

ЗНАЧЕНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ  
ДЛЯ ПОВСЕДНЕВНОЙ ПРАКТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
(Научный обзор литературы)

О.Н. БОРИСОВА, Ю.И. ЦКИПУРИ, Е.А. БЕЛЯЕВА

*Медицинский институт, Тульский государственный университет, ул. Болдина, д. 128, Тула, Россия, 300028*

**Аннотация.** Обзор посвящен роли кристаллов в биологических жидкостях (крови, плазмы) организма человека. Проведено сравнение кристаллообразования в живых и технических средах. Определена значимость природных биологических нанотехнологий во взаимосвязи структур клеток, тканей, органов. Показано влияние на тезиографическую картину биологических жидкостей различных модулирующих внешних факторов. Определена значимость нанокристаллических структур в создании новых материалов для медицины и объяснения особенностей кристаллизации в живых организмах. Установлена необходимость разработки теории кластерообразования кристаллов из многокомпонентных растворов. Описаны процессы камнеобразования, в том числе зубного камня, с позиций биокристаллизации и фрактального представления, состояние устойчивости и неустойчивости стационарного состояния тезиограмм. Определены синергетические подходы к проблеме, в том числе значимость теории солитонов. Показано, что тезиография может использоваться в разработке новых технологий для получения из кристаллизующихся жидкостей твердых веществ.

**Ключевые слова:** кристаллизация, тезиография, наноструктуры, биологические жидкости, фракталы.

THE VALUE OF CRYSTALLIZATION OF BIOLOGICAL LIQUIDS FOR EVERYDAY PRACTICE AND PROSPECTS (SCIENTIFIC REVIEW OF LITERATURE)

O.N. BORISOVA, Yu.I. TCHKIPURI, E.A. BELYAEVA

*Medical Institute, Tula State University, str. Boldin, 128, Tula, Russia, 300028*

**Abstract.** The review is devoted to the role of crystals in biological liquids (blood, plasma) of the human body. Comparison of crystal formation in living and technical environments was carried out. The importance of natural biological nanotechnology in correlation to the structures of cells, tissues, organs was shown. The impact on thesiographic picture of the biological liquids of various external factors modulating was demonstrated. The significance of nanocrystalline structures in the creation of new materials for medicine and explain the features of crystallization in living organisms was determined. Necessity of development of the theory of cluster formation of crystals of multicomponent solutions was established. Processes of stone formation, including calculus, with positions biocrystallization and fractal representation, condition of stability and instability of the steady state of thesiograms were described. Synergetic approaches to the problem, including the significance of the theory of solitons, were identified. It is shown that thesiography can be used in the development of new technologies for obtaining of crystal liquids solids.

**Key words:** crystallization, thesiography, nanostructures, biological fluids, fractals.

В конце XX – в начале XXI века внимание ученых стали привлекать исследования самоорганизующихся систем, в частности, изучение кристаллизации *биологических жидкостей* (БЖ). Однако в научных источниках появились необоснованно завышенные оценки значения изменений формы *кристаллов, кристаллоидов и кристаллитов* в обеспечении качества функционирования отдельных систем организма. До сих пор в биологии и медицине описание изменений *тезиограмм* (ТЗГ) крови, плазмы, сыворотки и других БЖ под влиянием различных воздействий осуществляется с использованием терминологии, смысл которой не всегда понятен или недостаточно объяснен, но они с успехом применяются в современных кристаллографических, биологических и медицинских исследованиях [7].

Считая, что *кристалл* обычно служит символом неживой природы, к кристаллизации относятся, как к побочному негативному процессу. Однако исследованиями последних лет установлено, что грань между живым и неживым устанавливается с большим трудом, а понятия «*кристалл*» и «*жизнь*» не являются взаимоисключающими. *Кристаллы* и живой организм можно представить примерами осуществления крайних возможностей в природе. В сформировавшемся *кристалле* определенное время неизменными могут оставаться не только атомы и молекулы, но также их взаимное расположение в пространстве. Обменные процессы в живом организме сопровождаются разложением сложных химических соединений на более простые, и синтезом складывающихся из простых – сложных соединений. Это происходит в жидкой или жидкокристаллической среде с наименьшими затратами энергии. Вместе с тем живой организм остаётся самим собой в течение десятков лет. При этом в течение жизни биообъекта многие его биополимеры сохраняют свое жидкокристаллическое

ское состояние, но непрерывно меняется текстура этих *жидких кристаллов*. Это относится и к молекулам ДНК диаметром  $2 \cdot 10^{-9}$  м, являющимися информационной основой жизни и представляющими собой с точки зрения физики особый вид твёрдого тела – *одномерные аperiодические кристаллы*. В организме постоянно идут процессы кристаллизации и растворения, а выпадение *кристаллов* в осадок происходит лишь в случае локального *пресыщения* жидкого раствора (биосреды) в той или иной части тела. При выведении БЖ из организма (например, при эксфузии крови) *пресыщение* является необходимым и достаточным условием для кристаллизации. Форма кристаллизующихся веществ, содержащихся в крови, зависит от многих факторов, на характер которых в крови и биологических жидкостях вне организма влияют не только степень *пресыщения* жидкости, но и характер её конвекционных потоков, обусловленных первичной формой тизеографического препарата, чаще в виде капли [8, 9, 17].

В технике теория кристаллообразования в жидкой среде хорошо разработана и используется для прикладных задач контроля кристаллообразования, например, в водопроводных сетях. В этом случае широко применяется ряд диагностических индексов: *индекс стабильности Ризнара* позволяющий учесть эмпирические данные о наблюдаемой толщине отложений в городских водопроводных сетях. При помощи *индекса Паккориуса* оценивается способность воды к накипеобразованию, измеряется соотношение между насыщенным состоянием и накипеобразованием, с учетом буферной емкости воды и максимального количества осадка, которое может образовывать природная вода в равновесных условиях. Используют также *индекс Стиффа-Девиса* (когда концентрация солей жесткости в воде высокая и эффект «общего иона» оказывает влияние на движущую силу образования отложений), *индекс Оддо-Томсона* для оценки влияния импульсных давлений и парциального давления  $CO_2$  на *pH* воды и растворимость карбоната кальция и др. К сожалению, такой тщательной разработки кристаллообразования в сосудистой системе и полых органах человеческого организма нет, хотя перспективность этого направления для медицины – очевидна [28, 31, 32].

В связи с высокой чувствительностью элементов ТЗГ БЖ к изменениям внутренней и внешней среды, для биологии и медицины определенную перспективу имеют их исследования при смене ритмов дня и ночи, ритмики выполнения физической и умственной работы индивидом, характера питания, при воздействии на организм холода, высоких температур, различных излучений и т.д. Для физиологии существенный интерес представляют изменения ТЗГ БЖ под влиянием внутренних (по отношению к организму) изменений водного, газового обмена, обмена других веществ, нарушений в регулирующих системах организма. Немаловажная роль будет принадлежать подобным исследованиям крови, каждая функция которой обеспечивается естественными *природными бионанотехнологиями*, в числе которых процессам кристаллизации и растворения, играющим немаловажную роль в обеспечении согласованности прямых и обратных связей между субклеточными структурами, клетками и органами. В условиях мало физиологичного образа жизни современного человека с его гиподинамией, информационными перегрузками, стрессовыми ситуациями, нарушениями эндоэкологии организма, – реактивность системы крови, ее жидкостного и клеточного компонентов, постоянно возрастает. Прием все большего количества лекарственных веществ также становится фактором риска развития ряда заболеваний. Неконтролируемый прием лекарств является дополнительным фактором, изменяющим способность крови к *самоорганизации* и формированию оптимальных ТЗГ. Выраженное влияние на структуру ТЗГ крови может оказывать также введение в организм нелекарственных биологически активно действующих веществ. Некоторые из них, как показано в работе [27], могут улучшать ТЗГ сыворотки крови животных с опухолями, а другие препараты могут действовать и в обратном направлении.

В промышленной гигиене несомненную перспективу развития имеют способы контроля кристаллизации растворов, при воздействии на зону образования кристаллов *электромагнитного излучения* (ЭМИ) в диапазоне частот, соответствующем спектру поглощения *кластеров* жидкой фазы [1].

*Тезеография* может использоваться в разработке новых технологий для получения из кристаллизующих жидкостей твердых веществ. Сама ТЗГ, став управляемым процессом, создает возможности получать из БЖ твердые вещества известного состава с заранее определенными свойствами, необходимые для экспериментальных и лечебных целей [21].

Оценка структурных элементов ТЗГ может использоваться для решения биофизических задач по получению в кристаллизующейся системе веществ, находящихся в неравновесном термодинамическом состоянии с резонансной микрокластерной структурой БЖ. Это достигается с помощью активации электролизом, облучением электромагнитными волнами, механическими, акустическими воздействиями на систему фаз, когда они порождают рост одних фаз за счет других, вплоть до создания новых химических соединений при их взаимном проникновении. Этот принцип позволяет развивать технологии *акустохимического синтеза* необходимых веществ [3, 4, 10].

*Тезеография* позволяет выявлять наличие частотно-зависимых (так называемых резонансных или модулированных) эффектов при воздействии СВЧ и других электромагнитных полей на организм, его ткани и БЖ на различных уровнях биологической организации: от наноуровня – до молекулярного и тканевого. На этом направлении исследований открываются перспективы оценок эффектов сенсбилизации, защиты, адаптации клеток и тканей, а также *гормезиса* – явления, стимулирующего рост и развитие ДНК/РНК и других тканевых структур [27].

Настоящий период развития *нанотехнологий* открывает широкие перспективы использования тезнографии БЖ. «Тот, кто раньше овладеет нанотехнологией, займет ведущее место в техносфере будущего» считал Эдвард Теллер. Развитие тезнографических исследований на наноуровне в перспективе имеет революционное научное и практическое значение. До 2015 года в России на *нанотехнологии* и наноиндустрию намечено ассигновать около 200 млрд. рублей. Переход к нанотехнологиям означает качественный скачок от манипуляции с веществом к манипуляции отдельными атомами. Приборная база для работы на этом уровне имеется уже сейчас. Это *сканирующий туннельный микроскоп*, позволяющий воздействовать на единичные атомы, это *нановесы*, с помощью которых V.de Heer с сотрудниками Технологического института штата Джорджия (Атланта, США) предполагает взвешивать вирусы. Успешно работающая в России в сфере прикладных *нанотехнологий* корпорация МДТ (*Molecular Device Tools for Nanotechnology*), создала *сканирующие зондовые микроскопы*. В Институте проблем микроэлектроники РАН создаются квантовые наноэлектронные приборы, в других научных учреждениях Российской Федерации созданы *туннельные микроскопы*. В Институте кристаллографии перспективные исследования посвящены разработке новых электронных, магнитных, оптических и иных устройств, построенных на основе технологий третьего тысячелетия – использовании нового вещества, *гетероэлектрика*. Речь идет о веществе, состоящем из носителя, в который вводятся наночастицы различных материалов. Воздействуя на гетероэлектрики электромагнитными полями, на выходе получают материалы, обладающие уникальными свойствами. Например, стекла, изготовленные по технологии *гетероэлектрики*, пропускают свет в любом заданном спектральном интервале или вообще не пропускают свет вне данного интервала, то есть являются идеальными светофильтрами [25, 26].

Фундаментальные исследования в области химических технологий позволили получить *нанокристаллические* (НК) и *сверхмикрорекристаллические* (СМК) материалы с размером зерен менее 1 микрометра, обладающие комплексом особых физико-химических и механических свойств. Они могут успешно использоваться в экстремальных условиях эксплуатации – при низких температурах, в зоне интенсивного радиационного излучения, в высоконагруженных конструкциях и агрессивных средах. На основе нанокристаллических структур можно создать интерметаллические материалы с высокими демпфирующими свойствами, высокопрочные и сверхлегкие металл-полимерные композиты для применения в катализаторах и фильтрующих элементах, а также в медицине для изготовления сверхпрочных, сверхлегких, коррозионностойких имплантатов [26]. *Сканирующие зондовые микроскопы* становятся основным инструментом в *нанотехнологиях*, когда ведётся работа с объектами, размеры которых порой не превышают *нанометра* – одной миллиардной доли метра, т.е. в тысячу раз меньше микрометра (пример: человеческий волос имеет толщину 30 000 нм). *Зондовая микроскопия* уже применяется во всех областях, имеющих отношение к естествознанию, где требуется изучение объектов с самым высоким разрешением. Она имеет значительные перспективы. В биологии с помощью этих приборов можно исследовать и модифицировать ДНК, определять мутагенные хромосомы, наблюдать за жизнеспособностью клеток, легко различать раковые клетки. С помощью подобных приборов на основе технологии молекулярного капсулирования удалось создать медицинский продукт *веторон* – водорастворимую форму бета-каротина, а также объяснить, каким образом возникают разнообразные формы кристаллической воды, предсказать общее количество разнообразных кристаллов льда. Уже открыта ранее неизвестная закономерность построения *кристаллов* льда на основе *молекулярных гидротриплетов*. Введено в обиход понятие о *первичной стабильной гидрокристаллической константе*, состоящей из трех молекул воды, имеющих форму равнобедренной трапеции, которая предшествует формированию жесткой кристаллической гидроструктуре и определяет разновидности *кристаллов* льда.

Ведущиеся ныне прикладные медицинские исследования будут иметь продолжение на новом уровне [13, 14]. Компоненты БЖ по-разному влияют на процессы камнеобразования, протекающие в модельных системах. Дальнейшее исследование такого влияния с использованием новых технологий позволит решить многие актуальные вопросы терапии, гематологии, хирургии, урологии, травматологии и стоматологии. Так, при исследовании закономерностей образования зубных камней установлено, что аминокислоты, белок (казеин) и ионы магния ингибируют процесс образования *гидроксилатапата*, причем наибольшим ингибирующим действием обладает казеин; глюкоза промотирует данный процесс; мочевины же в физиологических концентрациях замедляет процесс образования *гидроксилатапата* в зубных камнях человека, тогда как десятикратное увеличение содержания мочевины в растворе способствует формированию *стехиометрического гидроксилатапата*. Среди компонентов слюны промоторами кристаллообразования при образовании зубных камней обладают глюкоза и мочевины [2].

Не менее важны работы с использованием *тезнографии* по оценке стабильности создаваемых наноматериалов при воздействии различных физических факторов. Научный интерес представляет реализация сложных процессов, протекающих во время кристаллизации БЖ, в том числе – высокоселективный химический процесс, как проявление одной из эффективных природных *нанотехнологий*, тесно связанный с учением о *фракталах*. Появление в конце прошлого века и нынешнее развитие электронно-оптических исследовательских систем открывает новые возможности оценки ТЗГ в препаратах-подложках на ранней стадиях дегидратации, которую можно назвать *фазой фрактализации*. Под *фракталами* обычно понимают *объекты, дробящиеся самоподобным образом*. Основоположник учения о *фракталах* Б. Мандельброт (1975), утверждал, что «Геометрия природы фрактальна!» и дал строгое определение *фракталов*, как объектов, у которых *топологическая размерность меньше хаусдорфовой* [5]. Живая и неживая природа дает нам множество

примеров фрактальных структур. В организме человека и животных фрактальное строение легко обнаруживается на системном уровне: кровеносная система животных и человека, эпителий кишечника, желчные протоки, легочная ткань, нервная система и т.д. имеют отличительные признаки *фракталов*: их разрыхленность в объеме, изрезанность по площади или изломанность линии. Наглядным примером фрактальной структуры в живой природе является строение респираторной системы.

Рост кристаллов из растворов на плоскости и образование дендритных форм является доказательством *фрактальности* в неживом процессе *тезиографии*. Название *фрактал* (от лат. *fractio* – разламывание) отражает эту особенность живых и неживых объектов. Для проверки фрактальности какого-либо объекта его нужно разбить на ячейки в пространстве большей размерности, подсчитать указанное отношение, затем разбить на более мелкие ячейки, снова подсчитать это отношение и т.д. Если у полученной последовательности чисел существует предел, то он и *будет хаусдорфовой размерностью*. Для проверки фрактальности кристаллического объекта бывает удобнее пользоваться вычислением так называемой *размерности самоподобия*:

$$D = \frac{\ln N}{\ln n}$$

где  $N$  – число, показывающее, во сколько раз увеличивается количество одинаковых элементов структуры при переходе к следующему шагу дробления, а  $n$  – число, показывающее, во сколько раз при этом уменьшается линейный масштаб этих элементов. Так, для отрезка  $D = 1$ ; для квадрата  $D = 2$ , для куба  $D = 3$ .

Фрактальными являются не любые самоподобно дробящиеся объекты, а только такие, у которых размерность самоподобия является дробной величиной, например растущие кристаллы. Эти ветвистые древовидные формы, *дендриты* (от греч. *dendron* – дерево) возникают при кристаллизации воды в виде морозных узоров на стекле и других поверхностях, на которых происходит отложение и кристаллизация водяных капель.

Дендритный рост во многом определяется ограниченной диффузией агрегации, описанной П. Микиным в 1983 г.: при росте *кристалла* атомам легче осесть вблизи выступа структуры, чем в ее глубине, попасть куда маловероятно, не «застряв» по пути. Это явление показывает, что *дендриты* представляют собой фрактальные *кластеры* (от англ. *cluster* – гроздь).

В ТЗГ БЖ дендритные формы совсем не редкость. Исследование ТЗГ крови и других жидкостей представляет собой более научно- и информационно сложную проблему, чем кристаллизация из простых растворов. Например, тезиографические препараты крови представляют собой комплексные структуры, состоящие из различных биокристаллоидов или *кристаллитов*. Это своеобразные химеры из сложных по составу *кристаллов* и околочристаллической среды, а также собственно *кристаллы*, сформировавшиеся в ходе первой дегидратационной фазы *самоорганизации* вследствие испарения воды [9, 20].

Несомненный интерес представляет изучение закономерных изменений по типу информационных паттернов *самоорганизации* и структурирования многокомпонентных БЖ в процессе дегидратации. Эти закономерности могут оказаться неким ключом, который позволит выявить характер изменчивых связей между самими БЖ и функциями органов и систем целостного организма. Тезиографический препарат в определенной степени обладает признаками устойчивых и неустойчивых стационарных состояний, поскольку БЖ при *самоорганизации* периодически приближается на некоторое время к равновесному состоянию, и почти сразу же развиваются процессы перехода к неравновесности. Аналогами равновесного состояния, которое возможно только в изолированных системах, являются так называемые стационарные неустойчивые и устойчивые состояния. Состояние системы считается устойчивым, если его малые возмущения затухают во времени, и неустойчивым – если они нарастают во времени. В процессе дегидратации БЖ эти состояния постоянно сменяют одно другое. В период формирования ТЗГ активно проявляются свойства *аттракторов*. *Аттракторами* называются области фазового пространства, притягивающие к себе фазовые траектории (от англ. *to attract* – притягивать). В результате вместо неустойчивого поведения системы в ней возникает новый устойчивый режим – периодические *автоколебания* определенной амплитуды. При больших возмущениях имеет место нелинейное ограничение амплитуды колебаний, и они начинают затухать. Как бы долго не крутилась фазовая траектория в фазовом пространстве, в случае динамического хаоса она не выходит за пределы некоторой пространственно ограниченной области – *аттрактора* [22], которые называют *странными аттракторами* по Ф. Такенсу. От привычных *аттракторов* – точек или циклов, соответствующих устойчивым затухающим или незатухающим колебаниям, *странные аттракторы* отличаются двумя особенностями: их траектория не замыкается и их режим функционирования неустойчив [24]. Поскольку эта неустойчивость всегда экспоненциальна, постольку любое малое начальное возмущение режима (в нашем случае – режима кристаллизации БЖ) приводит к *самоподобному* экспоненциальному разбеганию фазовых траекторий по *странному аттрактору*, что и обуславливает появление в ТЗГ фрактальных структур. Детерминированный хаос и *странные аттракторы* были обнаружены практически во всех областях современного естествознания. Они наблюдаются исключительно в нелинейных системах, поэтому их описание требует разработки сложных нелинейных дифференциальных уравнений [19]. В процессах идущих на молекулярном и наноуровне проявляются локальные сверхвысокие или сверхмалые значения давления, скорости, температуры и других параметров. Поэтому при оценке тезиографических процессов требуется поиск принципиально нелинейных подходов к описанию изучаемых процессов кри-

сталлизации биологических субстратов из раствора, с применением методов математического и компьютерного моделирования.

Не меньшее значение в будущем будет иметь разработка теории кластерообразования из многокомпонентного раствора, исследование роли *солитонов* в формировании тизиографических структур, поскольку на их основе появляются новые возможности развития кристаллизационных технологий. Исследование *солитонов* в динамике кристаллообразования в тизиографических тестах с кровью и другими БЖ ныне исследуют с помощью техник микроскопии, хотя это явление было открыто впервые на макроскопическом уровне В своем «Докладе о волнах» Рассел назвал обнаруженное им явление «*уединенной волной трансляции*». Название *солитоны* уединенные волны (то англ. *solitary waves*) получили в 1965 г., когда выяснилось, что они ведут себя подобно частицам (электронам, протонам, нейтронам и т. д.): при столкновении с другими такими же волнами они отталкиваются от них, как бильярдные шары. Сегодня *солитон* определяют как *уединенную волну, сохраняющую свою форму и скорость в процессе распространения и после столкновения с другими уединенными волнами* [15, 16]. Роль *солитонов* в процессе *самоорганизации* ТЗГ еще не исследована. Ясно, что существуют некие процессы, удерживающие *солитоны* при дегидратации БЖ от превращения в ударную волну и опрокидывания. Здесь имеет значение *диссипация (энергии и информации)* и еще одно явление, вызывающее сглаживание, расползание волнового фронта или его *дисперсию* (от лат. *dispersio* – рассыпание). В дисперсионной среде различные по частоте спектральные составляющие волнового всплеска распространяются с разной скоростью, поэтому и происходит его уменьшение по высоте и расползание по ширине. Когда дисперсионные эффекты компенсируют нелинейные явления, возникает *солитон*, как волна постоянного профиля. Примером *солитона* на макроуровне является *цунами* – морская волна, до 50 м в высоту, распространяющаяся со скоростью до 1000 км/ч. В массе жидкости на макроуровне могут возникать *солитоны* другого типа – *групповые солитоны* или *солитоны огибающей*. Они представляют собой группу амплитудно-модулированных периодических волн, у которых *огибающая* описывается гиперболическим секансом [11]. Под *огибающей* обычно находится около 14-20 волновых гребней. *Групповые солитоны* описываются *нелинейным уравнением Шредингера* (НУШ), поэтому их называют также *солитонами НУШ*. На микроуровне перспективными являются исследования возникновения *солитонов НУШ* в препаратах формирующихся ТЗГ в самом начале их дегидратации под влиянием различных физических воздействий. В физике работы по использованию *групповых солитонов* для передачи информации по оптическим и другим волноводам ведутся широким фронтом. *Солитоны НУШ* связывают также с процессами прохождения нервных импульсов в живых организмах и многих других процессах в биологических системах. Предложена концепция живого организма, как многоуровневого ансамбля *солитонов*, роль которых в формировании ТЗГ крови и ее препаратов является мало исследованной, но весьма перспективной проблемой, связанной с *самоорганизацией* БЖ при их дегидратации.

В природе широко распространены структуры кристаллов, грибов, бактерий, вирусов, макромолекул полиэлектролитов и молекул ДНК. Белковые молекулы, входящие в состав тканей и БЖ в организме – структурированы. Все эти молекулы обладают *ближним* (вторичная структура) и *дальним* (третичная структура) *порядком*, уникальной генетически запрограммированной пространственной структурой, определяющей все биологические особенности и функциональную активность белка.

В поиске оптимального приспособления организма к среде Природа использует естественную технологию *фрактализации*. В ряде работ показано, что согласование функций всех важнейших органов при внешних воздействиях на организм животного или человека идет путем использования гармонических алгоритмов Золотой пропорции и ряда чисел Фибоначчи в задачах поиска адекватного приспособления к изменяющимся условиям среды [18]. Подобным алгоритмом оперирует Природа при *самоорганизации* БЖ в период формирования ТЗГ.

Отмечена связь чисел Фибоначчи с задачами теории поиска. По-видимому, ведущие функциональные системы организма, в том числе и система крови, в процессе жизнедеятельности постоянно решают задачи поиска минимума затрат свободной энергии, как при осуществлении своих специализированных саногенетических функций, так и в процессе морфогенеза. Говоря математическим языком, живые системы решают свои поисковые (адаптационные) задачи в дискретно-числовых множествах. При этом минимизация свободной энергии биологической системы с заданной точностью происходит за некоторое ограниченное количество операций или тактов. В.В. Игнатьевым было найдено доказательство леммы о том, что во множестве чисел Фибоначчи существует план задачи «R», позволяющий за конечное число шагов (приближений) отыскать минимум свободной энергии биосистемы. Выведена также теорема о том, что *n-шаговый фибоначчьевый план* (Фп) является единым оптимальным n-шаговым планом поиска локального минимума затрат свободной энергии системы за n-шагов. В настоящее время эта теорема доказана для (n+1) шагового плана, который является оптимальным, то есть ведущим к наименьшей ошибке поиска. При этом можно считать доказательства справедливыми не только для одиночного случая, но и тогда, когда аргумент определяемой функции сам может быть сложной монотонной функцией (степенной, показательной, логарифмической или сложной трансцендентной функцией).

С этих позиций рассмотрим непротиворечивое объяснение факта необычайной частоты нахождения в структурах и функциях биологических систем Золотой пропорции и соответствующих Золотых чисел.

Известно, что в ряду чисел Фибоначчи соседние числа (при стремлении номера чисел к бесконечности) становятся элементами деления целого интервала, отрезка, структуры и т.п. в среднем и крайнем отношении, близком к числу Фидия ( $\Phi$ ). Чем большим временем для проведения поиска минимума затрат свободной энергии располагает живая адаптивная система, тем ближе она находится к Золотым числам 0,618 и 0,382....

В Природе любая, даже не живая, но динамичная система пытается минимизировать свои затраты энергии, направленные на обеспечение своих пропорций, устойчивых состояний, либо функций. Так *кристаллы* оптимизируют компоновку своих молекул таким образом, чтобы минимум свободной энергии затрачивался на формирование этой компоновки. Если *кристалл* не растворяется и не растет, то он находится в термодинамическом равновесии с маточной средой (раствором).

*Кристаллы* являются примером дискретных систем, так как состоят из вполне конечной структуры молекул или атомов. В период формирования (роста) *кристалла* поиск минимума затрат свободной энергии происходит в дискретном множестве – в допустимом по законам Природы расположении и компоновке конкретного числа атомов или молекул. Наглядным примером дискретного множества может быть колода карт. Возможны различные варианты расположения этих карт – это множество, но оно дискретно, так как при любом расположении карт их совокупность остается колодой карт, а не, например, книгой. Все оформленные неживые дискретные системы – считаются сформировавшимися и устойчивыми, так как находятся в минимуме своей энергии.

Живые системы также состоят из дискретных элементов – молекулярных комплексов, атомов, молекул, клеток, органов, систем, даже групп и популяций людей. При их формировании Природа использует технологию, сходную с технологией *фракталов*. Так кристаллизация в живом организме (при росте кости) идет из простых одинаковых или подобных элементов путем наращивания структурных единиц. Уточняются заложенные в природе *механизмы поиска экстремума*. Подобные процессы происходят при организации и старении ТЗГ БЖ.

Любые развивающиеся биосистемы находятся в состоянии постоянного внутреннего поиска истинного минимума энергии. Живая биологическая система в процессе формирования приближается к его истинному энергетическому минимуму, но, и сформировавшись, все же не находит. В этом суть жизни и проблема живого. Если неживая система практически всегда находится в истинном энергетическом минимуме, то живая система лишь в какой-то мере приближается к нему, находит нечто близкое. Однако, поскольку любая живая система не может быть окончательно оптимальной, то, после некоторого приближения к минимуму, в результате его непрерывного поиска, она переходит на новый уровень организации, вернее нового поиска экстремума в другой плоскости или на другой ступени организации. Поиск минимума энергии организмом сопровождается изменениями его внутренних сред, и, это состояние отражается на потенциале БЖ к *самоорганизации* в период формирования ТЗГ.

Можно с высокой степенью допущения считать, что *неживые системы принципиально оптимальны*, а *природная живая система принципиально* всегда стремится к оптимуму своего развития, но никогда *не достигает экстремума (то-есть не оптимальна)*. Живые системы, выделившись из неживой природы, существуют во времени и в определенном для них временном интервале, «мечутся» в поиске своих минимумов энергии, полученной от энергии Солнца. Энергия в живых системах никуда не исчезает, она может лишь перерабатываться, переливаться, переходя из одной формы в другую. Объекты живой природы – не стационарны, поскольку имеют начало и конец (точки появления и смерти, которая с позиции *теории фракталов* является для живой системы *аттрактором*). Живые системы не могут полностью достичь оптимума за время их существования, но в течение жизни вынуждены искать экстремум (максимум или минимум) некоторого функционала в дискретном сапогенетическом (приспособительным к внешней среде) множестве. При этом Природой им предписано проводить поиск экстремума путем подбора комбинирования дискретных элементов, составляющих соответствующие, близкие к оптимальным, множества.

В вышеперечисленных примерах фактически рассмотрены либо *стационарные* либо *квазистационарные* системы или процессы. Первые из них имеют минимум свободной энергии. Вторые – разыскивают минимум затрат свободной энергии применительно к своему настоящему эволюционному этапу. Поиск этого минимума живыми объектами так же, как и в первом случае, определяется вторым началом термодинамики, но это начало проявляется в биосистемах, являющихся не стационарными, а динамическими, развивающимися во времени и адаптирующимися к конкретным условиям своей «жизни». Тезиографический процесс в отношении БЖ является сложным процессом, при этом дегидратация препаратов крови по сути представляет собой комбинационную систему живого и неживого в «в одном флаконе», хотя бы на ранней стадии формирования СТС. Неживые кристаллы чаще представляют собой совокупности либо атомов одного класса, либо молекул одного класса, либо представляют собой образования, состоящие из счетного множества сочетаний дискретных компонентов (например, *кристаллы* поваренной соли, хрусталя ( $SiO_2$ ), *кристаллиты* и *кристаллы* ТЗГ). Все объекты живой природы – молекулы, субклеточные органеллы, клетки, также представляют собой счетные множества, то есть являются дискретными объектами. В этом видится их единство с объектами неживой природы. Проводя поиск оптимума в дискретном множестве, Природа пользуется некоторым алгоритмом (планом), который может быть понят, если преобразовать теорему Воробьева в отношении трансцендентных функций. Различные системы ведут поиск экстремумов затрат свободной

энергии, а значит, они не могут вычислять непрерывно из-за энергетических ограничений. Есть теоремы, которые показывают, что экстремум легко находится с помощью производных при вычислениях, проводимых шагами [32].

Для моделирования и предсказания возможных вариантов формирования тизиографических структур при кристаллизации БЖ следует уточнить законы проявления симметрии при быстрой кристаллизации в условиях неоднородного роста, когда *кристаллы* не могут вырастать совершенными, а образуются в виде *дендритов* [6, 23].

Теоретические исследования тизиографии крови ее препаратов и других БЖ открывают новые пути ее практического использования в биологии и медицине в недалеком будущем. Кристаллизация из раствора сама по себе является *природной нанотехнологией*, под которой понимается отрасль молекулярной технологии, ориентированную на получение устройств, роботов и веществ с заданной молекулярной структурой, при их производстве атом за атомом. *Наномедицина* по каноническому определению ведущего учёного в данной области Р. Фрейтаса это «слежение, исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне». *Медицинские нанотехнологии* направлены на разработку самореплицирующихся (саморазмножающихся) систем на базе биоаналогов – бактерий, вирусов, простейших, создание нанолечений, микророботов и микроманипуляторов, позволяющих изменить технологии лечения самых тяжелых заболеваний. В таких исследованиях и разработках возможности кристаллографических методов исследования различных биологических субстратов весьма значительны. В последние годы появились работы ученых, выполненные на трансмиссионном микроскопе, посвященные обнаружению *кристаллов* в различных биосубстратах при опухолевых, воспалительных и некоторых других процессах. Кроме кристаллов *Na*-урата, при подагре были обнаружены более мелкие кристаллы неясной природы. С помощью световой и электронной микроскопии в клетках опухолевой ткани так же обнаружены кристаллоидные тела. Многие исследователи нашли в опухолевой ткани слюнных и околоушных желез *кристаллоиды*, богатые тирозином, представляющие собой смесь различных белков неопределенной формы, и коллагеновые *кристаллоиды*, состоящие из различно расположенных волокон коллагена (звездчатые структуры). В капиллярах гемангиобластомы мозжечка выявлены кристаллоидные тела круглой, овальной или полигональной формы неуставленной природы, локализованные вблизи клеточного ядра или цитоплазматической мембраны, имеющие ленточную или гексагональную субструктуру. В опухолях гипофиза (аденоме), поджелудочной и щитовидной желез многие авторы обнаружили кристаллический амилоид.

Прикладное значение в медицинской и биологической практике приобретет научная систематизация элементов, формирующихся в тизиографических препаратах. Продолжение исследований в плане видовых и индивидуальных структурно-морфологических отличий ТЗГ БЖ могут внести свою лепту в установление индивидуальности конкретного человека с точностью до наноструктур. Весьма перспективным представляется кристаллооптический анализ, основанный на определении веществ по кристаллооптическим константам: показателям преломления, двупреломления, углу между оптическими осями, знаку удлинения, углу погасания и др. Кристаллооптический анализ имеет ряд преимуществ перед химическим анализом. Главное достоинство – высокая специфичность, так как каждое кристаллическое вещество имеет присущие только ему оптические константы, в то время как форма *кристаллов* может быть абсолютно одинаковой и у совершенно различных по химическому строению веществ. С помощью кристаллооптического анализа можно различать вещества одинакового химического состава (изомеры, полимеры). При этом сложность химического состава не имеет значения, а наличие примесей не мешает определению. Кроме того, для анализа тизиографических препаратов требуется незначительное количество вещества при отсутствии каких-либо реактивов.

При этом существенно улучшить разрешение позволит лазерное сканирование вместе с конфокальной оптической схемой (*конфокальный лазерный микроскоп*). Биологические образцы можно исследовать, применяя оптический, лазерный конфокальный и *атомно-силовой микроскопы* (АСМ). Нанолaborатории объединяют возможности *ультрамикротомы* и АСМ и позволяет реконструировать в виде трёхмерной модели внутреннюю структуру залитых в смолу образцов с разрешением в несколько нанометров. Эти приборы в биомедицинском направлении *нанотехнологий* будут самым перспективными в ближайшие 10-15 лет.

Дальнейшее изучение физико-химических свойств *кристаллов*, образующихся в биологических субстратах, позволит расширить сферу приложения кристаллографического метода в медицине. Техническая простота, отсутствие потребности в дорогостоящей аппаратуре и реактивах, позволяют использовать этот метод в любой клинико-биохимической лаборатории. Процесс кристаллизации из раствора можно изменить при БЖ при электролизе без диафрагмы, имеющий нанотехнологическое обоснование. Использование этого эффекта позволит разработать новые технологии для получения веществ с заданным составом и свойствами, например с резонансной кластерной структурой [12].

В биологических и медицинских исследованиях кристаллографические методы диагностики можно использовать для диагностики различных патологических состояний организма животных и человека. Современные лабораторные методы, в числе которых тизиография, в будущем позволят найти ключ к высокочастотным связям самих БЖ с состоянием органов и систем. Путем обнаружения таких связей может стать перевод БЖ в твердую фазу [17, 29]. Как считают авторы публикации <http://treskunov.narod.ru/mikrodeformatsija.html> отдельным направлением тизиографических исследований может стать оценка мик-

родеформации молекулярных и клеточных структур под влиянием терапевтических и сверхмалых доз физико-химических воздействий на биологические ткани. Это связано с тем, что установлена универсальность механизма микродеформации изменения структуры макромолекул ДНК, клеток-рецепторов, биологических тканей с полимодальной или разнонаправленной дозой, а также временной зависимостью реакции биологических тканей, на различные сочетания физико-химических воздействий при фазовых переходах.

Анализ процессов *самоорганизации* и развития в процессах кристаллизации из раствора сложных по молекулярному составу биологических компонентов потребует разработки программных продуктов, позволяющих сделать новый шаг в распознавании патологических отклонений в основных физиологических системах организма человека. С их помощью в перспективе могут быть определены надежные маркеры различных заболеваний, а также состояний индуцируемых воздействием на организм внешних физических, химических и биологических факторов. В ближайшие годы исследования ТЗГ цельной крови и ее жидкой части плазмы, *тромбоконцентратов* и других гемопрепаратов позволят более надежно решать проблемы криоконсервирования органов, тканей и жидких биосубстратов, а также вести контроль за сохранностью этих биопрепаратов в процессе длительного их хранения.

Биологические системы способны собирать строительные блоки размером в несколько нанометров в морфологически безупречные и функционально сложные структуры. Эти структуры отличаются регулируемым размером и однородностью состава. Подобные материалы обычно пластичны и состоят из поразительно простого набора молекулярных строительных блоков (липиды, белки и нуклеиновые кислоты), объединенных в сложные конструкции. Удалось получить сетевые *наноструктуры* из *кластеров* наночастиц золота с помощью дисульфидных связей, а также из *наночастиц* оксида железа с помощью взаимодействия стрептавидин-биотин. Представляется возможным в недалеком будущем использовать способность биомолекул распознавать определенные грани кристаллов и даже атомный состав неорганической фазы. *Нанотехнология*, основанная на имитации биологических механизмов (так называемая *биомиметика*), обещает стать полезным инструментом прогресса в области кристаллографии биологических и других макромолекул, а также в области нанoeлектроники и наноробототехники. Распознавание на биомолекулярном уровне причин и порядка эволюции белков позволит разработать молекулярные механизмы проектирования и синтеза неорганических нанокристаллов с заранее программируемыми свойствами. На химическом уровне приходится иметь дело с огромным числом атомов и молекул: всего 1 пикомоль вещества содержит  $10^{12}$  молекул. При наноконструировании спуск с макроскопического уровня (технологии «сверху вниз»), с использованием все более точных и дорогостоящих инструментов, ныне заменяется технологией «снизу вверх» [30].

Тезиографические методы могут дать дополнительную информацию о взаимодействии макросистем организма с живущими на поверхности наших тканей вирусами, грибами, бактериями, включая шарообразные нанобактерии диаметром от 20 до 100 нанометров, по сравнению с которыми большинство вирусов выглядят великанами. Считалось, что у таких живых микрообъектов нет ресурсов для размножения. Однако они размножаются.

*Нанотехнологии* обещают новые возможности в лечении опухолевых заболеваний. Уже есть опыт использования *наночастиц* для улучшения эффективности онкологических препаратов, с помощью которых можно точнее доставлять препараты к опухоли, применять меньшие дозы препаратов, что уменьшает число неприятных побочных эффектов. С помощью наночастиц легче уничтожить раковые клетки в организме, поскольку наночастицы могут не только быстро донести до злокачественной клетки химиопрепарат, но и заблокируют рецепторы, отвечающие за образование новых опухолевых клеток.

В связи с проблемами криоконсервирования крови, костного мозга, тканей и различных биологических жидкостей грядущая «эра нанотехнологии» подразумевает разработку простых молекулярных устройств, способных входить в клетки, блокировать их молекулярные машины и структуры с помощью установления перекрестных связей, например, как молекулы глутарового альдегида. В настоящее время во многом не решенной проблемой является криосохранение клеток, тканей, жидких биосубстратов. Это связано с тем, что замораживание повреждает клетки настолько тонким образом, что часто это не причиняет долговременного вреда. Поэтому из замороженной спермы регулярно получают здоровые дети. Криобиологи активно исследуют способы замораживать и оттаивать жизненно важные органы, чтобы дать возможность хирургам сохранять их для дальнейшей имплантации. Перспективными становятся разработки нанопроцедур биостаза. Будущие хирургические наномашинки, полученные с использованием холода, введенные в сосуды человека будут способны очищать их изнутри, что откроет пути к нормализации функционирования всех тканей.

Вышеизложенное раскрывает лишь некоторые перспективы теоретического исследования и практического использования тезиографии на благо человека и его здоровья. Эти и многочисленные другие примеры убеждают в том, что исследования препаратов кристаллизующейся крови, ее препаратов и других БЖ могут быть перспективными для решения общебиологических задач сохранения здоровья человека, профилактики заболеваний и их лечения. Можно надеяться, что уточнение в ближайших исследованиях нерешенных вопросов, устранение методологических неточностей, позволят включить тезиографические исследования крови и ее препаратов в стандарты Минздравсоцразвития по обследованию больных.

Современные технические возможности исследования живых объектов, их структур и жидкостей, вплотную подошли к исследованию *естественных нанотехнологий*, одной из которых является кристаллизация и растворение. Изучение *самоорганизации* крови и других БЖ в процессе кристаллообразования позволит уточнить информационные значения СТС существенно обезвоженных препаратов плазмы и сыворотки крови. Это может иметь значение для оценки качества длительно хранящихся препаратов крови, оценки жизнеспособности ее клеточных элементов и сохранности структуры функционально значимых белковых и других молекул. Высокая чувствительность тизеографических тестов к различным воздействиям внешней среды и к изменениям функционального состояния организма в перспективе позволяет уточнить причины ряда патологий на клеточном, молекулярном, а также на нанометровом уровнях.

### Литература

1. Алехин О. С. Бобров А. П. Герасимов В. И. Зарембо В. И. Некрасов К. В. Саргаев П. М. Суворов К. А. Способ управления процессом кристаллизации // Патент РФ № 2137572. (12.29. 1998).
2. Бельская Л.В. Зубные и слюнные камни – химический состав, генетические особенности: автореф. дис. ... канд. хим. наук. М., 2009. 24 с.
3. Бурлакова Е.Б. Особенность действия сверхмалых доз биологически активных веществ и физических факторов низкой интенсивности // Российский химический журнал. 1999. Т. 43. № 5. С. 3-11.
4. Бурлакова Е.Б., Голощапов А.Н., Жижина Г.П., Конрадов А.А. Новые аспекты закономерностей действия низкоинтенсивного облучения в малых дозах // Радиационная биология. Радиоэкология. 1999. Т. 39. № 1. С. 20-34.
5. Браже Р.А., Мефтахутдинов Р.М. Концепции современного естествознания. Часть 2: Учебн. пособ. Ульяновск: Ульяновский гос.техн. ун-т, 2003. 130 с.
6. Веснин Ю.И. Вторичная структура кристаллов: субкристалл как элементарный носитель свойств нанокристаллических материалов. Т. 8. Молекулярно-селективные и нелинейные явления и процессы. Физико-технические проблемы нетрадиционной энергетики. Физико-технические проблемы ядерной энергетики. Физическая химия растворов. Ультрадисперсные (нано-) материалы // Научная сессия МИФИ-2003. С. 287-288.
7. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Багаутдинов Ш.М., Четкин А.В. Постоянство непостоянного в тизеограммах препаратов крови (к стандартизации исследований кристаллизации биологических жидкостей // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. XV. № 4. С. 7-12.
8. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Цогоев А.С. Тизеографические исследования крови и их практические возможности // Вестник новых медицинских технологий. 2004. Т. XI. № 1-2. С. 23-25.
9. Кидалов В.Н., Сясин Н.И., Хадарцев А.А. Якушина Г.Н. Жидкокристаллические свойства крови и возможности применения в нетрадиционных медицинских исследованиях // Вестник новых медицинских технологий. 2001. Т. IX. № 2. С. 25-27.
10. Кисель В.П. Нетрадиционные природные ресурсы. Инновационные технологии и продукты // Сб. научных трудов. Вып. 6. М.: РАЕН, 2002. С. 328-329.
11. Кудряшов Н.А. Нелинейные волны и солитоны // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 2. С. 85-91.
12. Леонтьева Е.В., Широносков В.Г. Получение нового класса веществ на основе бесконтактной активации жидкостей // Сб. тезисов ВНКСФ-13: "МИС-РТ"-2007. Сборник № 40-3. Ростов-на-Дону Таганрог, 2007. С. 109-110.
13. Майстренко Е.М. Кристаллографические и кристаллоскопические исследования в комплексной диагностике и оценке результатов лечения заболеваний слюнных желез: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь, 2003. 27 с.
14. Минц Р.И., Кононенко Е.В. Мезофазы в организме человека // Архив патологии. 1981. Т. 43. № 7. С. 3-12.
15. Петухов С.В. Биосолитоны – тайна живого вещества. Основы солитонной биологии. М.: ГП Кимрская типография, 1999. 288 с.
16. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Мир, 1986. 131 с.
17. Савина Л.В. Кристаллоскопические структуры сыворотки крови здорового и больного человека. Краснодар: Сов. Кубань, 1999. 96 с.
18. Суббота А.Г. «Золотое сечение» («Sectio aurea») в медицине. СПб, 1994, 1996. 114 с.
19. Трубецков Д.И. Турбулентность и детерминированный хаос // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 1. С. 77-83.
20. Чашечкин Ю.Д. Природа формирования структур в неоднородных жидкостях // Морфология биологических жидкостей в диагностике и контроле эффективности лечения: Сб. науч. тр. М., 2001. С. 5-7.
21. Широносков В.Г. Способ получения твердого вещества из кристаллизуемой жидкости // Патент RU 2316374.

22. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. 528 с.
23. Щербаков А.С. Самоорганизация материи в неживой природе. Философские аспекты синергетики. МГУ, 1990. 130 с.
24. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1991. 290 с.
25. Геворкян Э. В России у нанотехнологий большое будущее // Газета Вечерняя Москва, 2007. URL: <http://www.vmdaily.ru/article.php?aid=45878>
26. Чумаченко Б., Лавров К. Нанотехнологии – ключевой приоритет обозримого будущего // Эзотера. URL: <http://ezotera.ariom.ru/2007/01/16/nano.html>
27. Кисель В.П. Микродеформация молекулярных и клеточных структур – механизм влияния терапевтических и сверхмалых доз физико-химических воздействий на биологические ткани. URL: <http://treskunov.narod.ru/mikrodeformatsija.html>
28. Присяжнюк В.А. Анализ воды: цели, методы, прогнозирование свойств Часть.2. URL: <http://www.c-o-k.com.ua/content/view/221/0/>
29. Mikhailenko M. A., Drebuschak T. N., Drebuschak V. A., Boldyreva E. V., Boldyrev V. V. Synthesis and characterization of sulfathiazole-pyridine solvate polymorphs // J. Crystal Growth. 2005. V. 274. P. 569-572.
30. Nadrian C. Seeman and Angela M. Belcher Emulating biology: Building nanostructures from the bottom up// Proceedings of the National Academy of Sciences. 2002. V. 99. № 2.C. 6451-6455.
31. Oddo J.E., Tomson M.B. Контроль отложений. Прогноз и обработка, или как компании оценивают проблемы отложений и в чем они ошибаются // CORROSION. 1992. 92. N 34 .
32. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А. Тезиография крови и биологических жидкостей. Тула: Тульский полиграфист, 2009. 244 с.

#### References

1. Alekhin OS, Bobrov AP, Gerasimov VI, Zarembo VI, Nekrasov KV, Sargaev PM, Suvorov KA, inventors; Sposob upravleniya protsessom kristallizatsii Russian Federation patent RU 2137572. 1998. Russian.
2. Bel'skaya LV. Zubnye i slyunnye kamni – khimicheskii sostav, geneticheskie osobennosti [dissertation]. Moscow (Moscow region); 2009. Russian.
3. Burlakova EB. Osobennost' deystviya sverkhmal'nykh doz biologicheskii aktivnykh veshchestv i fizicheskikh faktorov nizkoy intensivnosti. Rossiyskiy khimicheskii zhurnal. 1999;43(5):3-11. Russian.
4. Burlakova EB, Goloshchapov AN, Zhizhina GP, Konradov AA. Novye aspekty zakonornostey deystviya nizkointensivnogo oblucheniya v mal'nykh dozakh. Radiats. biologiya. Radioekologiya. 1999;39(1):20-34. Russian.
5. Brazhe RA, Meftakhutdinov RM. Kontseptsii sovremennogo estestvoznaniya. Chast' 2: Uchebn. posob. Ul'yanovsk: Ul'yanovskiy gos.tekhn. un-t; 2003. Russian.
6. Vesnin YuI. Vtorichnaya struktura kristallov: subkristall kak elementarnyy nositel' svoystv nanokristallicheskiykh materialov. T. 8. Molekulyarno-selektivnyye i nelineynyye yavleniya i protsessy. Fiziko-tekhnicheskiiye problemy netraditsionnoy energetiki. Fiziko-tekhnicheskiiye problemy yadernoy energetiki. Fizicheskaya khimiya rastvorov. Ul'tradispersnyye (nano-) materialy. Nauchnaya sessiya MIFI-2003. P. 287-8. Russian.
7. Kidalov VN, Khadartsev AA, Bagautdinov ShM, Chechetkin AV. Postoyanstvo nepostoyannogo v teziogramмах preparatov krovi (k standartizatsii issledovaniy kristallizatsii biologicheskikh zhidkostey. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;15(4):7-12. Russian.
8. Kidalov VN, Khadartsev AA, Tsogoev AS. Teziograficheskie issledovaniya krovi i ikh prakticheskie vozmozhnosti. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;11(1-2):23-5. Russian.
9. Kidalov VN, Syasin NI, Khadartsev AA, Yakushina GN. Zhidkokristallicheskie svoystva krovi i vozmozhnosti primeneniya v netraditsionnykh meditsinskikh issledovaniyakh. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2001;9(2):25-7. Russian.
10. Kisel' VP. Netraditsionnyye prirodnyye resursy. Innovatsionnyye tekhnologii i produkty . Sb. nauchnykh trudov. 2002;6:328-9. Russian.
11. Kudryashov NA. Nelineynyye volny i solitony. Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal. 1997;2:85-91. Russian.
12. Leont'eva EV, Shironosov VG. Poluchenie novogo klassa veshchestv na osnove beskontaktnoy akti-vatsii zhidkostey. Sb. tezisov VNKSF-13: "MIS-RT"-2007. Sbornik № 40-3. Rostov-na-Donu Taganrog; 2007. Russian.
13. Maystrenko EM. Kristallograficheskie i kristalloskopicheskie issledovaniya v kompleksnoy diagnostike i otsenke rezul'tatov lecheniya zabolovaniy slyunnykh zhelez [dissertation]. Perm' (Permskiy kray); 2003. Russian.
14. Mints RI, Kononenko EV. Mezofazy v organizme cheloveka. Arkhiv patologii. 1981;43(7):3-12. Russian.
15. Petukhov SV. Biosolitony tayna zhivogo veshchestva. Osnovy solitonnoy biologii. Moscow: GP Kimrskaya tipografiya; 1999. Russian.
16. Prigozhin I, Stengers I. Poryadok iz khaosa. Moscow: Mir; 1986. Russian.

17. Savina LV. Kristalloskopicheskie struktury syvorotki krovi zdorovogo i bol'nogo cheloveka. Krasnodar: Sov. Kuban'; 1999. Russian.
18. Subbota AG. «Zolotoe sechenie» («Sectio aurea») v meditsine. Sankt-Peterburg; 1994, 1996. Russian.
19. Trubetskov DI. Turbulentnost' i determinirovanny khaos. Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal. 1998;1:77-83. Russian.
20. Chashechkin YuD. Priroda formirovaniya struktur v neodnorodnykh zhidkostyakh. Morfologiya biologicheskikh zhidkostey v diagnostike i kontrole effektivnosti lecheniya: Sb. nauch. tr. Mosocw; 2001. Russian.
21. Shironosov VG, inventors; Sposob polucheniya tverdogo veshchestva iz kristallizuemoy zhidkosti. Russian Federation patent RU 2316374. Russian.
22. Shreder M. Fraktaly, khaos, stepennyye zakony. Miniatury iz beskonechnogo raya. Izhevsk: NITs «Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika»; 2001. Russian.
23. Shcherbakov AS. Samoorganizatsiya materii v nezhyvoy prirode. Filosofskie aspekty sinergetiki. Moscow: MGU; 1990. Russian.
24. Feder E. Fraktaly. Moscow: Mir; 1991. Russian.
25. Gevorkyan E. V Rossii u nanotekhnologiy bol'shoe budushchee. Gazeta Vechernyaya Moskva; 2007. URL: <http://www.vmdaily.ru/article.php?aid=45878>. Russian.
26. Chumachenko B, Lavrov K. Nanotekhnologii – klyuchevoy prioritet obozrimogo budushchego. Ezotera. URL: <http://ezotera.ariom.ru/2007/01/16/nano.html> Russian.
27. Kisel' VP. Mikrodeformatsiya molekulyarnykh i kletochnykh struktur – mekhanizm vliyaniya terapevticheskikh i sverkhmalykh doz fiziko-khimicheskikh vozdeystviy na biologicheskie tkani. URL: <http://treskunov.narod.ru/mikrodeformatsija.html> Russian.
28. Prisyazhnyuk VA. Analiz vody: tseli, metody, prognozirovanie svoystv Chast'.2. URL: <http://www.c-o-k.com.ua/content/view/221/0/> Russian.
29. Mikhailenko MA, Drebuschak TN, Drebuschak VA, Boldyreva EV, Boldyrev VV. Synthesis and characterization of sulfathiazole-pyridine solvate polymorphs. J. Crystal Growth. 2005;274:569-72.
30. Nadrian C. Seeman and Angela M. Belcher Emulating biology: Building nanostructures from the bottom up. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2002;99(2):6451-5.
31. Oddo JE, Tomson MB. Kontrol' otlozheniy. Prognoz i obrabotka, ili kak kompanii otsenivayut problemy otlozheniy i v chem oni oshibayutsya. CORROSION. 1992;92(34).
32. Kidalov VNKhadartsev AA. Teziografiya krovi i biologicheskikh zhidkostey. Tula: Tul'skiy poligrafist; 2009. Russian.