Ethyl Mercaptan and their Relation to Other Odour Thresholds of Dog and Man.) *Z. Naturforsch.*, Ob, 560-567, 1954.

Johnston J. W., Parks A. B., Odour Intensity and the Stereochemical Theory of Olfaction, *Prw. Set. Sect., Toilet Goods Assn.*, № 34, 4—7, 1960.

Johnston J. W., Sandová I. A., The Stereochemical Theory of Olfaction. 4, The Validity of Muskieness as a Primary Odour, *Prw. Sci. Sect., Toilet Goods Assn.*, Special Supplement to № 37, 34-45, 1962.

Jones F. N., Olfactory Thresholds in the International Critical  
Johnston J. W., Sandová I. A., Organoleptic Quality and the Stereochemical Theory of Olfaction, *Proc. Sci. Sect., Toilet Goods Assn.*, 33, 3—9, 1960.

Kirk R. L., Stenhouse N. S., Ability to Smell Solutions of  
Krugler L., Feldzamen A. N., Miles W. R., Comparative  
Le Gros Clark W. E., Inquiries into the Anatomical Basis of Olfactory Discrimination, *Proc. Roy. Soc., Set. B*, **146**, 299—319, 1957.

Le Magnen J. (Analysis of Complex and Homologous Odours by Fatigue.) *Compt. rend., Acad. Sci., Paris*, 226, 753—754, 1948.

Le Magnen J., Rapaport A. (The Role of Vitamin A in the Mechanism of Olfaction in the White Rat.) *Compt. rend. Soc. Biol.*, **145**, 800—803, 1951.

Le Magnen J. (Study of a Phenomenon of Olfactory Sensitization.) *Compt. rend. Acad. Sci. Paris*. 228, 122—124, 1949.

Le Oros Clark W. E., Observations on the Structure and Organization of Olfactory Receptors in the Rabbit, *Yale J. Biol. and Med.*, **29**, 83—95, 1956.

Mullins L. J., Olfaction, *Ann. New York Acad. Sci.*, **62**, 249-276, 1955.

M o u l t o n D. O., E a y r s J. T., Studies in Olfactory Acuity, 11.

M o u i t o n D. G., Pigment and the Olfactory Mechanism, *Nature*, 195, p.1312—1313, 1962.

M c C o a m b l e E. A., The Applicability of Weber's Law to Smell, *Am. J. Psychol.*, **10**, 82—142, 1898.

Measuring Supra-Threshold Olfactory Intensity, *Am. J. Psychot.*, Meyer J. (The Odour of Hydrocyanic Acid.), *Gasmasker*, 7, 112, 1935.

Moncrieff R. W. *The Chemical Senses*. John Wiley, New York, 2nd Edition, 195).

Neuhaus W. (Variation of the Olfactory Aueteness of the Dog by Oral Administration o{ Odouriferous Substances.) *Z. Vergl. Physiol.*, **41**, 221—241, 1958.

Olfactory Intensities of the Aliphatic Alcohols in Man, *Am. J.*

Onagawa K. (On the Relationship Between the Grade of Colour at the Olfactory Mucous Membrane and the Sensibility of Olfactory Stimulation.) *J. Physiol. Soc. Japan*, **19**, 189—193, 1957.

Ottoson D., Some Aspects of the Function of the Olfactory System, *Pharmacological Reviews*, **15**, 1—42, 1963.

P h i l l i p o t E., G e r e b t z o i f M. A. (First Results of the Analysis of the Olfactive Pigment.) *J. Physiol. (Paris)*, **50**, 451—452, 1958.

P i e r c e J. R., Symbols, Signals and Noise; the Nature and Process of Communication. Harper & Bros., New York, 1961.

Potassium Cyanide, *Nature*, **171**, 698—699, 1953.

*Psychot.*, 68, 386—395, 1955.

Q u i l i o t M., F i e h r e r A. (Follicuiin and Olfactory Sensation.)

R u b i n M., Apotheker D., L u t m e r R., The Stereochemical Theory of Oifaction. 3. Structure and Odour: 1,4-cyclohexane Lactones and Related Compounds, *Proc. Sci. Sect., Toilet Goods Assn.* Special Supplement to № 37, 24—33, 1962.

R u s h t o n W. A. H., Peripheral Coding in the Nervous System, in Sensory Communication, A Symposium, W. A. Rosenblith, Editor. M. I. T. Press, Wiley, New York, 1961, pp. 169 -181.

R u s h t o n W. A. H., Peripheral Coding in the Nervous System, in Sensory Communications, A. Symposium. W. A. Rosenblith, Editor, M. L.T. Press, Wiley, New York, 1961, pp. 169-181.

Relative Detectability of n-Aliphatic Alcohols by the Rat, *Quart.*

S i e v s n s S. S., The Psychophysics of Sensory Function, in Sensory Communication, A Symposium. W. A. Rosenblith, Editor. M. I. T. Press, Wiley, New York, 1961, pp. 1—33.

Tables, *Science*, **118**, 333, 1953.

T h o m p s o n H. W., Some Comments on Theories of Smell, in «Molecular Structure and Organoieptic Quality», S. C. I. Monograph No 1, Society of Chemical Industry, London. 1957, 103—115,

T r o l a n d L. T. *The Principles of Psychophysiology*, voi. 2, Van Nostrand, New York, 1930.

W r i g h t R. H., Odour and Molecular Vibration, in «Molecular Structure and Organoieptic Quality». S. C. I. Monograph № 1, Society of Chemical Industry, London, 1957, 91—102.

W r i g h t R. H., Odour and Molecular Vibration, *Nature*, **190**, 1101-1102, 1961.

W r i g h t R. H., Odour and Chemical Constitution. *Nature*, 173.

W r i g h t R. H., Molecular Vibration and Insect Sex Attractants, *Nature*, **198**, 455—459, 1963.

W r i g h t R. H., Odour and Molecular Vibration. I. Quantum and

W r i g h t R. H., S e r e n i u s R. S. E-. Odour and Molecular Vibration. II. Raman Spectra of Substances with the Nitrobenzene Odour, *J. Appl. Chem.*, 4, 615—621, 1954.

W r i g h t R. H., R e i d C., E v a n s H. G. V., Odour and Molecular Vibration. III. A New Theory of Olfactory Stimulation, *Chemistry and Industry*, 1956, № 37, 973—977.

Winter M- (Odour and Constitution. XIX. Homologues and Analogues of 1-p-hydroxyphenyl-3-butanone, ketone of the raspberry.) *Helv. Chim. Acta*, 44, № 7, 2110—2121, 1961.

Zwaardemaker H., Odouriferous Materials, In *International Critical Tables*, 1, 358—361, 1926, McGraw-Hill.

Zwaardemaker H. (The Physiology of Smell.) Barth, Leipzig, 1924.

*Бергельсон Л. Д.* Биологические мембраны.— М.: Наука, 1975.

*Блюменфельд Л. А.* Проблемы биологической физики.— М.: Наука, 1977.

*Веренинов А. А.* Транспорт ионов через клеточные мембраны.— Л.: Наука, 1978.

*Волькенштейн М. В.* Общая биофизика.— М.: Наука, 1978.— Гл. 1, 2, 3.

*Волькенштейн М. В.* Энтропия и информация.— М.: Наука, 1986.

*Гландорф П., Пригожин И.* Термодинамическая теория структуры, стабильности и флуктуации.— М.: Мир, 1973.

*Бриллюэн Л.* Наука и теория информации.— М.: Физматгиз, 1960.

*Котык А., Яначек К.* Мембранный транспорт.— М.: Мир, 1980.

*Маркин В. С., Чиамаджев Ю. А.* Индуцированный ионный транспорт.— М.: Наука, 1974

*Овчинников Ю. А., Шкроб А. М., Иванов В. Т.* Мембрано-активные комплексы.— М.: Наука, 1974.

*Поликар А.* Молекулярная цитология мембранных систем живой клетки.— М.: Мир, 1972. Биологические мембраны: Сб. статей/Под ред. Д. С. Парсонса.— М.: Атомиздат, 1978.

*Пригожин И.* Введение в термодинамику необратимых процессов.— М.: ИИЛ, 1960.

*Рубин А. Б.* Термодинамика биологических процессов.— М.: Изд. МГУ, 1976.

*Хакен Х.* Синергетика.— М.: Мир, 1980.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
От автора	5
Молекулярная рецепция, законы биологической кинез-матики и распространение одорантов 1.Молекулярная рецепция одорантов 2.Векторно - броуновская кинематика живых организмов, кинетика одорантов и механизм рецепции	6-19
Компьютерные модели молекулярной рецепции и классификации одорантов 1.Компьютерная модель среды обоняния 2.Компьютерное моделирование свойств одорантов	20-36
Компьютерное моделирование анальгезирующей способности веществ ряда петидина как функции состава и электронного строения функциональных групп	37-43
Компьютерная модель функциональной способности веществ ряда фенетидина проявлять анальгезирующие, жаропонижающие и токсичные свойства в зависимости от состава и строения функциональных групп	44-54
Компьютерное моделирование физико-органической природы действия снотворных и седативных средств	55-59
Физико - органическая модель и статистическая достоверность функционального синэргизма действия душистых веществ и анальгезирующих, седативных средств	60-67
Физико - химические , компьютерные модели расчета канцерогенов, канцеролитов и синэргизм явления	68-87
РЕКОМЕНДУЕМАЯ РЕТРОСПЕКТИВА ЛИТЕРАТУРЫ	89-96



*КУТОЛИН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ*

ФИЗИКО-ОРГАНИЧЕСКАЯ  
ХИМИЯ -  
КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИНЭРГИЗМ  
(одоранты, лекарственные вещества,  
канцерогены, канцеролиты)

**Печатается в соответствии с Уставом Академии (п.2.5),  
утвержденным Советом Экспертов 15 июля 1996 г.**

**Is printed according to the Charter of Academy (item 2.5),  
By authorized Advice of the Experts 15 Juli 1996 Y.**

ИБ № 191

---

Гарнитура Times. Формат 60x84 1/16

5 печ.л., 6 уч.изд.л. Заказ 987.

Тираж 1100 экз.

Цена договорная

---

Издательство Chem.Lab.NCD

630111, Новосибирск-111, а/я-325. ИБ № 11879