

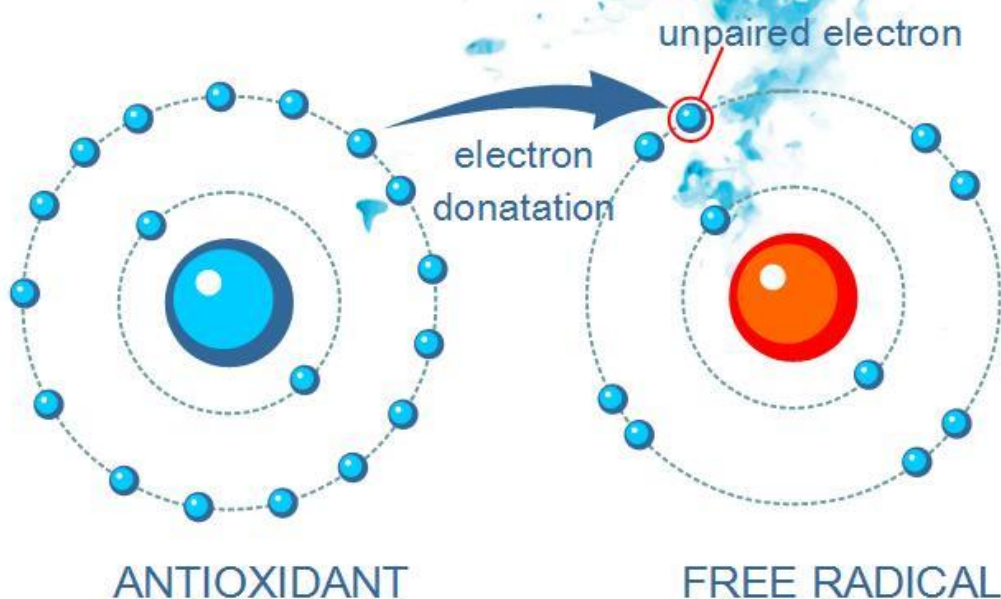
ISSN 2414-5246



**ПРЕЗИДЕНТУ АРО,  
ПРОФЕССОРУ  
СЕРГЕЮ ПЕТРОВИЧУ  
ПЕРЕТЯГИНУ – 80!**

**Том 12**

**№1**



АССОЦИАЦИЯ  
РОССИЙСКИХ  
ОЗОНОТЕРАПЕВТОВ

**БИОРАДИКАЛЫ И  
АНТИОКСИДАНТЫ**

**2026**



**АССОЦИАЦИЯ  
РОССИЙСКИХ  
ОЗОНОТЕРАПЕВТОВ**

**Гл. редактор** – д.м.н., проф. С.П. Перетягин

**Зам. гл. редактора** – д.б.н., доц. А.К. Мартусевич

**Отв. секретарь** – д.б.н. А.Г. Соловьёва

**Зав. редакцией** - А.А. Мартусевич

***Международный редакционный совет:***

Lamberto Re (Италия)

Nurettin Luleci (Турция)

Renate Viebahn-Haensler (Германия)

С.А. Беляев (Германия)

А.Ф. Ванин (Россия)

В.В. Зинчук (Белоруссия)

А.Г. Куликов (Россия)

Е.И. Назаров (Украина)

И.Н. Попов (Германия)

В.Д. Селемир (Россия)

Р.Р. Фархутдинов (Россия)

***Редакционная коллегия:***

А.В. Алясова, д.м.н., проф. (Н.Новгород)

А.Н. Беляев, д.м.н., проф. (Саранск)

О.А. Биткина, д.м.н. (Н.Новгород)

Е.Л. Бойко, д.м.н., проф. (Иваново)

Г.А. Бояринов, д.м.н., проф. (Н.Новгород)

В.И. Гибалов, д.ф.-м.н., проф. (Москва)

Г.О. Гречканев, д.м.н., проф. (Н.Новгород)

С.В. Гусакова, д.б.н., проф. (Томск)

Е.А. Дурново, д.м.н., проф. (Н.Новгород)

В.И. Карелин, д.ф.-м.н., проф. (Саров)

Р.Г. Каримова, д.б.н., проф. (Казань)

К.Н. Конторщикова, д.б.н., проф. (Н.Новгород)

И.В. Кошелева, д.м.н., проф. (Москва)

П.П. Кузьмичев, д.м.н., проф. (Хабаровск)

Н.Б. Мельникова, д.х.н., проф. (Н.Новгород)

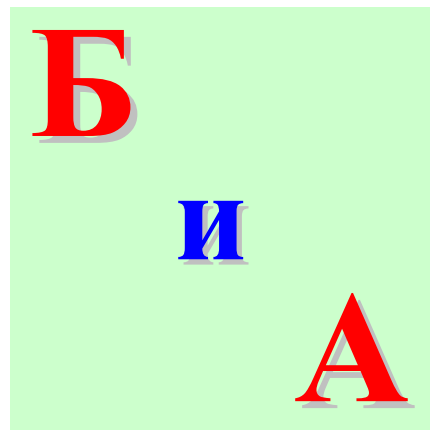
И.В. Мухина, д.б.н., проф. (Н.Новгород)

А.А. Тимошин, д.б.н. (Москва)

В.Ю. Титов, д.б.н., проф. (Москва)

К.Б. Шумаев, д.б.н. (Москва)

С.В. Якимов, д.м.н., проф. (Красноярск)



**Том 12, №1  
2026**

Издание зарегистрировано  
Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных  
технологий и массовых  
коммуникаций

Свидетельство о регистрации  
средства массовой информации  
Эл № ФС77-57345  
от 17 марта 2014 г.

**Учредитель** – Ассоциация  
российских озонотерапевтов

**Адрес редакции:**  
603089, г. Н. Новгород,  
ул. Б. Панина, д. 9

**Телефоны:**  
8-909-144-91-82  
8-910-391-79-98

**e-mail:** [cryst-mart@yandex.ru](mailto:cryst-mart@yandex.ru)  
[psp\\_aro@mail.ru](mailto:psp_aro@mail.ru)

**Internet:** [www.ozonotherapy.ru](http://www.ozonotherapy.ru)

Все права защищены. Любое  
воспроизведение опубликованных  
материалов без письменного  
согласия редакции не допускается.  
При перепечатке ссылка на  
журнал обязательна

**Содержание****Content****ОБЗОРЫ****REVIEW ARTICLE**

**Ковалёва Л.К., Мартусевич А.К.,  
Василенко Ю.М., Беляк А.В.**  
Гипотеза о вовлечении химических  
свойств первичной структуры белков в  
механизмы прион-индуцированных  
конформационных нарушений

**4 Kovaleva L.K., Martusevich A.K.,  
Vasilenko Yu.M., Belyak A.V.**  
Hypothesis on the involvement of  
chemical properties of the primary  
structure of proteins in the mechanisms of  
prion-induced conformational disorders

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ****ORIGINAL ARTICLES**

**Габова О.Н., Жданова О.Б.,  
Мартусевич А.К., Ламусса Лалле,  
Плюснина Н.Б., Часовских О.В.**  
Перспективы применения лишайников  
и мхов в аквакультуре

**13 Gabova O.N., Zhdanova O.B.,  
Martusevich A.K., Lamoussa Lalle,  
Plyusnina N.B., Chasovskikh O.V.**  
Prospects for the use of lichens and  
mosses in aquaculture

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
АССОЦИАЦИИ****METHODICAL MATERIALS OF  
ASSOCIATION**

**Матвеев Д.В., Кошелева И.В.,  
Ганьшин И.Б., Багателия З.А.,  
Карташева А.Ф., Кастыро И.В.,  
Долидзе Д.Д., Варданыан А.В.,  
Ходорович О.С., Сорокина Т.В.**  
Озонсклерооблитерация как  
высокотехнологичный метод лечения  
ретикулярных вен и телеангиэктазий  
нижних конечностей

**20 Matveev D.V., Kosheleva I.V.,  
Ganshin I.B., Bagatelia Z.A.,  
Kartasheva A.F., Kastro I.V.,  
Dolidze D.D., Vardanyan A.V.,  
Khodorovich O.S., Sorokina T.V.**  
Ozonosclerobliteration as a high-tech  
method of treatment of reticular veins  
and telangiectasia of the lower  
extremities

**ЮБИЛЕЙНАЯ ДАТА****ANNIVERSARY DATE**

**Профессору Перетягину Сергею  
Петровичу – 80 лет**

**35 Professor Sergey Petrovich  
Peretyagin is 80 years old**

**ОЗОН В МЕДИЦИНЕ****40 OZONE IN MEDICINE**

*Правила оформления статей*

**44 *Guidelines for authors***

## ОБЗОРЫ

УДК 616.98:578.89+578.89

**ГИПОТЕЗА О ВОВЛЕЧЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕРВИЧНОЙ СТРУКТУРЫ БЕЛКОВ В МЕХАНИЗМЫ ПРИОН-ИНДУЦИРОВАННЫХ КОНФОРМАЦИОННЫХ НАРУШЕНИЙ****Л.К. Ковалёва, А.К. Мартусевич, Ю.М. Василенко, А.В. Беляк***Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар**Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,**Нижний Новгород**Нижегородский государственный агротехнологический университет**им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород***Abstract**

This work presents a conceptual and theoretical substantiation of the hypothesis that the chemical properties of the primary protein structure are involved in the mechanisms of prion-induced conformational perturbations. In contrast to widely accepted contemporary models, which explain the action of the infectious prion agent through alterations in the secondary and tertiary protein structure, the present study considers the possibility that the  $\beta$ -sheet surface of the infectious form of the prion protein influences the early stages of conformational ensemble formation of the polypeptide chain. Notably, this process occurs without any changes in the amino acid sequence or the covalent architecture of the protein. The infectious form of the prion protein is largely represented by ensembles of  $\beta$ -structures that form an extended surface with organized, functionally active amino acid groups. This surface is capable of engaging in non-covalent interactions with the normal prion protein through the formation of hydrogen bonds, electrostatic interactions, and hydrophobic contacts at the levels of secondary and tertiary structure. The combined effect of these interactions induces a conformational rearrangement of the normal prion protein, accompanied by destabilization and loss of  $\alpha$ -helical elements. A number of studies have demonstrated that the physicochemical properties of the  $\beta$ -sheet surface, mediated by donor–acceptor groups, give rise to an atypical local chemical environment. As a result, the permissible range of dihedral angles of the polypeptide backbone becomes restricted. Such limitation leads to the emergence of new free-energy minima during protein folding, ultimately promoting the formation of stable protein conformational ensembles with a predominance of  $\beta$ -structure. Within the framework of the proposed hypothesis, the interaction of the prion agent with the polypeptide chain is considered from the perspective of the formation of an atypical chemical environment generated by the functionally active groups of the  $\beta$ -sheet surface. The resulting non-covalent contacts

distort the folding energy funnel and alter the internal energy of the polypeptide backbone. Ultimately, this leads to a restriction of the spectrum of allowable dihedral angle values of the peptide backbone toward  $\beta$ -compatible conformations. The proposed hypothesis does not contradict existing experimental data and broadens the interpretative framework of prion conversion, pointing to the potential influence of prions on fundamental physicochemical parameters of protein organization.

**Key words:** prions, conformational structure of proteins, prion diseases, pathogenesis, molecular medicine

В работе предлагается концептуально-теоретическое обоснование гипотезы о вовлечении химических свойств первичной структуры белков в механизмы прион-индуцированных конформационных нарушений. В отличие от общепринятых современных моделей, объясняющие воздействие инфекционного прионного агента через изменение конформации вторичной и третичной структуры белка, рассматривается возможность о влияния  $\beta$ -структурной поверхности инфекционной формы прионного белка на ранние стадии формирования конформационного ансамбля полипептидной цепи. При этом не происходит изменения аминокислотной последовательности и ковалентной архитектуры белка. Инфекционная форма прионного белка в значительной степени представлена ансамблями  $\beta$ -структур, формирующими протяжённую поверхность с организованными функционально активными аминокислотными группами. Данная поверхность способна вступать в нековалентное взаимодействие с нормальным прионовым белком за счёт образования водородных, электростатических и гидрофобных контактов на уровнях вторичной и третичной структуры. Совокупность данных взаимодействий индуцирует конформационную перестройку нормального прионового белка, которая сопровождается дестабилизацией и утратой  $\alpha$ -спиральных элементов. В ряд исследований было продемонстрировано, что физико-химические свойства  $\beta$ -листовой поверхности за счёт донорно-акцепторных групп обеспечивает формирование атипичной локальной химической среды. В результате чего происходит ограничение допустимого значения диэдральных углов полипептидного остова. Лимитация подобного рода ведет к формированию новых энергетических минимумов свободной энергии при фолдинге белков, что приводит к формированию устойчивых конформационных ансамблей белков с превалированием  $\beta$ -структуры. В рамках выдвигаемой гипотезы взаимодействие прионного агента с полипептидной цепью рассматривается с позиции формирования атипичной химической среды функционально активными группами  $\beta$ -листовой поверхности. Возникающие при этом нековалентные контакты деформируют значения энергетической воронки фолдинга и изменяют значение внутренней энергии полипептидного остова. В конечном счете, происходит ограничение спектра допустимых значений диэдральных углов пептидного остова в направлении  $\beta$ -совместимых конформаций. Предложенная гипотеза не противоречит существующим экспериментальным данным и расширяет рамки интерпретации прионной конверсии, указывая на возможность

влияния прионов на фундаментальные физико-химические параметры белковой организации.

**Ключевые слова:** прионы, конформационная структура белков, прионные болезни, патогенез, молекулярная медицина

### Введение

Традиционно белковая конформация рассматривается, как сложная иерархичная система, в которой каждый последующий уровень стабилизирован рядом межмолекулярных взаимодействий. В современной литературе модели патологического фолдинга рассматриваются на уровне вторичной и третичной структуры. При этом о возможном вкладе первичной структуры в формировании дефектной конформации белка на более высоких уровнях речи не идёт.

Многие белки, особенно связанные с нейродегенеративными заболеваниями, обладают высокой степенью структурной пластичности и могут существовать в виде ансамблей конформаций, не имея единственной стабильной структуры [1-4]. На формирование патологических агрегатов существенное влияние оказывает ряд клеточных условий: посттрансляционные модификации, энергия взаимодействия с другими молекулами и даже случайные флуктуации среды [1, 5-6]. Эти факторы привели к появлению новой концепции о роли первичной структуры белка в процессах фолдинга, согласно которой полипептидная цепь является одним из множества факторов, способствующих определённому типу конформирования молекулы. Ключевая роль отдается динамическим и контекстуальным аспектам функционирования белков в данной среде [4,7]. Подобная интерпретация влияния первичной структуры на механизм формирования более высоких уровней организации смещает акцент на условия формирования белковой молекулы. Первичная структура рассматривается преимущественно как источник глобальных статистических ограничений, при этом не затрагивается вопрос о возможности её локального химического перераспределения в условиях атипичных межмолекулярных взаимодействий.

Общепринятые модели описывают изменения на уровне вторичной и третичной структуры. Данные структурные организации белка характеризуются повышенной чувствительностью к мутациям, изменениям pH, воздействию денатурантов и другим факторам экзогенного либо эндогенного происхождения, приводящие к локальному или глобальному нарушению укладки, образованию промежуточных состояний и последующему переходу к  $\beta$ -обогащённым агрегатам [8-11].

Одним из таких экзогенных факторов является прионовый инфекционный агент ( $\text{PrP}^{\text{Sc}}$ ), который при проникновении в организм человека передает свою аномальную структуру нормальным белкам за счет механизмов шаблонной конверсии. Современные модели взаимодействия такого рода объясняются через ряд концепций: нуклеарную-полимеризацию [12,13], конформационный темплатинг [14,15] и каскад самоподдерживающихся структурных перестроек [16,17]. При этом молекулярно-химические характеристики интерфейса взаимодействия  $\text{PrP}^{\text{Sc}}$  и нормального прионового белка ( $\text{PrP}^{\text{C}}$ ) остаются недостаточно изученными. Это позволяет предположить, что прионное

воздействие может затрагивать более фундаментальные уровни структурной организации белка, предшествующие наблюдаемым конформационным изменениям.

Признание контекстуальной природы фолдинга усиливает необходимость рассмотрения первичной структуры как динамического носителя химических ограничений, чувствительных к нетипичным конформационным шаблонам.

**Цель исследования:** концептуальное обоснование гипотезы о возможном вовлечении химических свойств первичной структуры белков в механизмы прион-индуцированных конформационных нарушений.

### **Материалы и методы исследования**

В связи с отсутствием информации в русскоязычной литературе проведён обзор научных публикаций зарубежных авторов. Поиск литературы проводился в международных базах данных: PubMed, ResearchGate.

Анализовалась литература за период с 2016-2026 гг. по следующим ключевым словам: «prions», «prions disease», « $\beta$  sheets», «formed by curved  $\beta$  sheets».

В базе PubMed было идентифицировано 6746 статей, в ResearchGate по запросам было найдено 253 работы.

Критерии включения предусматривали наличие следующей информации в источнике литературы: информация о структурно молекулярной организации патологического прионного агента, молекулярно-химические аспекты прион-индуцированного взаимодействия с нормальным прионовым белком, теории о механизмах конформационной шаблонной конверсии в прион-индуцированных взаимодействиях, способность  $\beta$ -структурных организаций белка стабилизировать себе подобные конформации.

Критерии исключения касались работ, не отражающих необходимой информации для обоснования выдвигаемой гипотезы.

Процесс отбора включал два этапа: первичный скрининг по заголовкам и аннотациям, удаление дубликатов и последующий анализ полных текстов. В результате перекрёстной проверки было отобрано 27 публикации, которые и составили основу анализа.

### **Результаты**

Настоящая работа носит гипотетико-теоретический характер и направлена на расширение существующих моделей прионного воздействия. В отличие от общепринятых концепций, фокусирующихся на нарушениях вторичной и третичной структуры белков, мы рассматриваем возможность влияния прионного агрегата на более фундаментальном уровне первичной структуры и ее химических свойств.

В исследовании А. Kraus et al по результатам криоэлектронной микроскопии было отмечено, что амилоидные фибриллы состоят из параллельных межмолекулярных  $\beta$ -листов [18]. Поверхность PrP<sup>Sc</sup>, сформированная  $\beta$ -структурными элементами, способна к нековалентному взаимодействию с PrP<sup>C</sup> [8-11]. Взаимодействия, включающие водородные, электростатические и гидрофобные контакты на уровне вторичной и третичной структуры, приводят к шаблонно-индуцированной конформационной

перестройке PrP<sup>C</sup> с потерей  $\alpha$ -спиральных элементов и формированием  $\beta$ -структур.

Физико-химические свойства поверхности  $\beta$ -листов отвечают за селективную стабилизацию  $\beta$ -совместимых диэдральных углов и за формирование альтернативных глобальных минимумов свободной энергии фолдинга белков [19,20]. Уникальные механические и энергетические характеристики  $\beta$ -листов позволяют им эффективно снижать энергетические барьеры для перехода между конформациями, совместимыми с  $\beta$ -структурой, и способствуют формированию устойчивых альтернативных энергетических минимумов [21-23].

В рамках выдвигаемой гипотезы, предполагается, что в процессе взаимодействия PrP<sup>Sc</sup> с частично свернутыми белками могут возникать транзистентные состояния с частичным ковалентным вкладом, не приводящие к изменению аминокислотной последовательности, но способные модифицировать энергетическую воронку фолдинга и смещать его за счет стабилизации диэдрических углов в сторону  $\beta$ -структуры. В конечном счете контакт полипептидной цепи с  $\beta$ -структурной поверхностью прионного агрегата приводит к перераспределению локальных нековалентных взаимодействий, включая водородные и ионные связи, без изменения хиральности аминокислот и ковалентного состава пептидной цепи (рис. 1).

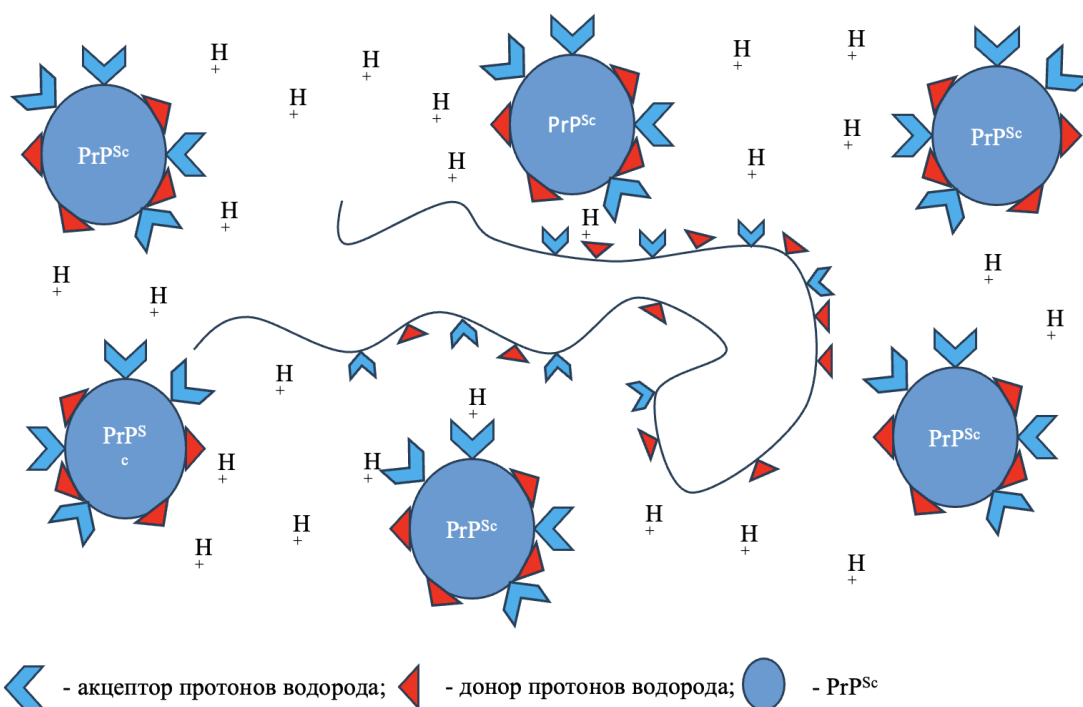


Рис 1. Формирование атипичной локальной химической среды водородными донорами и акцепторами в  $\beta$ -листах

Регулярная ориентация водородных доноров и акцепторов в  $\beta$ -листах формирует атипичную локальную химическую среду, способную ограничивать допустимые значения диэдральных углов  $\phi$  и  $\psi$ , тем самым повышая вероятность формирования  $\beta$ -совместимых конформаций (рис. 2).

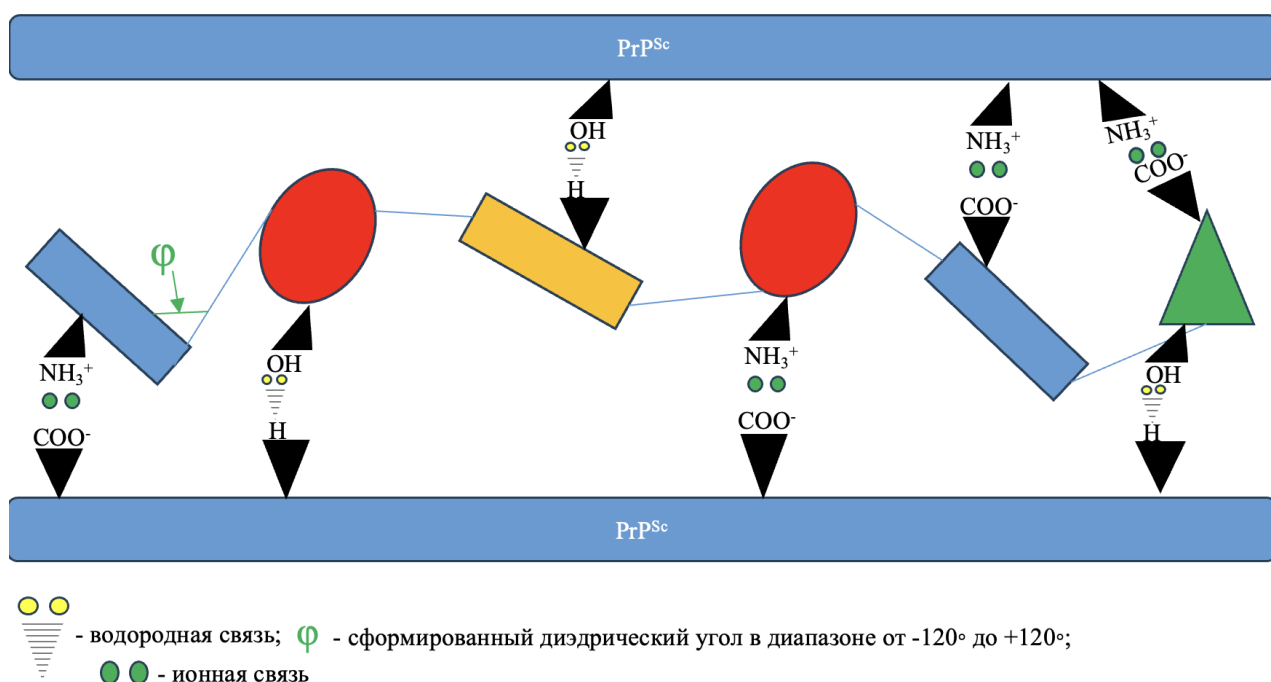


Рис 2. Установка допустимых значений угла  $\phi$  для формирования  $\beta$ -совместимых конформаций

На уровне энергетического ландшафта это проявляется в деформации воронки фолдинга, сопровождающейся смещением глобального минимума свободной энергии в сторону  $\beta$ -обогащённого конформационного ансамбля, который стабилизируется за счёт кооперативных межцепочечных взаимодействий [24-27].

Формирование и перераспределение сети нековалентных взаимодействий при контакте полипептидной цепи с  $\beta$ -структурной поверхностью прионного агрегата сопровождается изменением энтальпического вклада системы. Регулярная ориентация донорно-акцепторных групп в  $\beta$ -листах способствует образованию протяжённых водородных связей. Это приводит к снижению энтальпии и стабилизации  $\beta$ -обогащённых конформаций.

В свою очередь ограничение доступных микросостояний пептидной цепи и снижение её конформационной подвижности сопровождаются уменьшением энтропийного вклада, отражающим переход к более упорядоченной структуре.

В условиях прион-индуцированной конверсии энтальпийный выигрыш, обусловленный кооперативным характером  $\beta$ -структурных взаимодействий и высокой плотностью межцепочечных контактов. Они превосходят энтропийные потери, что приводит к суммарному снижению свободной энергии Гиббса  $\beta$ -обогащённого конформационного ансамбля. Это указывает, что изменение формы энергетического ландшафта фолдинга реализуется не только на уровне локальных структурных перестроек, но и на уровне фундаментального термодинамического критерия, определяющего вероятность и устойчивость протекания конформационной конверсии в данных условиях.

Отсутствие экспериментальных данных, непосредственно опровергающих возможность такого уровня воздействия, позволяет рассматривать предложенную

гипотезу как потенциальное дополнение к существующим моделям прионной конверсии. При этом она остаётся совместимой с имеющимися эмпирическими наблюдениями, поскольку ни одна из них не предьявляет прямого противоречия её ключевым предпосылкам. В то же время дальнейшая верификация гипотезы требует постановки целевых экспериментов, способных оценить её предсказания.

### Заключение

В результате проведённого теоретического анализа данных о структуре инфекционных прионов и механизмов взаимодействия  $\beta$ -структур позволяет заключить, что PrP<sup>Sc</sup>, потенциально способны модифицировать процессы конформационного формирования белков не только на уровнях вторичной и третичной структуры, но и на ранних стадиях становления конформационного ансамбля полипептидной цепи.

Такое воздействие реализуется без изменения аминокислотной последовательности и ковалентной структуры белка и связано с перераспределением доступных микросостояний пептидного остова, обусловленным локальным ограничением диэдральных углов  $\phi$  и  $\psi$  в результате кооперативных нековалентных взаимодействий с  $\beta$ -структурной поверхностью прионного агрегата. На уровне энергетического ландшафта фолдинга это проявляется в снижении относительной свободной энергии  $\beta$ -совместимых конформационных подансамблей и в повышении их термодинамической устойчивости по сравнению с альтернативными состояниями. Формирование такого  $\beta$ -обогащённого конформационного ансамбля создаёт условия для доминирования патологических структур и указывает на возможность рассмотрения прионов как факторов, влияющих на фундаментальные физико-химические параметры белковой организации, определяющие распределение свободной энергии и вероятности конформационных состояний.

### Список литературы

1. Louros N., Schymkowitz J., Rousseau F. Mechanisms and pathology of protein misfolding and aggregation // *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. — 2023. — Vol. 24. — P. 912–933. — DOI: 10.1038/s41580-023-00647-2.
2. Sawaya M.R., Hughes M.P., Rodríguez J.A., Riek R., Eisenberg D.S. The expanding amyloid family: Structure, stability, function, and pathogenesis // *Cell*. — 2021. — Vol. 184. — P. 4857–4873. — DOI: 10.1016/j.cell.2021.08.013.
3. Trivedi R., Nagarajaram H.A. Intrinsically disordered proteins: an overview // *International Journal of Molecular Sciences*. — 2022. — Vol. 23. — Article 14050. — DOI: 10.3390/ijms232214050.
4. Tesei G., Trolle A.I., Jonsson N., Betz J., Knudsen F.E., Pesce F., Johansson K.E., Lindorff-Larsen K. Conformational ensembles of the human intrinsically disordered proteome // *Nature*. — 2024. — Vol. 626. — P. 897–904. — DOI: 10.1038/s41586-023-07004-5.
5. Tsoi P.S., Quan M.D., Ferreon J.C., Ferreon A.C. Aggregation of disordered proteins associated with neurodegeneration // *International Journal of Molecular Sciences*. — 2023. — Vol. 24. — Article 3380. — DOI: 10.3390/ijms24043380.

6. Li D., Liu C. Conformational strains of pathogenic amyloid proteins in neurodegenerative diseases // *Nature Reviews Neuroscience*. — 2022. — Vol. 23. — P. 523–534. — DOI: 10.1038/s41583-022-00603-7.

7. Bianchi G., Longhi S., Grandori R., Brocca S. Relevance of electrostatic charges in compactness, aggregation, and phase separation of intrinsically disordered proteins // *International Journal of Molecular Sciences*. — 2020. — Vol. 21. — Article 6208. — DOI: 10.3390/ijms21176208.

8. Moses D., Guadalupe K., Yu F. et al. Structural biases in disordered proteins are prevalent in the cell // *Nature Structural & Molecular Biology*. — 2024. — Vol. 31. — P. 283–292. — DOI: 10.1038/s41594-023-01148-8.

9. Aguzzi A., Calella A.M. Prions: protein aggregation and infectious diseases // *Physiological Reviews*. — 2009. — Vol. 89, No. 4. — P. 1105–1152. — DOI: 10.1152/physrev.00006.2009.

10. Sigurdson C.J., Bartz J.C., Glatzel M. Cellular and molecular mechanisms of prion disease // *Annual Review of Pathology*. — 2019. — Vol. 14. — P. 497–516. — DOI: 10.1146/annurev-pathmechdis-012418-013109.

11. Wille H., Requena J.R. The structure of PrPSc prions // *Pathogens*. — 2018. — Vol. 7, No. 1. — Article 20. — DOI: 10.3390/pathogens7010020.

12. Prusiner S.B. Biology and genetics of prions causing neurodegeneration // *Annual Review of Genetics*. — 2013. — Vol. 47. — P. 601–623. — DOI: 10.1146/annurev-genet-110711-155524.

13. Davis J., Sindi S. A mathematical model of the dynamics of prion aggregates with chaperone-mediated fragmentation // *Journal of Mathematical Biology*. — 2016. — Vol. 72. — P. 1555–1578. — DOI: 10.1007/s00285-015-0921-0.

14. Acevedo S., Stewart A. Eco-evolutionary trade-offs in the dynamics of prion strain competition // *Proceedings of the Royal Society B*. — 2023. — Vol. 290. — Article 20230905. — DOI: 10.1098/rspb.2023.0905.

15. Spagnolli G., Rigoli M., Orioli S. et al. Full atomistic model of prion structure and conversion // *PLoS Pathogens*. — 2019. — Vol. 15. — Article e1007864. — DOI: 10.1371/journal.ppat.1007864.

16. Spagnolli G., Rigoli M., Inverardi G. et al. Modeling PrPSc generation through deformed templating // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. — 2020. — Vol. 8. — Article 590501. — DOI: 10.3389/fbioe.2020.590501.

17. Igel-Egalon A., Moudjou M., Martin D. et al. Reversible unfolding of infectious prion assemblies reveals the existence of an oligomeric elementary brick // *PLoS Pathogens*. — 2017. — Vol. 13. — Article e1006557. — DOI: 10.1371/journal.ppat.1006557.

18. Kraus A., Hoyt F., Schwartz C.L. et al. High-resolution structure and strain comparison of infectious mammalian prions // *Molecular Cell*. — 2021. — Vol. 81, No. 21. — P. 4540–4551.e6. — DOI: 10.1016/j.molcel.2021.08.011.

19. Eisenberg D.S., Sawaya M.R. Structural studies of amyloid proteins at the molecular level // *Annual Review of Biochemistry*. — 2017. — Vol. 86. — P. 69–95. — DOI: 10.1146/annurev-biochem-061516-045104.

20. Biancaniello C., Emendato A., De Simone A. Structure and dynamics of the misfolding intermediate in the pathogenic T183A prion protein mutant // *Journal of*

Chemical Theory and Computation. — 2025. — Vol. 21. — P. 9909–9918. — DOI: 10.1021/acs.jctc.5c00742.

21. Sanz-Hernández M., Barritt J., Sobek J. et al. Mechanism of misfolding of the human prion protein revealed by a pathological mutation // PNAS. — 2021. — Vol. 118. — Article e2019631118. — DOI: 10.1073/pnas.2019631118.

22. Russo L., Salzano G., Corvino A. et al. Structural and dynamical determinants of a  $\beta$ -sheet-enriched intermediate involved in amyloid fibrillar assembly of human prion protein // Chemical Science. — 2022. — Vol. 13. — P. 10406–10427. — DOI: 10.1039/d2sc00345g.

23. Lee J., Chang I., Yu W. Atomic insights into the effects of pathological mutants through the disruption of hydrophobic core in the prion protein // Scientific Reports. — 2019. — Vol. 9. — Article 16657. — DOI: 10.1038/s41598-019-55661-2.

24. Marcos E., Basanta B., Chidyausiku T.M. et al. Principles for designing proteins with cavities formed by curved  $\beta$  sheets // Science. — 2017. — Vol. 355. — P. 201–206. — DOI: 10.1126/science.aah7389.

25. Periole X., Huber T., Bonito-Oliva A. et al. Energetics underlying twist polymorphisms in amyloid fibrils // Journal of Physical Chemistry B. — 2018. — Vol. 122. — P. 1081–1091. — DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b10233.

26. Adasme-Carreño F., Muñoz-Gutiérrez C., Bedoya M., Ireta J. From infinite helices to  $\beta$  sheets: structural insights from electronic structure calculations // Journal of Chemical Theory and Computation. — 2025. — DOI: 10.1021/acs.jctc.5c01087.

27. Okada K., Kikutsuji T., Okazaki K. et al. Unveiling interatomic distances influencing the reaction coordinates in alanine dipeptide isomerization // Journal of Chemical Physics. — 2024. — Vol. 160, No. 17. — DOI: 10.1063/5.0203346.

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 550.47+504.064.36

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИШАЙНИКОВ И МХОВ В  
АКВАКУЛЬТУРЕ

*О.Н. Габова<sup>1</sup>, О.Б. Жданова<sup>2</sup>, А.К. Мартусевич<sup>2,3</sup>,  
Ламусса Лалле<sup>2</sup>, Н.Б. Плюснина<sup>4</sup>, О.В. Часовских<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Общеобразовательная школа станица Староминская, Кировская область*

<sup>2</sup>*Вятский государственный агротехнологический университет, Киров*

<sup>3</sup>*Нижегородский государственный агротехнологический университет  
им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород*

<sup>4</sup>*Общеобразовательная школа № 7, Киров*

**Abstract**

The article presents the experience of studying the properties of lichen on fundamentally new biological models. The options of using lichens as fertilizers and substrates are determined. The places of growing lichens and methods and collection and storage are revealed.

**Key words:** lichens, biological additives, experimental models

В статье представлен опыт изучения свойств лишайника на принципиально новых биологических моделях. Определены варианты применения лишайников в качестве подкормок и субстратов. Выявлены места произрастания лишайников и методы и сбора и хранения.

**Ключевые слова:** лишайники, биологические добавки, экспериментальные модели

**Введение**

Лишайники и мхи обладают антиоксидантными свойствами благодаря синтезу уникальных веществ (вторичных метаболитов). Многие из этих соединений, такие как непредельные кислоты, сложные эфиры непредельных кислот, непредельные углеводороды и ароматические спирты, обуславливают антиоксидантную активность экстрактов лишайников. Ранее были изучены свойства лишайников на экспериментальных моделях – теплокровных животных (лабораторных и сельскохозяйственных). В настоящем исследовании впервые объектами исследования стали холоднокровные: рыбы (*Poecilia reticulata*) и пиявки (*Hirudo medicinalis medicinalis*).

Важно учитывать, что экстракты лишайников - смесь биологически активных веществ, и их антиоксидантная активность может быть как результатом отдельных компонентов, так и результатом их взаимодействий, в связи с чем была предпринята попытка введения их целых фрагментов. В Волго-Вятском регионе лишайники начали изучать более двух веков назад. В 1809 г. впервые А.И. Вештомов представляет рукописную работу - атлас «Вятскую флору, рисованную с самой натуры» с нарисованными акварелью местными растениями, где описано 30 видов лишайников, главным образом для окрестностей города Вятки (Никольский, 1929). Некоторые сведения о лишайниках окрестностей г. Вятки приводит З.А. Рудаевская-Лукаш (1926). Ею указывается 11 видов лишайников, 3 из которых были отмечены автором впервые для Вятской губернии. Позднее были обработаны сборы, хранящиеся в гербариях краеведческих музеев, по семейству пельтигеровые. Авторами описано 20 видов, разновидностей и форм лишайников с указанием их распространения на территории Вятской губернии и условий обитания, было выявлено 77 таксонов лишайников, как эпифитных, использующих в качестве субстрата кору деревьев, так и надпочвенных. Изучение лишайников проводилось в различных типах соснового леса на стволах сосны, ели, пихты, осины. Следующее важное исследование состояния лишайниковых группировок было предпринято в 1987–1988 годах, при этом выявили 44 вида лишайников. Сравнительный анализ флоры лишайников в настоящее время показывает некоторые изменения: уменьшилось общее видовое разнообразие лишайников в результате антропогенного фактора. Всего в Волго-Вятском регионе зарегистрировано более 200 видов, разновидностей и форм лишайников. Часть их видов занесена в Красные книги. Наибольшим видовым разнообразием отличается семейство кладониевые, включающие более 70 таксонов.

Лишайники содержат ряд биологически активных веществ (лихенин, аминокислоты: аланин, лизин, тирозин, триптофан, пектиновые вещества. Также можно отметить наличие ферментов (амилаза, каталаза, лихеназа, инвертаза) и витаминов (аскорбиновая кислота, биотин, цианокобаламин, никотиновая кислота, пантотеновая кислота, рибофлавин, тиамин, фолиевая кислота, а также атранорин, фумарпротоцетрариевая, гирофоровая, леканоровая, салациновая, усниновая кислоты [2]. В 1947 г. немецкими учеными был получен первый антибиотический препарат из лишайников под названием «Эвозин». Этот препарат представляет собой смесь эверниевой и усниновой кислот. В Ботаническом институте АН СССР был создан медицинский препарат «Бинан». Основой для получения препарата также являлась усниновая кислота. Исходным сырьем для приготовления препарата служат различные лишайники, содержащие в слоевищах данную кислоту, – виды *Cladonia*, *Usnea*, *Alectoria*, *Parmelia* и др. Препарат представляет собой наружное антимикробное средство для лечения гнойных процессов в раневых поверхностях [3]. Доказано, что усниновая кислота обладает противомикробным, противораковым, антиоксидантным и гепатопротекторным, и антималярийным действиями [4].

Для оценки антиоксидантных свойств экстрактов лишайников используют:

1. Традиционные методики. Раствор экстракта взаимодействует со стабильным или активированным радикалом искусственного происхождения, в экспериментальную систему вводятся соединения железа или меди, меняющие степень окисления при взаимодействии с экстрактом.

2. Определение содержания фенольных соединений и/или флавоноидов. Высокое содержание этих веществ в лишайниках считается мерой антиоксидантной активности.

3. Подход ТЕАС (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) — способ количественного выражения антиоксидантных свойств образца в эквивалентах тролокса.

Учитывая вышесказанное, была предпринята попытка применения механообработанного лишайника *Cladonia* в качестве антиоксиданта, адаптогена и иммуностимулятора при выращивании мальков рыб и пиявок.

### Материалы и методы

Использовали мальков рыб гуппи (лат *Poecilia reticulata*) одного возраста (7 дней), 2 группы по 20 мальков и пиявки (*Hirudo medicinalis medicinalis*). Нами выявлено, что наряду с морфологическими особенностями, эти виды отличаются от других относительно быстрыми сроками созревания, размножения и неприхотливостью при искусственном содержании. Так, половое созревание лечебной медицинской пиявки (*Hirudo medicinalis medicinalis*) в лабораторных условиях приходит на 13-14 месяц в то время, как другие подвиды созревают на 14-18 месяц. А выживаемость лечебной медицинской пиявки (*Hirudo medicinalis medicinalis*) на 710% выше, чем у других подвидов.

Для постановки первого опыта был использован стандартный корм для аквариумных рыб (контрольная группа) и смесь механообработанного ягеля со стандартным кормом 1:1 (опытная группа). Рыб измеряли, до и после проведения скармливания, отмечали наличие каннибализма, гибели, длину туловища и активность рыб (в баллах)

Для выращивания пиявок использованы различные субстраты, куда подсаживались пиявки после стадии совокупления (местом для откладки коконов пиявками служат берега с мягкой глинистой или торфяной почвой без камней, причем коконы пиявки откладывают под дёрном в проделанных ими ходах). В качестве сред нами были использованы следующие субстраты:

1. лишайник ягель
2. чистый мох (сфагнум)
3. кусковой торф со мхом (сфагнум) в соотношении 2:1;
4. кусковой торф с ягелем в соотношении 2:1;

Субстратом заполнялись емкости с чистой водой (3 литра), условия создавались таким образом, чтобы не допустить переувлажнения. Ягель, мох и торф замачивали в теплой воде. Торф предварительно стерилизуется прокаливанием, мох и ягель стерилизации не подвергаются, затем производится закладка субстратов в различных вариантах и подсаживание в субстраты маток по 5 особей с постановкой на инкубацию (темнота, температура 24-26°C). После завершения экспериментов проводили подсчет количества мальков и полученного

потомства пиявок в каждом варианте опытов. В заключение оценивали эффективность использования тех или иных - субстратов и кормов.



Рис. 1. Внешний вид мхов (а - ягель механообработанный, б - ягель крупнокусковой, в – сфагнум)

Рыб измеряли, до и после проведения скармливания, отмечали наличие каннибализма, гибели, длину туловища и активность рыб (в баллах)

#### Результаты исследований и их обсуждение

По первому опыту рыб измеряли, до и после проведения скармливания опытного и стандартного корма, отмечали наличие каннибализма, гибели, длину туловища и активность рыб (табл. 1)

Таблица 1. Основные характеристики выращивания мальков рыб до и после проведения скармливания опытного и стандартного корма

Группа рыб	наличие каннибализма (количество съеденных рыб)	Гибель без поедания другими рыбами (%)	Длина туловища	Активность рыб
Контроль 11.2025	0	0	1,3±0,11	++
Опыт 11.2025	0	0	1,3±0,10	++
Контроль 01.2026	4	50	1,7±0,14	++
Опыт 01.2026	3	25	1,85±0,12	+++

Ранее установлено, что использование субстратов для пиявок без добавления мха и лишайника нередко приводила к гибели всех пиявок, возможная причина этого явления гипоксия маток, которая может возникать в условиях резкого недостатка кислорода. В связи с тем, что маточники накрываются стеклышками, их инспирация затруднительна, поэтому, если субстрат плохо стерилизован, в нем могут возникнуть гнилостные процессы. Эти

процессы осуществляются микроорганизмами простейшими, одноклеточными грибами, бактериями, что приводит к изменению химического состава среды, следствием чего может стать гибель маток. Интересным представляется тот факт, что в субстрате с чистым ягелем отмечаются максимальные значения числа отложенных: 11 единиц с ягелем и 9 - с мхом. В смесях показатель был 5 и 7 единиц, соответственно. При использовании других субстратов ранее отмечали, что они характеризовались сравнительно небольшим числом отложенных коконов (2-3 кокона и менее, с добавлением субстратов с глинистой почвой). Таким образом, наилучшие результаты по числу отложенных коконов показывают субстраты с чистым ягелем и мхом.

В процессе опыта было также установлено, что использование ягеля и мха позволяют оставлять маток в обычных условиях без затемнения; сам содержащийся в банках субстрат непрозрачен и находящиеся в нем матки не испытывают дискомфорта; число отложенных коконов в емкостях, содержащихся в темноте, было примерно одинаковым с числом коконов, оставленных на свету. Следует особо отметить тот факт, что используемые в опыте матки закладывались в осенний период, и, как известно, такие матки характеризуются более низкими количественными показателями при откладке коконов и более низким числом отрожденных нитчаток. Последним параметром, оцениваемым на предмет эффективности использования того или иного субстрата в условиях производства, стало количество отродившихся в пересчете на 1 матку. Как и в предыдущих параметрах, наилучшие результаты здесь были зарегистрированы в вариантах, где использовался чистый ягель и мох.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод о том, что традиционно используемый на производстве медицинской пиявки кусковой торф является не самым лучшим субстратом для маток, лучшие показатели отмечены для чистого ягеля и мха. Причем, стерилизация лишает их свойств, так, например, «живые» ягель и мох, не только содержат больше антиоксидантов, но и способны регулировать количество свободной влаги: излишняя вода им впитывается, т.к. мох обладает высокой влагоемкостью. В процессе продолжения их роста на свету выделяется свободный кислород, что положительно сказывается на развитии коконов; общеизвестным является факт, что при эмбриональном развитии эмбрионы пиявок нуждаются в большом количестве кислорода. Также ранее лишайники применяли для лечения экспериментально воспроизведенных повреждений кожи у лабораторных животных, в этом случае отмечали ускорение заживления и сокращения площади травматизации на 33,33% по сравнению с контролем. Другие интересные результаты получены при скармливании механообработанного ягеля мышам, спонтанно инвазированным сифациями. У инвазированных животных наблюдали снижение интенсивности инвазии на 62%, и экстенсивности на 25%. Вышесказанное может быть обусловлено как иммуностимулирующим действием ягеля, так и прямым нематоцидным действием [4, 5]. Таким образом, учитывая антимикробные, антиоксидантные, противопаразитарные свойства ягеля, на наш взгляд он является весьма перспективным компонентом для использования в аквакультуре.

### Выводы

1. Применение в качестве кормовой добавки для рыб ягеля сопровождалось увеличением прироста длины тела, меньшим отходом мальков и каннибализмом. А при использовании различных видов субстратов для маточников пиявок было установлено, что максимальная величина отложенных коконов и выхода потомства обнаруживалась в варианте с использованием чистого ягеля и мха.

2. Кусковой торф в смеси с мхом и лишайником, несмотря на традиционное его использование при разведении медицинской пиявки на биофабриках и производствах, по большинству параметров (плодовитость и смертность маток) выявил один из наихудших результатов.

### Список литературы

1. Будаева С.Э, Сангидорж Б. Практическое использование лишайников Бурятии // Вестник Бурятского Госуниверситета. 2010. С. 123-127.

2. Жданова О.Б. Сравнительное исследование эффективности применения механообработанных лишайников при нематодозах у мышей / О.Б. Жданова, О.В. Часовских // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: Мат. Международной научно-практической конференции, Витебск, 04–06 ноября 2025 года. – Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2025. – С. 155-158. – EDN NSZDZY.

3. Жданова, О.Б. Перспективы применения растительной композиции при нематодозах у мышей / О.Б. Жданова, О.В. Часовских, А.К. Мартусевич // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: Мат. Международной научно-практической конференции, Витебск, 04–06 ноября 2025 года. – Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2025. – С. 153-155. – EDN ECUGQI.

4. Опыт применения лишайников в животноводстве в России и зарубежом / А.С. Коржавина, О.В. Часовских, О.Б. Жданова [и др.] // Охотничье и сельское хозяйство: взаимодействие для сохранения биоразнообразия: Мат. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 60-летию подготовки охотоведов в г. Кирове и 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, 19–20 июня 2025 года. – Киров, 2025. – С. 149-153. – EDN DWHXTE.

5. Лыскова Н.С., Базарнова Ю.Г., Кручина-Богданов И.В. Изучение состава и свойств вторичных метаболитов лишайника *Usnea Barbata* // Химия растительного сырья. 2018. № 1. С. 121-127.

6. Пестова М.В. Лишайники, как противопаразитные и антиоксидантные натуропатические средства / М.В. Пестова, О.Б. Жданова, О.В. Часовских // Охотничье и сельское хозяйство: взаимодействие для сохранения биоразнообразия: Мат. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 60-летию подготовки охотоведов в г. Кирове и 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, 19–20 июня 2025 года. – Киров, 2025. – С. 153-158. – EDN CWSFKI.

7. Определитель растений Кировской области / Под ред. И.А. Шабалиной, часть 1.-Киров, 1975, с. 14–20.

8. Природа, хозяйство, экология Кировской области. / Под ред. В.И. Колчанова. – Киров, 1996, с. 83–115, 136–187.
9. Равинская А.П. Лишайниковые кислоты и их биологическая роль // Новости систематики низших растений. 1984. Т. 21. С. 160–179.
10. Шербакова А.И., Коптина А.В., Канарский А.В. Биологически активные вещества лишайников // Лесной журнал. 2013. №3. С. 7 -16.
11. Экологическая безопасность региона / Под ред. Т.Я. Ашихминой, М.А. Зайцева – Киров: Вятка, 2001, с. 8–54, 158–161, 227–240, 340–343, 350–354.
12. Энциклопедия земли вятской. Областная писательская организация. Администрация Кировской области, 1997. С. 175–237.
13. Яцына А.П. Практикум по лишайникам. Витебск, 2012. 224 с.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ АССОЦИАЦИИ**

УДК 616.147.3-007.64-089

**ОЗОНОСКЛЕРООБЛИТЕРАЦИЯ КАК ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЙ МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ РЕТИКУЛЯРНЫХ ВЕН И ТЕЛЕАНГИЭКТАЗИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

Д.В. Матвеев, И.В. Кошелева, И.Б. Ганьшин, З.А. Багателия,  
А.Ф. Карташева, И.В. Кастыро, Д.Д. Долидзе, А.В. Варданян,  
О.С. Ходорович, Т.В. Сорокина

**Аннотация**

Настоящее учебно-методическое пособие посвящено озонотсклеротерапии — современному высокотехнологичному методу лечения телеангиэктазий и ретикулярных вен нижних конечностей, соответствующих клиническому классу С1 по классификации СЕАР. В документе подробно изложены патофизиологические основы действия озон-кислородной смеси, технические аспекты выполнения процедуры, показания и противопоказания, а также алгоритмы пред- и постпроцедурной подготовки пациента. Особое внимание уделено преимуществам метода по сравнению с традиционной склеротерапией, включая снижение риска гиперпигментации, минимизацию меттинга и отсутствие системной токсичности. Представлены требования к оборудованию, последовательность этапов инъекционной техники, объёмы введения, меры безопасности и правила ведения пациента в послеоперационном периоде. Учебно-методическое пособие снабжено контрольными вопросами для оценки усвоения материала и могут быть использованы в образовательной практике врачей-флебологов, сосудистых хирургов, косметологов, а также ординаторов и студентов медицинских вузов.

**I. Список сокращений**

- **ОКС** – озон-кислородная смесь.
- **ХЗВ** – хронические заболевания вен.
- **СЕАР** – Международная классификация хронических заболеваний вен (от англ. *Clinical, Etiologic, Anatomic, Pathophysiologic*).
- **С1** – клиническая категория СЕАР: телеангиэктазии (поверхностные “паучковые” сосуды <1 мм) и ретикулярные вены (сосуды 1–3 мм).
- **s** – Symptomatic (симптоматические), **Ер** – Primary (первичные), **As** – Superficial (поверхностные вены), **Pn** – No identified pathophysiology (отсутствие выявленного патологического механизма).
- **УЗДС** – ультразвуковое дуплексное сканирование.

- **ПВТ** – поверхностный тромбофлебит.
- **ТГВ** – тромбоз глубоких вен.
- **ДВС** – диссеминированное внутрисосудистое свертывание.

## **II. Общие положения**

Хронические заболевания вен нижних конечностей широко распространены: по данным клинических исследований, варикозная болезнь выявляется примерно у 10–20 % взрослого населения, а телеангиэктазии (сосудистые «звёздочки») отмечаются у значительной доли женщин к 50 годам [1]. Категория **C1** по классификации CEAP (Clinical, Etiologic, Anatomic, Pathophysiologic) включает поверхностные телеангиэктазии и ретикулярные вены (диаметром до 3 мм) [1,2]. Хотя эти проявления венозной патологии не угрожают жизни, они зачастую становятся причиной косметического дискомфорта, ухудшают самооценку и могут сопровождаться ощущением тяжести или боли в ногах. Традиционная склеротерапия (введение жидких склерозантов) является эффективным способом устранения мелких вен [3]., однако она может вызывать побочные эффекты: после процедуры у 10–30 % пациентов возникает стойкая гиперпигментация кожи над обработанными сосудами [4], примерно у 15–20 % – явление «телангиэктазического меттинга» (появление мелких сосудистых ответвлений вокруг обработанного участка) [5]. У ряда пациентов бывает боль или жжение в месте инъекции, аллергические реакции на препараты склерозанты, а также формируются синяки и небольшие гематомы. В связи с этим возникают стремления к более безопасным и эстетичным методам лечения.

Озоносклерооблитерация (ОКС) – это современный высокотехнологичный вариант склеротерапии, при котором в сосуды вводят не химический препарат, а озоно-кислородную газовую смесь. Метод сочетает в себе высокий эффект ликвидации патологических сосудов с минимальными осложнениями и быстрым восстановлением. Озон ( $O_3$ ) – сильный окислитель, но также быстро разлагается до кислорода, что обеспечивает его относительную безопасность. За рубежом и в России накоплен опыт применения ОКС для лечения косметических сосудистых нарушений [3]. Цель методических рекомендаций – систематизировать научные и клинические данные об озоносклерооблитерации и обеспечить единообразие подходов, чтобы студенты и врачи могли глубоко понять принципы этого метода и уверенно применять его в клинической практике.

## **III. Патофизиологическое обоснование и механизм действия**

Озоносклерооблитерация основана на мощном местном окислительном воздействии озона на сосудистую стенку. При введении озоно-кислородной смеси (ОКС) в поражённый сосуд происходит мгновенная реакция озона с компонентами эндотелия и межклеточного вещества. Озон быстро реагирует с полиненасыщенными жирными кислотами клеточных мембран и липопротеинов, образуя смесь активных форм кислорода – перекиси водорода, супероксид-аниона и различных перекисей липидов (липооксигенаты, озониды) [4]. Эти продукты окисления повреждают гликокаликс и цитоплазматические мембраны клеток эндотелия, нарушают целостность сосудистой стенки и приводят к дегградации антикоагулянтов (например, гликозаминогликанов). Как следствие,

на обнажившийся коллаген откладываются тромбоциты и активируется свертывающая система крови. В результате происходит **контролируемое тромбирование** просвета сосуда. Окислительные продукты также стимулируют местный воспалительный ответ и образование фиброзной ткани, что способствует окончательной облитерации (закупорке) сосуда.

Уникальность газового склерозанта заключается в том, что озон-кислородная смесь, будучи газом, **полностью вытесняет из сосуда кровь**. При введении ОКС сосуд заметно бледнеет и «исчезает» из поля зрения, поскольку в его просвет поступает прозрачная газовая фаза (фото 7, 8). Это обеспечивает максимальный контакт озона с эндотелием по всей длине сосуда, а значит – и максимальный склерозирующий эффект.

После инъекции заданного объёма ОКС игла в течение 1–2 минут оставляется во введённом сосуде (время *экспозиции*). Это необходимо для завершения всех биохимических реакций: озон продолжает вступать в окислительные реакции и вызывать деграцию внутренней оболочки сосуда. Закрепление смеси в сосуде без немедленного удаления иглы предотвращает немедленное поступление крови обратно, что способствовало бы образованию стабильного тромба. Именно выдержка экспозиции в 1–2 минуты обеспечивает **необратимое повреждение эндотелия** и дальнейшее склерозирование сосуда.

Таким образом, механизмы действия ОКС включают физическое вытеснение крови из капилляров газом, а также мощное химическое разрушение эндотелия за счёт реактивных форм кислорода [4]. В результате происходит локальная сосудистая окклюзия без введения инородных химических веществ.

#### IV. Клиническая классификация и показания

**4.1. Клиническая категория С1 (ретикулярные вены и телеангиэктазии).** Озонсклерооблитерация показана пациентам с поверхностными телеангиэктазиями и ретикулярными венами ног (соответствует С1 по классификации CEAP) [1]. Это могут быть единичные или множественные «сосудистые звёздочки» и видимые голубоватые подкожные вены диаметром до 3мм. Обычно такие изменения не связаны с выраженной венозной недостаточностью, но нередко сопровождаются косметическим дискомфортом. Прежде чем выполнять процедуру, важно подтвердить, что патологический процесс **ограничен только поверхностными сосудами**. Рекомендуются провести УЗДС глубоких и магистральных вен. Если выявляется значимый рефлюкс или варикоз магистральных вен (С2 и выше), то лечение следует начать с устранения этих проблем – ОКС в таком случае не решит основную причину. Только при *изолированном С1* (без признаков продвинутой венозной болезни) ОКС может быть применена как самостоятельный метод.

**4.2. Противопоказания.** К абсолютным противопоказаниям относятся: декомпенсированная сердечно-сосудистая или дыхательная недостаточность (отсутствуют данные о безопасности при тяжёлых заболеваниях), недостаточная свертываемость крови (например, активный ДВС-синдром, тромбоцитопения), острые воспалительные процессы в нижних конечностях (флебит, дерматит, лимфангит в очаге), а также известная гиперчувствительность к озону или кислороду. Разрешается применение только в I и II триместрах беременности, но

многие специалисты всё же считают беременность относительным противопоказанием из-за отсутствия достаточных данных о безопасности. К относительным противопоказаниям относятся: тяжёлая ишемическая болезнь ног (хроническая артериальная недостаточность III–IV степени), склонность к тромбозам (тромбофилия, патология глубоких вен с риском ТГВ), иммунодефицитные состояния, а также неподконтрольная артериальная гипертензия. В случаях наличия местного гнойничкового или воспалительного процесса в области предполагаемых инъекций процедуру следует отложить до выздоровления.

## **V. Подготовка к процедуре и требуемое оборудование**

**5.1. Предоперационная подготовка.** Перед каждой процедурой выполняется стандартная предоперационная подготовка: сбор анамнеза (обращается внимание на статус свертываемости и наличие аллергий), осмотр и необходимое обследование (как минимум, УЗДС магистральных вен, общий анализ крови, время свертывания при подозрении на нарушения). Кожа в области манипуляции должна быть чистой и без открытых ран. Обязательно информированное согласие пациента с объяснением целей процедуры и возможных осложнений.

### **5.2. Оборудование и материалы.**

- **Медицинский озонатор** – генератор озона, подключённый к чистому медицинскому кислороду. Оборудование должно обеспечивать точное дозирование озона в газовую смесь: современные аппараты регулируют концентрацию от 10 до 80 мкг/мл. По стандартам медицинской практики используются концентрации не выше 80 мкг/мл, поскольку в этом диапазоне озон эффективно воздействует без значительной токсичности [4]. Перед началом каждой процедуры следует убедиться в исправности прибора, проверить выход газа (озон+кислород), а также чистоту кислорода (отсутствие примесей).

- **Шприцы** – стерильные шприцы из инертного материала (обычно полипропиленовые) объёмом 10-20 мл. Важно использовать новые шприцы, поскольку озон реагирует с некоторыми видами пластика. При первом наборе смеси небольшая часть озона «потеряется» на взаимодействие с поверхностью шприца, поэтому рекомендуется удалить первый набранный объём (см. методику).

- **Иглы** – очень тонкие инъекционные иглы («косметологические») диаметром 0,32–0,36 мм (примерно 28–30G) и длиной ~13 мм. Такая тонкость иглы обеспечивает минимальную травму кожи и сосуда и позволяет точно вводить газ в поверхностные внутрикожные капилляры и вены.

- **Антисептический препарат** – 70 % этиловый спирт или другой подобный антисептик для обработки кожи перед инъекцией. Обработка кожи необходима для предотвращения инфицирования проколов.

- **Компрессионный трикотаж (II класс)** – медицинские чулки или бандаж, обеспечивающий давление порядка 20–30 мм рт.ст. Класса II. Компрессия после процедуры помогает поддерживать коллабирование вены и уменьшает отёк.

- **Прочие материалы** – стерильные тампоны или вата для формирования прижимного шарика, эластичный бинт или тейп для локальной компрессии в месте укола после окончания инъекции.

Подготовленное оборудование должно находиться в чистой (желательно, операционной или процедурной) комнате. Персонал должен соблюдать асептику: надевать стерильные перчатки и маску. Инструменты и материалы должны быть стерильными.

## VI. Методика озоносклерооблитерации

**6.1. Приготовление озono-кислородной смеси (ОКС).** Сначала готовят рабочую смесь озона с кислородом. Для этого подключают медицинский озонатор к источнику чистого кислорода (обычно концентратору). В 10-миллилитровый стерильный шприц набирают заданное количество кислорода, затем запускают генератор для получения озона концентрацией 70–80 мкг/мл. (фото 1) Затем шприц слегка встряхивают и выдерживают ~30–60 секунд для установления равновесия реакций. После этого первую порцию газа (обычно шприц полный, 10 мл) выпускают (фото 2).

Пояснение: в первой набранной порции озон частично реагирует с поверхностью пластика шприца, и реальная концентрация озона падает. Удаление первой порции «промывает» шприц, давая следующему объёму газа гарантированную концентрацию. Затем снова набирают свежий шприц с озono-кислородной смесью той же концентрации (70–80 мкг/мл) (фото 3). Именно этот второй набираемый объём (10 мл) является **рабочей дозой ОКС** для введения. На практике таким образом последовательно готовят 2–3 шприца смеси на сеанс, чтобы общий объём процедуры составил примерно 30–40 мл.

*Пример развёрнутого расчёта:* при концентрации 80 мкг/мл 10 мл смеси содержит 800 мкг озона; за процедуру может вводиться несколько шприцев общим объёмом, не превышающим допустимой по протоколу дозы – 3500 мкг.

**6.2. Техника интравазального введения.** Подробный пошаговый протокол инъекции:

- **Позиционирование и обработка кожи.** Пациент располагается лёжа. Кожу в области телеангиэктазий тщательно обрабатывают антисептиком (70 % этанол или другой) (фото 4) и дают высохнуть. Это снижает риск инфицирования при проколе. Состояние обрабатываемой кожи должно быть сухим (фото 5).

- **Установка иглы.** На шприц с ОКС устанавливают тонкую косметологическую иглу. Иглу вводят в кожу **срезом вверх** (так кожу легче прокалывать) (фото 6). Прокол выполняют ближе к видимому контуру сосуда, обычно под углом примерно 10–30° к поверхности кожи (фото 7). Цель – попасть в просвет патологического внутрикожного сосуда (капилляр или ретикулярная вена). Иглу водят аккуратно и тонко; как только появляется лёгкая отдача (ощущается, что игла проникла в сосуд), можно слегка подтянуть и уточнить положение.

- **Введение смеси.** Медленно и плавно медсестра или врач вводят 0.5–2 мл подготовленной ОКС под давлением шприца. При введении смеси сосуд немедленно бледнеет и «исчезает» из виду, что визуально подтверждает

попадание газа внутрь и вытеснение крови из сосуда (фото 8). Важно вводить озон медленно: резкое толчковое введение может усилить дискомфорт.

- **Экспозиция.** После инъекции газа иглу **НЕ удаляют сразу**. Шприц с иглой оставляют на месте примерно на 1–2 минуты, удерживая смесь внутри сосуда. Это время экспозиции необходимо для того, чтобы озон завершил окислительную реакцию с эндотелием, и чтобы тромб закрыл просвет.

- **Завершение инъекции.** По истечении времени экспозиции шприц аккуратно отсоединяют от иглы, иглу быстро извлекают. Важно при этом **немедленно плотно прижать место укола стерильным тампоном** на 2–3 минуты (фото 9). Это, с одной стороны, обеспечивает гемостаз (останавливает возможное попадание крови обратно в сосуд) и предотвращает ретроградное вытекание газа или крови. С другой стороны, компрессия зоны введения ОКС препятствует попаданию газовой фракции в системный кровоток, являясь профилактикой газовой микроэмболии артерий малого круга кровообращения. После удаления иглы не должно быть активного кровотечения – если возникает кровотечение из места инъекции, место слегка прижимают дольше.

- **Повторение инъекций.** Процедуру повторяют при необходимости: во время одного сеанса возможно обрабатывать несколько телеангиэктазий или ответвлений сосудистой сети. **Общий объём вводимого газа за процедуру следует ограничивать 30–40 мл (3–4 шприца по 10 мл)**. Это связано с тем, что большие дозы озона могут вызвать системные эффекты и нежелательные реакции. Между инъекциями можно делать паузы в несколько минут. При этом каждая новая инъекция должна выполняться аналогично, в свежий, ещё не тромбированный участок сосудистой сетки.

**6.3. Осложнения и их профилактика.** Следует всегда помнить, что даже при минимальных объемах и малой скорости введения озono-кислородной смеси в просвет сосуда сверхмалого калибра озоносклерооблитерация все рано является **введением газа в вену**, поэтому строгое следование протоколу и соблюдение ограничений являются обязательными! Известно, что растворимость кислорода при 37°C составляет всего 0,23 мл на 100 мл плазмы, венозная плазма не может растворять кислород достаточно быстро, поэтому превышение скорости и объемов введения может привести к развитию газовой эмболии. Практика показала, что ОКС, как и большинство инвазивных вмешательств, при строгом соблюдении методики является малоинвазивной и безопасной процедурой, но и при ней возможны некоторые реакции:

- **Кашлевой рефлекс.** У некоторых пациентов сразу после инъекции озono-кислородной смеси может развиваться кратковременный сухой кашель. Это следует расценивать, как признак микроэмболизации легочно-артериального русла кислородными пузырьками или хеморецепторного эндотелиального рефлекса. В абсолютном большинстве таких случаев кашель несильный и проходит через несколько минут без посторонних вмешательств. Если кашель затягивается, следует приостановить процедуру и обеспечить пациенту покой. При строгом соблюдении протокола системные последствия крайне маловероятны, однако врачу всегда необходимо быть готовым к принятию экстренных мер.

- **Боль и жжение.** Во время введения ОКС пациент может ощущать жжение или распираание в месте инъекции. Это связано с влиянием газовой смеси на нервные окончания и расширение сосудов. Для облегчения дискомфорта рекомендуется приложить к месту инъекции холод (холодный пакет) на 1–2 минуты сразу после процедуры (фото 10). Холод уменьшает боль и отёк. Обычно острое жжение проходит самостоятельно в течение нескольких минут. При необходимости допустимо кратковременное применение анальгетиков (например, ибупрофена).

- **Максимальный объём газа.** В одной процедуре не рекомендуется превышать 40 мл суммарного объёма ОКС. Это правило основано на клинических наблюдениях и опыте: большее количество газовой смеси не улучшает результат, но повышает риск системных побочных эффектов (кашля, общего дискомфорта). Если требуются дополнительные вмешательства, процедуру можно повторить через 1–2 недели.

Таким образом, при строгом соблюдении протокола опасность осложнений сводятся к минимуму. Озон в рекомендованных дозах не вызывает некрозов окружающих тканей, не проникает в глубокие вены и не провоцирует тромбозов магистральных вен, не приводит к развитию опасной газовой эмболии. Высокая плотность кислорода и озона на месте введения обеспечивает выраженный локальный склерозирующий эффект без токсического воздействия на весь организм.

## VII. Послеоперационный период и реабилитация

**Сразу после процедуры:** на обработанную область накладывают сначала асептическую повязку с компрессионным шариком (фото 11), а сверху - лёгкую компрессионную повязку (или сразу надевают компрессионные чулки II класса) (фото 12). Важно, чтобы пациент сразу начал активно двигаться – показана **ходьба не менее 20–30 минут**. Движения способствуют распределению давления по венам и предотвращают застой. Пациенту рекомендуется ходить каждые 1–2 часа в течение дня.

**Компрессия:** Компрессионное бельё (или повязка) следует сохранять непрерывно в течение **первых 24 часов** после процедуры [6]. После этого в дневное время еще 1–2 недели пациент носит компрессионный трикотаж II класса (20–30 мм рт. ст.). Компрессия помогает поддерживать коллапс облитерированных вен и уменьшает риск появления послеоперационного отека и синяков. Кстати, исследования показывают, что адекватное компрессионное лечение улучшает косметический результат и **снижает вероятность гиперпигментации** кожи [6].

**Активность и ограничения:** Больной может и должен вернуться к обычной активности сразу после сеанса. Запрещено оставаться в постели, так как хождение – часть лечения. Следует избегать тесной обуви и высокого каблука несколько дней (но глубокого ограничения движений нет). В первые 2 недели после процедуры рекомендуется исключить тепловые процедуры: не посещать сауну, не делать горячие ванны или интенсивные физические нагрузки, чтобы не усилить приток крови к ногам и не спровоцировать отёк или венозное полнокровие.

**Курс лечения:** чаще всего одного сеанса бывает недостаточно для полного удаления всех сосудистых изменений, поэтому **ОКС повторяют 2–4 раза** с интервалом 1–2 недели. Каждый последующий сеанс показывает высокую эффективность, поскольку предыдущие тромбы уже сформированы, и озон воздействует на новые участки или «дооблитерирует» частично закрытые сосуды. После окончания курса оценивают результат: при необходимости можно запланировать дополнительные процедуры или сочетать лечение с другими методами (например, лазерной коагуляцией).

### **VIII. Клиническая эффективность и безопасность**

Клинические исследования и многочисленные отчёты практикующих специалистов свидетельствуют: озонсклерооблитерация обеспечивает **высокий процент устранения телеангиэктазий и ретикулярных вен**. Эффективность метода сопоставима с традиционной склеротерапией с помощью химических агентов. По данным одного обзора, полное или почти полное исчезновение «паучьих» вен отмечается у 80–90 % пациентов после завершения курса процедур [6]. Разумеется, конечный результат зависит от исходной патологии (количества и размера сосудов) и строгости соблюдения техники, однако опыт показывает, что клинический эффект выражен и устойчив.

**Основные преимущества** озонсклерооблитерации по сравнению с классической методикой:

- **Отсутствие гиперпигментации.** При ОКС исключается задержка гемосидерина (железообесцвеченного гемоглобина) в коже, потому что кровь в обрабатываемом сосуде полностью вытесняется газом. Практически не бывает ситуации, когда после озоноблитерации долго сохраняется коричневое окрашивание кожи. Это особенно ценно для пациентов, для которых косметика – главная мотивация.

- **Снижение риска телеангиэктатического меттинга.** Поскольку озонная смесь не содержит химических раздражителей, реактивное образование новых микрокапилляров вокруг тромбированного сосуда минимально. В отличие от жидких склерозантов, которые иногда вызывают воспалительный спазм и локальный неоангиогенез, газ практически не стимулирует рост новых сосудов.

- **Гипоаллергенность.** Озон – это природный для организма окислитель; при введении он быстро распадается на молекулярный кислород. В отличие от синтетических склерозантов (например, полидоканола или натрия тетрадецилсульфата), озон не содержит дополнительных поверхностно-активных или токсичных веществ. Поэтому риск аллергических реакций и токсического влияния на печень или почки минимален. Фактически, при стандартной дозировке озон не считается аллергеном, и никаких случаев системной токсичности или значимого нарушения функций органов не зарегистрировано.

- **Безопасность.** При строгом соблюдении протокола (контроль концентрации, дозы и техники инъекции) озонсклерооблитерация не сопровождается серьёзными осложнениями. Не описано случаев массивных некрозов кожи или подкожной клетчатки. Венозные осложнения (например, тромбофлебит глубоких вен) практически не встречаются, так как метод нацелен на поверхностные сосуды и общий объём введённого озона небольшой.

Системные побочные эффекты минимальны; благодаря тому, что при соблюдении протокола дозы и скорость введения ОКС очень малы, опасность клинически значимой газовой эмболии ничтожна. Наблюдаются только преходящие симптомы (легкий кашель, головная боль), которые проходит самостоятельно.

Таким образом, озонотерапия сочетает в себе **высокую клиническую эффективность** (аналогичную традиционному «склеиванию» сосудов) с **улучшенным косметическим профилем и безопасностью**. Применение метода предпочтительно в случаях, когда эстетический результат критичен и риск гиперпигментации нежелателен [6].

### Список литературы

1. Zegarra T.I., Tadi P. CEAP Classification of Venous Disorders. StatPearls Publishing, 2023.
2. Ergenoglu M.U., Yerebakan H., Demirsoy E. Sclerotherapy technique for telangiectasia and reticular veins // YeditepeMed J. 2011. Vol. 5, N17. P. 373–378.
3. Beneat A., Oropallo A. Sclerotherapy. StatPearls Publishing, 2024.
4. Sagai M., Bocci V. Mechanisms of Action Involved in Ozone Therapy: Is healing induced via a mild oxidative stress? // Med Gas Res. 2011. N1. 29.
5. Goldman M.P., Sadick N.S., Weiss R.A. Cutaneous necrosis, telangiectatic matting, and hyperpigmentation following sclerotherapy: Etiology, prevention, and treatment // Dermatol Surg. 1995. Vol. 21, N1. P. 19–29.
6. Khunger N., Sacchidanand S. Standard guidelines for care: Sclerotherapy in dermatology // Indian J DermatolVenereol Leprol. 2011. Vol. 77, N2. P. 222–231.



Фото 1. Заполнение шприца озono-кислородной смесью (ОКС).



Фото 2. Эвакуация первой порции ОКС.



Фото 3. Повторный набор ОКС.



Фото 4. Обработка кожи антисептиком.



Фото 5. Кожа перед инъекцией должна быть сухой.



Фото 6. Моделирование иглы.



Фото 7. Пункция внутрикожного сосуда.



Фото 8. «Побледнение» телеангиоэктазии вследствие вытеснения крови газом.



Фото 9. Компрессия зоны инъекции.



Фото 10. Аппликация холода.



Фото 11. Наложение асептической повязки.



Фото 12. Наложение компрессионной повязки.

**ЮБИЛЕЙНАЯ ДАТА**

**Президенту Ассоциации российских озонотерапевтов,  
доктору медицинских наук, профессору  
ПЕРЕТЯГИНУ СЕРГЕЮ ПЕТРОВИЧУ – 80 ЛЕТ!!!**

Перетягин Сергей Петрович родился 5 апреля 1946 г. в г. Кирове.

Отец, Пётр Антонович, был профессиональным работником лесной промышленности, пройдя путь от рабочего леспромхоза в Кировской области до руководителя регионального «Леснабсбыта».

Мать, Екатерина Егоровна, работала учителем истории, завучем школы г. Горького. Родители – оба участники Великой Отечественной войны (с 1942 по 1945 гг.), взятия Берлина, имели ранения, награждены боевыми орденами и медалями.

Детство Сергея пришлось на послевоенное время. Яркими воспоминаниями того периода были дружный детско-подростковый коллектив большого многоквартирного дома (с квартирами-коммуналками); постоянная занятость родителей на своей работе, их вечерней и заочной учёбе; ответственность за младшую сестрёнку; содержание (из-за финансовых трудностей) домашнего хозяйства (огород, куры, козы, свиньи). Отношения в семье были дружными, родители жили в любви и согласии, поддерживали, заботились, помогали друг другу. В памяти отложились два события: смерть Сталина и великая скорбь народа, паломничество людей со всех концов страны (в том числе и учеников начальной школы г. Кирова) в Москву, в Мавзолей; а также 12 апреля 1961 года - полёт Гагарина -первого человека в Космосе и ликование всей страны, а потом - и всего мира этому событию. Учёба в школе давалась легко, общественная работа, тренировки в спортивной школе – волейбол, производственная практика – овладение специальностью слесаря инструментальщика. И сформировавшаяся к концу школы мечта – быть врачом, навеянная неосуществившейся возможностью у отца – военного медика (закончившего войну помощником начальника медобеспечения танковой армии) – выучиться на военного врача.

В 1964 году Сергей поступил на педиатрический факультет Горьковского медицинского института им. С.М. Кирова. Годы учёбы в институте – яркие насыщенные открывшейся возможностью познать азы медицины, заполненные с первого до последнего курса учёбой, общественной работой, спортом (любимый волейбол с поездками на соревнования по медицинским ВУЗам страны), наукой (студенческие кружки: анатомический, педиатрический, экспериментальной хирургии).

После окончания института в 1970 г. был направлен в Горьковский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии врачом – ординатором Российского ожогового центра, которым руководил доктор медицинских наук, профессор, зам. директора по науке Николай Иванович Атясов, ставший потом и навсегда наставником, руководителем, Учителем. Два года интенсивной работы и занятий наукой, овладение редкой, непростой специальностью комбустиолога, а затем, в 1972-1974 годах, служба в рядах Вооружённых Сил. После окончания военной службы в течение двух лет работал ассистентом по курсу анестезиологии кафедры общей хирургии Мордовского государственного университета им Н.П. Огарёва. В 1976 году защитил кандидатскую диссертацию, посвященную обоснованию метода внутрикостных инфузий в реанимационной практике

С 1977 года Сергей Петрович работает в Нижегородской государственной медицинской академии старшим научным сотрудником, заведующим отделом, руководителем Центральной Научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ). В эти годы его увлекла родившаяся в лаборатории новаторская идея – возможность использования озона с лечебными целями. Именно ей посвящены все дальнейшие научные устремления учёного. С.П. Перетягиным было предложено и обосновано новое научное направление – разработка технологий использования озона в медицине, создание и организация службы озонотерапии в практическом здравоохранении. Начав практически с нуля, с экспериментального обоснования

будущего, сегодня хорошо известного метода, был пройден путь от идеи и пионерской разработки до практического внедрения методов озонотерапии в здравоохранение. В 1991 году Сергей Петрович защищает докторскую диссертацию, посвященную этой теме. Для практической реализации этого направления им были последовательно созданы первые в городе Н. Новгороде внедренческие хозрасчётные медицинские структуры – кооперативы «КОМФИ», «ВАГАНТ», затем - межрегиональный центр озонотерапии, благодаря которым на основе банковского кредитования удалось за счёт кредитования инвестировать немалые по тем временам (в начале 90-х годов) средства (миллионы рублей) в создание современного озонаторного приборостроения. Результатом этих инноваций был запуск малосерийного (в условиях закрытых Нижегородских научно-исследовательских институтов) озонаторного оборудования. Получив его в руки, учёные Нижегородской медицинской академии смогли совершить поистине революционный рывок в разработке разных направлений технологии озонотерапии, создав известные на сегодня в стране и за рубежом школы озонотерапии в неврологии, акушерстве и гинекологии, дерматологии, кардиохирургии, анестезиологии, травматологии. Вклад Нижегородских учёных – Сергея Петровича и его коллег, единомышленников и энтузиастов озонотерапии профессоров Г.А. Бояринова (зав.кафедрой анестезиологии и реаниматологии НижГМА-ПИМУ), К.Н. Конторщиковой (зав.кафедрой лабораторной диагностики НижГМА-ПИМУ), их учеников и последователей в развитие этого направления медицины несомненен и общепризнан на мировом уровне. Они участники многих международных форумов и конгрессов по озонотерапии на Кубе, США, Франции, Японии, Англии, Германии, Австрии, Испании, Мексике. Не случайно г. Нижний Новгород считают и признают Alma Mater отечественной озонотерапии. В подтверждение этого с 1992 по 2021 гг. в Нижнем Новгороде было проведено 12 Всероссийских научно-практических конференций «Озон в биологии и медицине» с международным участием. С 1995 г. в Нижнем Новгороде организована Ассоциация российских озонотерапевтов, главной задачей которой является содействие в развитии и распространении технологий озонотерапии в здравоохранении.

Составной частью продвижения технологий озонотерапии в практическую медицину стала необходимость подготовки кадров, их обучение. По инициативе Сергея Петровича в Нижегородской медицинской академии была создана кафедра озонотерапии (1994 г.), разработаны программы специализации врачей для цикла «Основы озонотерапии», на основе которых в настоящее время проводится последипломное обучение врачей в АРО, Н.Новгороде, Москве, Санкт-Петербурге, на Украине, Польше. Благодаря деятельности Ассоциации технологии российской озонотерапии получили внедрение на Украине, Прибалтике, Казахстане, Узбекистане, а также в дальнем зарубежье – Австрии, Германии, Испании, Индии, Китае, Турции, Иордании, Египте.

В 1994-1997 гг С.П. Перетягин работает заместителем главного врача Областного медицинского диагностического центра по научной работе. В эти годы при его непосредственном участии в г.Нижнем Новгороде и Нижегородской области открыты отделения и кабинеты озонотерапии в Киселихинском

госпитале инвалидов войн, Областном медицинском диагностическом центре, областной клинической больнице им. Н.А. Семашко, НИИ травматологии и ортопедии. Главным итогом деятельности Сергея Петровича в разработке этого направления совместно с коллегами по научно-исследовательской работе в медицине является утверждение методов озонотерапии Министерством здравоохранения и социального развития. внесение их в реестр новых медицинских технологий, а, самое важное, – признание специалистами и пациентами озона как эффективного лечебного средства.

С 1997 года по 2010 г. Сергей Петрович – старший научный сотрудник ФГБУ «Нижегородского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии Росздрава России», руководитель Российского ожогового центра. Область научных интересов связана с проблематикой ожогового центра – разработка системы реабилитации пациентов во всех периодах ожоговой и травматической болезни, дальнейшее развитие технологий озонотерапии. За эти годы в клинических отделениях ожогового центра пролечено свыше 15 тысяч пациентов с термической травмой и её последствиями, которые получили качественную, квалифицированную медицинскую помощь, выполнено свыше 18 000 оперативных вмешательств, а методы системной и местной озонотерапии были утверждены (ФС-2007/029-у от 28.02.2007 г.) на уровне Министерства здравоохранения, внесены в реестр новых медицинских технологий.

С 2010 по 2017 г. Сергей Петрович Перетягин возглавляет отделение экспериментальной медицины в своём родном институте, Приволжском федеральном медицинском исследовательском центре Министерства Здравоохранения России.

В развитии и продвижении технологий озонотерапии в практическую медицину с нижегородской земли большую роль сыграло сформировавшееся творческое научно-производственное объединение ученых - медиков, физиков ядерного центра (г. Саров), инженерно-технических разработчиков г. Арзамас, нижегородских ООО «МЕДОЗОНС», ООО «ОТРИ», ЧОУ ДПО «Озонотерапия», специалистов клинических лечебных баз медицинской академии, в котором посчастливилось трудиться и сотрудничать нашему доктору.

Сергей Петрович Перетягин – доктор медицинских наук, профессор, действительный член Международной академии авторов научных открытий и изобретений, под его руководством защищено 15 кандидатских и одна докторская диссертация, автор более 300 научных работ, 20 изобретений, 20 рационализаторских предложений, награждён Почётной грамотой Министра Здравоохранения России. Он - член специализированного диссертационного совета при Нижегородском государственном университете им Н.И. Лобачевского, президент Ассоциации Российских озонотерапевтов, председатель её научно-технического совета, главный редактор научного журнала «БИОРАДИКАЛЫ И АНТИОКСИДАНТЫ», член международного научного комитета IМЕОF.

Наиболее важным моментом в исследовательской работе было установление факта, что при системных воздействиях озона на организм человека саногенетическими свойствами обладают активные формы кислорода, начиная с

низких диапазонов доз и концентраций. За установление этого ему, вместе с профессором К.Н. Конторщиковой, Международной Ассоциацией авторов изобретений и открытий было присуждено открытие № 306 (2006 г). Огромное удовлетворение приносят ученики, которые защитили свои диссертации по научному направлению, в котором самому пришлось работать и развиваться; врачи-последователи, которые, проучившись, стали применять технологии озонотерапии в своей практической работе, а также каждый пролеченный пациент, которому она помогла.

Самым красивым и незабываемым моментом в жизни стала встреча с любимым человеком. Семья - его надёжный тыл. С женой, Тамарой Васильевной – врачом-невропатологом госпиталя ветеранов войн, они вместе (вот уже 57 лет) со студенческой скамьи. Старшая дочь Наталья пошла по стопам родителей – она врач-гинеколог, совершенствуется в озонотерапии. Младшая дочь Мария после окончания госуниверситета(юрист/экономист) трудится в министерстве экономического развития и инвестиций Нижегородской области, подрастает внук Никита (14 лет).

Несмотря на бурную общественную жизнь в юности и студенчестве, во время работы в медакадемии, в политических движениях не участвую. Однако, равнодушен к происходящему в стране и мире.

Главное – это честно и профессионально делать своё дело.

Девиз жизни – не успокаиваться, бороться и искать...

***От всех членов Ассоциации российских озонотерапевтов, редакции журнала «Биорадикалы и Антиоксиданты» и всех специалистов, связанных с озонотерапией и активными формами кислорода, желаем профессору С.П. Перетягину неиссякаемой энергии, творческого долголетия и крепкого здоровья!***

## К юбилею профессора С.П. Перетягина – Материалы из истории нижегородской школы озонотерапевтов

### ОЗОН В МЕДИЦИНЕ

*(Газета «Нижегородская правда», 9 июня 1993 г.)*

В одной из операционных межобластного кардиохирургического центра хирурги оперируют больного с врожденным пороком сердца. Помимо аппарата искусственного кровообращения вокруг операционного стола и множество разнообразных приборов. Одни контролируют функции жизненно важных органов во время операции, другие обеспечивают их жизнедеятельность. Необычным мне показался небольшой прибор серого цвета с движущейся по шкале стрелкой. Это озонатор. Его назначение — преобразовать поступающий сюда кислород в озон (видоизмененную форму кислорода). Затем озон подается в довольно объемный стеклянный сосуд, так называемый оксигенатор, заполненный особым раствором. Хорошо видна реакция озона и жидкости — образуется множество пенящихся пузырьков. Обогащенная озоном жидкость поступает в вену больного.

А зачем нужны все эти преобразования? Ведь насколько известно из литературы, озон — довольно токсичный газ. Так оно и есть, но со временем выяснилось, что в определенных концентрациях озон положительно влияет на организм человека, на обмен веществ, кровь, иммунитет. Он оказывает сильное бактерицидное действие, улучшает функцию всех внутренних органов. В тридцатых годах нашего столетия озон стали применять для лечения зубов, гайморитов, для заживления ран. Однако использовать озон в аппарате искусственного кровообращения при лечении, допустим, больных с тяжелыми сердечными заболеваниями врачи научились лишь в восьмидесятые годы нашего столетия. И предшествовала такому неординарному событию огромная экспериментальная работа, проводимая, в частности, учеными Нижегородского мединститута, совместно с врачами клиник.

В Центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ) нашего мединститута около пятнадцати лет назад началось изучение механизма действия озона при так называемой гипоксии (кислородном голодании организма). Гипоксия возникает нередко, например, при тяжелых травмах с большой кровопотерей или обширных ожогах. Совместно с кафедрой госпитальной хирургии, “курсом анестезиологии и реаниматологии, научно-исследовательским институтом травматологии и ортопедии сотрудниками ЦНИЛ разрабатываются методики по применению озона при переливании донорской крови, озонированных растворов.

И вот впервые в мире под руководством академика Б. А. Королева с начала восьмидесятых годов стало возможным переливание озонированных растворов при операциях на сердце. Заведующий ЦНИЛ, доктор медицинских наук Сергей Петрович Перетягин на мой вопрос о том, как у него зародилась мысль

посвятить себя изучению проблемы применения озона в медицине, ответил так: «Подал нам эту идею врач Александр Николаевич Монахов. В то время он был аспирантом в ЦНИЛ и работал под руководством заведующего лабораторией Г. А. Бояринова. Идея нас очень заинтересовала».

Здесь я немного отвлекусь от нашего разговора и коротко расскажу об этих людях. В настоящее время А. Н. Монахов работает анестезиологом в межобластном кардиохирургическом центре. У него-то впервые пятнадцать лет назад и возникла мысль об озонировании растворов, необходимых при операциях на сердце. А несколько позже была разработана методика применения озона и в аппарате искусственного кровообращения Г.А. Бояриновым, теперь он заведует курсом анестезиологии и реаниматологии, доктор медицинских наук, профессор.

Началась экспериментальная работа, - продолжает Сергей Петрович. - Были изучены различные стороны действия озона на организм животных, проведены сложные биохимические исследования. Этим и сейчас занимается доктор биологических наук Клавдия Николаевна Конторщикова.

Наши исследования показали, что при воздействии озона на кровь усиливаются окислительно-восстановительные процессы как внутри клеток, так и вне их, восстанавливается клеточный энергетический потенциал и, значит, улучшается процесс кровообращения. Для более широкого ознакомления практических врачей с применением озона в медицине нами совместно с рядом научно-исследовательских институтов и клиник города, а также учеными из Москвы, Саранска выпущены два года назад методические рекомендации «Техника озонотерапии».

Я посетила детскую областную больницу, где в последние годы озон успешно применяется в отделениях хирургии крови. Из слов заведующего отделением В.А. Горшененко и анестезиолога В.Е. Пивикова выясняется, что здесь лечат больных детей с тяжелыми заболеваниями внутренних органов, с отравлениями (в том числе и после укусов змей), с травмами, ожогами, когда имеются ярко выраженные симптомы интоксикации и гипоксии.

В операционной взяту из вены пациента кровь озонируют и вновь вводят в кровеносное русло больного. Наряду с озоном, здесь воздействуют на кровь и физическими методами, к примеру, ультрафиолетовым облучением или магнитом, применяются современные методы очищения крови.

Травматологи детской областной больницы тесно сотрудничают с отделением хирургии крови. Как рассказывал заведующий травматологическим отделением Л.И. Шестериков, пациенты с осложненными переломами или долго незаживающими язвами (допустим, после ожогов) получают и местное лечение озоном. В таких случаях используется прозрачный синтетический контейнер, наполненный озоном, куда и помещается пострадавшая конечность на определенное время.

А в итоге - улучшение общего состояния больного, сокращение срока его пребывания в стационаре. В настоящее время эффективно применяется озон и в областной больнице им. Н.А. Семашко для лечения больных с ишемической болезнью сердца, атеросклерозом сосудов головного мозга, при заболеваниях почек, при лечении гинекологических больных. Как отмечает ассистент кафедры

гинекологии мединститута Н.М. Шахова, применение озонированных растворов в послеоперационном периоде у гинекологических больных позволило отказаться в ряде случаев от употребления антибиотиков и даже наркотических средств. Успешно используется озон и при лечении желудочно-кишечных заболеваний, в частности, в Центральной бассейновой больнице под руководством заведующего реанимационным отделением А.В. Подсосова.

Нижегородцы применяют озон и с санитарно-гигиеническими целями. Так, в результате обработки палат в хирургических отделениях некоторых больниц и кардиохирургического центра удалось значительно снизить загрязненность воздуха бактериями, улучшить состояние больных после оперативного вмешательства на сердце.

Необходимо подчеркнуть, что озонотерапия была бы невозможна без создания новых аппаратов. Эту задачу выполняют инженеры и физики города. Для более тесной координации действий медиков, биологов, инженеров была организована научно-производственная фирма «Вагант», которая занимается как медико-биологическими проблемами, так и созданием приборов в диагностических и лечебных целях. Не обошлось без участия фирмы и в разработке метода озонирования растительных масел в изобретениях сотрудниками ЦНИЛ и создания на этой основе нового препарата, оказывающего сильное бактерицидное действие.

Комитет Российской Федерации по патентам и товарным знакам по достоинству оценил работу нижегородцев.

Многие из них являются авторами ряда изобретений по этой теме. Так, у С.П. Перетягина (с соавторами) восемь авторских свидетельств на изобретения, не говоря уже о множестве рацпредложений и научных статей. Так как интерес к озону в нашей стране возрос в последние годы как среди медиков, так и технических работников (вопросы очистки питьевой воды, сточных вод) возникла необходимость в проведении Всероссийской научно-практической конференции, которая и состоялась в Нижнем Новгороде летом прошлого года. Сюда приехали представители из Москвы, Смоленска, Минска, Благовещенска, Воронежа и других городов России. Среди множества докладов, прозвучавших на конференции, были и такие, в которых высказывалось мнение о возможности применения озона в лечении СПИДа.

Участники конференции приняли важное решение о создании первого в России межрегионального научно-производственного центра озонотерапии в Нижегородской области на базе Киселихинского госпиталя инвалидов войны. И хотя у вновь созданного учреждения множество организационных проблем, больные здесь уже начали получать лечение озоном по общепринятым методикам, а также и внутрь в виде озонированной дистиллированной воды при заболеваниях желудка и кишечника. Об этом мне рассказали заведующий лечебной частью центра кандидат медицинских наук С.Н. Горбунов и врач-озонотерапевт (появилась и такая специальность) С.П. Алёхина. А в будущем здесь планируется также создание учебной базы, где медики получают все необходимые знания по озонотерапии.

***Н. ЛОБАЧЕВА***

**Ремарка по поводу публикации:**

В 1993 году нижегородским медикам-разработчикам технологий озонотерапии предстояла поездка в США, в г Сан-Франциско для участия в международном научном конгрессе по озону в медицине. По возвращению с конгресса члены делегации поделились своими впечатлениями и оценкой результатов работы в этом научном направлении российских учёных зарубежными коллегами. При подведении итогов XI международного конгресса по озону профессор Майкл Карпендейл (США, г. Сан Франциско, госпиталь ветеранов войн, отделение больных СПИДом) заключил «...в докладах специалистов из России, рассказавших нам о возможностях доставки озона пациенту с помощью переносчика – физиологического раствора, а также о технологии экстракорпоральной обработки озонем больших объёмов крови при искусственном кровообращении прозвучало революционное начало в целом для использования озона в медицине»



*Профессор М. Карпендейл  
г. Сан Франциско, госпиталь ветеранов войн, 1993 г.*

## Правила оформления статей

*Электронный журнал «Биорадикалы и антиоксиданты» – междисциплинарное научное издание, задачей которого служит объединение и активный диалог исследователей и практиков различных специальностей (медиков, биологов, ветеринаров, биофизиков, химиков, техников, математиков и др.), работающих в области свободнорадикальной биологии и медицины.*

*Журнал открыт для расширения и уточнения тематики публикаций, включает полнотекстовые статьи, находящиеся в открытом доступе. Приветствуются обзоры по наиболее значимым «точкам роста» биомедицины, связанным с изучением и использованием роли радикалов и антиоксидантов в биологических системах различного уровня организации.*

### Тематика публикаций:

1. Свободнорадикальные процессы в биологических системах. Про- и антиоксидантные системы.
2. Озон, его получение, физико-химические свойства и биологическая активность, Экспериментальные и клинические аспекты озонотерапии.
3. Активные формы кислорода: генерация, деградация, физиологическая роль, участие в патогенезе заболеваний человека и животных, клиническое применение.
4. Оксид азота и активные формы азота в биологических системах. NO-метаболизм. Получение и изучение лечебных свойств различных форм оксида азота. Физико-химия и биология естественных депо NO.
5. Природные и синтетические антиоксиданты: получение, исследование свойств, экспериментальные и клинические аспекты.
6. Высокоэнергетические физические факторы и биорадикалы.
7. Аппаратура и оборудование для генерации биорадикалов и NO.
8. Образовательные аспекты и внедрение в учебный процесс представлений об активных формах кислорода, биорадикалах и антиоксидантах.

### Разделы журнала:

1. Передовая статья (до 15 стр.)
2. Оригинальные исследования (до 15 стр.)
3. Обзоры (до 20 стр.)
4. Краткое сообщение (до 5-7 стр.)
5. Новая аппаратура и оборудование (до 7 стр.)
6. Информация о профильных конференциях и конгрессах (до 5-7 стр.)
7. Рекламный блок

### Технические правила по оформлению рукописей:

**Статьи следует направлять по электронной почте:**  
*cryst-mart@yandex.ru (Мартусевич Андрей Кимович)*  
*или psp-aro@mail.ru (Перетягин Сергей Петрович).*

Статья должна быть представлена на русском или английском языке (шрифт Times New Roman, кегль 14, через 1 интервал с шириной полей 2 см.).

Первая страница рукописи должна содержать:

- 1) название статьи;
- 2) инициалы и фамилию автора (-ов);

3) полное название учреждения, в котором выполнена работа, город, страну. Фамилии иностранных авторов следует писать в оригинальной транскрипции.

Кроме того, согласно новым требованиям ВАК, просьба представлять на отдельном листе сведения о каждом авторе: 1) фамилию, имя и отчество; 2) должность, ученую степень, ученое звание; 3) полный почтовый служебный адрес (с шестизначным почтовым индексом) и e-mail; 4) номер служебного телефона и факса. Также следует отметить автора (-ов), ответственного за переписку с редакцией.

Название статьи должно быть сформулировано по возможности информативно, но кратко и без сокращений.

Необходимо придерживаться следующего плана написания статьи с выделением каждого пункта в раздел (за исключением обзоров, лекций, кратких сообщений):

- краткое введение с указанием цели данного исследования;
- раздел «Материалы и методы» должен содержать сведения о методах исследования, достаточные для их воспроизведения, однако не следует подробно описывать известные методы, опубликованные ранее. В этом случае достаточно дать ссылку на соответствующий источник литературы. Однако модификации известных методик, разработанные автором (-ами), нужно описать подробно;
- раздел «Результаты и обсуждение» должен быть написан логично с представлением статистической обработки результатов данного исследования;
- выводы и/или заключение, резюмирующие результаты исследования;
- список литературы в алфавитном порядке;
- резюме на русском и английском языках (до 0,5 стр.) с указанием названия статьи, фамилий всех авторов, ключевые слова (не более 10) на русском и английском языках.

Таблицы помещаются в тексте. Каждая таблица должна иметь название и соответствующую ссылку на нее в тексте. В графах таблиц не должно быть пустот или непоясненных прочерков. Таблицы должны быть компактными, их шапка должна соответствовать содержанию граф. Все цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте, обязательна их статистическая обработка и объяснение в тексте с указанием принадлежности информации к конкретной таблице. При использовании в таблице сокращений, не упомянутых в статье, или символов (\*, \*\* и т.п.) смысл их объясняется в примечании под таблицей.

Все математические формулы должны быть тщательно выверены.

Все сокращения, принятые в статье, должны быть расшифрованы при первом их упоминании в тексте.

Оформление списка литературы осуществляется в соответствии с требованиями «Ванкуверского стиля». Названия журналов должны быть сокращены в соответствии со стилем, принятым в Index Medicus. Библиографические ссылки в тексте статьи должны даваться номерами в квадратных скобках в соответствии со списком литературы, который формируется в алфавитном порядке: фамилия и инициалы автора (-ов) (сначала отечественные, затем зарубежные авторы, в транскрипции оригинала).

### **Образцы оформления литературы**

#### ***Статья в журнале***

Парфенов Е.В., Дьяконова Е.Г., Масенко В.П. Содержание в крови гормонов, нейромедиаторов и гипертрофия левого желудочка у больных гипертонической болезнью // Кардиология. 1995. №7. С. 18–23.

Vega K.Y., Pina I., Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreaticobiliary disease // Ann. Intern. Med. 1996. Vol. 124, №11. P. 980–983.

#### ***Книга***

Мухарлямов Н.М., Беленков Ю.Н. Ультразвуковая диагностика в кардиологии. М: Медицина, 1981. 320 с.

Ringsven M.K., Bond D. Gerontology and leadership skills for nurses. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers, 1996. 540 p.

***Глава в книге, статья в сборнике***

Сидоров М.А., Тезяев В.В. Экстренные полостные эндоскопические исследования и операции // В кн.: Хирургия: наука и труд. - Н. Новгород: Изд-во НГМА, 1999. С. 48–50.

Phillips S.Y., Whisnant Y.P. Hypertension and stroke // In: Laragh Y.H., Brenner B.M. (eds.). Hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. 2nd ed. New York: Raven Press, 1995. P. 465–478.

***Редакторы, составители в качестве авторов***

Эпидемиология и факторы риска ишемической болезни сердца / Под ред. А.Н. Климова. Ленинград: Медицина, 1989. 176 с.

Norman I.Y., Redfern S.Y. (Eds.). Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone, 1996. 325 p.

***Доклад на конференции***

Гринберг А.А., Нестеренко Ю.Л., Лахтина В.Т. Неотложная хирургия дуоденальной язвы // Мат. 8-го Всерос. съезда хирургов. Краснодар. 1995. С. 63–65.

Bengtsson S., Solheim B.G. Enforcement of data protection, privacy and security in medical informatics // In: Lun K.C., Degoulet P., editors. MEDINFO 92. Proc. of the 7th World congress on medical informatics; Geneva Switzerland. Amsterdam: North-Holland, 1992. P. 1561–1565.

***Диссертация***

Лопатин Ю.М. Состояние нейрогуморальной регуляции кровообращения у больных с хронической сердечной недостаточностью при лечении различными группами лекарственных препаратов. Автореф дис. ... докт. мед. наук. Москва, 1995. 46 с.

Kaplan S.Y. Post-hospital home health care: the elderly's acces and utilization [dissertation]. St. Louis (MO): Washington Univ., 1995.

***Патент, авторское свидетельство***

Ежов Ю.И., Фирсов АЛ. Способ лечения коксартроза при деформациях суставных поверхностей. А.с. 1706591 СССР. 1990.

В оригинальных статьях цитируется не более 30, в передовых статьях и обзорах литературы — не более 60 источников. В список литературы не включаются неопубликованные работы и учебники. Ответственность за правильность данных, приведенных в списке литературы, несет автор.

К статье может быть приложено минимальное, но достаточное количество рисунков (не более 7 для оригинальных статей) с подрисуночными подписями (сюда относятся также диаграммы и графики), необходимых для понимания текста. В тексте статьи должна быть ссылка на каждый рисунок. Рисунки должны быть четкими. Количество обозначений на рисунке должно быть сведено к минимуму, все объяснения следует давать в подрисуночной подписи. Рисунки нумеруются отдельно от таблиц.

Рисунки (графики, диаграммы), представленные в электронном виде, должны быть в файлах с расширением TIFF, BMP, JPEG, PPT. При этом может использоваться любая программа, поддерживающая эти форматы.

Статья должна быть тщательно выверена и отредактирована автором (-ами).

Направление в редакцию работ, уже опубликованных или отправленных в другие журналы, не допускается.

Редакция оставляет за собой право сокращать и редактировать присланные статьи. Корректуры автору (-ам) не высылаются, вся работа с ними проводится по авторскому оригиналу. Редакция имеет право направить статью экспертам в области, обсуждаемой в статье темы, для независимой (анонимной) научной экспертизы (рецензирования).

Автор (-ы), направляя статью в редакцию, поручает (-ют) редакции обнародовать произведение посредством его опубликования в печати и электронном издании. Редакция при использовании статьи вправе снабжать ее любым иллюстрированным материалом, рекламой и разрешать это делать третьим лицам.

Автор (-ы), направляя статью в редакцию, соглашается (-ются) с тем, что к редакции и издательству журнала переходят исключительные имущественные права на использование статьи (переданного в редакцию журнала материала, в т.ч. такие охраняемые объекты авторского права, как фотографии автора, рисунки, схемы, таблицы и т.п.), в т.ч. на воспроизведение в печати и в сети Интернет; на распространение и тиражирование; на перевод на любые языки народов мира; экспорта и импорта экземпляров журнала со статьей автора (-ов) в целях распространения, на доведение до всеобщего сведения. Указанные выше права автор (-ы) передает (-ют) редакции и издательству без ограничения срока их действия, на территории всех стран мира без ограничения, в т.ч. на территории Российской Федерации. Права на рукопись считаются переданными автором (-ами) редакции и издательству с момента принятия в печать.

За автором (-ами) сохраняется право использования опубликованного материала, его фрагментов и частей в научных и преподавательских целях.

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, другими физическими и юридическими лицами возможна только с письменного разрешения издательства, с обязательным указанием названия журнала, номера и года публикации.

Статьи, оформленные с нарушением вышеизложенных правил, публиковаться не будут.

## Guidelines for Authors

*Journal «Bioradicals and Antioxidants» is a peer-reviewed, open access journal that publishes original research articles as well as review articles in all areas of free radical processes in different biological systems. The general purpose of the journal is integration of specialists (doctors, biologists, veterinary doctors, scientists in physics and chemistry, engineers etc.), working in area of free radical processes in biomedical systems and its practical applications*

**Editor-in-Chief – Prof. Sergey P. Peretyagin ([psp\\_aro@mail.ru](mailto:psp_aro@mail.ru))**

**Vice-Editor-in-Chief – M.D. Andrew K. Martusevich ([cryst-mart@yandex.ru](mailto:cryst-mart@yandex.ru))**

**Articles should be sent to Editor-in-Chief or Vice-Editor-in-Chief.**

### MAIN TOPICS:

- 1. Free radical processes in biological systems. Pro- and antioxidant systems.*
- 2. Reactive oxygen species: generation, physical and chemical aspects, decomposition, physiological effects, role in pathogenesis of different human and animals diseases, clinical use*
- 3. Ozone: generation, physical and chemical properties, biological activity. Experimental and clinical aspects of ozone therapy.*
- 4. Nitric oxide and reactive nitrogen species in biological systems. Generation, biological and sanogenic effects of NO. Bound forms of nitric oxide, including dinitrosyl iron complexes.*
- 5. Natural and synthetic antioxidants: synthesis, investigation of properties, experimental and clinical aspects.*
- 6. High-energy physical exposures and bioradicals.*
- 7. Devices and equipment for generation of bioradicals and NO.*
- 8. Functional and laboratory methods for investigation of free radical processes.*
- 9. Educational aspects in area of bioradicals, nitric oxide and reactive oxygen species.*

### JOURNAL SECTIONS:

- Perspectives (up to 15 pages.)
- Original article (up to 15 pages)
- Reviews and mini-reviews (up to 20-25 pages)
- Short communications (up to 7 pages)
- New devices and equipment (up to 7 pages)
- Conferences and Congresses (up to 5 pages)

### MANUSCRIPT PREPARATION

Manuscripts should be in Word Document (Microsoft Word 97, 2003, 2007) in English or Russian and should follow the style of the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, a copy of which can be found at [www.icmje.org](http://www.icmje.org).

### FONTS

Use the font Times New Roman size 14 for the body, size 14 bold for subheadings and headings and size 16 bold for the title, Line spacing=1.

## TITLE PAGE

The title page should state:

- **Title:** title should be without abbreviations.
- **Author(s):** full name of all authors should be mentioned.
- **Affiliation:** Author's affiliation containing: Department, University, City, Country.
- **Corresponding author:** one of the authors should be chosen. Address, telephone and fax number and E-mail should be written.

## ABSTRACT AND KEYWORDS

[required for perspectives, research articles, review articles]

- Abstract of research articles and brief reports should be structured as below:  
Background, Objectives, Materials/Patients and Methods, Results and Conclusions. A list of 3-10 keywords must be provided for indexing purposes. All keywords should be provided according to MeSH terms at: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>.

## ARTICLE BODY

Generally includes the: Background, Objectives, Materials/Patients and Methods, Results, Discussion and References.

- **Background:** This should summarize the rationale for the study.
- **Objectives:** State the aims of the study.
- **Materials/Patients and Methods:** This should include exact method or observation or experiment. If an apparatus is used, its manufacturer's name and address should be given in parentheses. If a drug is used, its generic name, dose and route of administration must be given. Statistical method must be mentioned and specify any general computer program used.
- **Results:** Must be presented in the form of text, tables and illustrations.

The contents of the tables should not be all repeated in the text. Instead, a reference to the table number may be given. Long articles may need sub-headings within some sections (especially the Results and Discussion).

- **Discussion:** This should emphasize the present findings and their differences or similarities with other work done in the field by other workers. Emphasize the new and important aspects of the study and the conclusions.

• **Acknowledgments:** All contributors who do not meet the criteria for authorship should be covered in the acknowledgment section. Persons who provided technical help, writing assistance and should also be acknowledged.

- **Tables:** All tables must be included at the end of the manuscript.

Tables in the word file should be separated by page break (each table on a separate page).

The style of table should be simple.

Each cell contains only one paragraph or one line.

- **Figures:** Figures must be included in article body. Resolution should be 300 dpi for a 3\*2 inch figure.

• **Units, symbols, and abbreviations:** Internationally accepted units (International System of Units), symbols, and abbreviations must be used. Abbreviations should be used sparingly and must be introduced in parentheses upon the first mention.

- **Drug names:** Generic drug names must be used.

## REFERENCES

This Journal accepts references according to Vancouver style (with some minor changes) rules established by the International Committee of Medical Journal Editors. In the Vancouver system, the only indication required in the text of a paper is a number, allocated in ascending sequence, and presented in the text either in brackets, or in superscript. For example:

“Recent randomized controlled trials in primary care showed benefits for patients with depression from increased telephone support, better cooperation between primary care and mental health professionals, and more systematic follow up (7).”

If the same source is cited again later in the text, the same number is used once more. If multiple references are cited, use a hyphen to join an inclusive range of numbers thus: (2-5). Use commas without spaces to separate non-inclusive numbers in a multiple citation thus: (2-5, 7, 10).

Optimal number of references for perspectives and reviews is up to 60, and for original articles and mini0reviews – up to 30.

### • *Books and Other Monographs*

The details needed to construct a book reference are presented below.

Each author’s surname followed by the initials (in the same order as they appear on the title page), a comma should separate each author’s name. Title of the book. Edition of the book if there has been more than one. Place of publication or town of origin followed by a colon, Publisher’s name, followed by a semi-colon, Year of publication. e.g.

*Ringsven M.K., Bond D. Gerontology and leadership skills for nurses. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers, 1996. 540 p.*

If only a part is cited, add the page numbers, and volume number in the case of multi-volume works, at the end of the reference.

*Meltzer P.S., Kallioniemi A., Trent J.M. Chromosome alterations in human solid tumors // The genetic basis of human cancer. Vogelstein B., Kinzler K.W. (Eds.). New York: McGraw-Hill, 2002. P. 93-113.*

### • *Standard journal article*

List the first three authors followed by et al., paper title, journal title abbreviation, year of publishing, volume number, issue number in parentheses, page range. e. g.

*Vega K.Y., Pina I., Krevsky B. Heart transplantation is associated with an increased risk for pancreatobiliary disease // Ann. Intern. Med. 1996. Vol. 124, №11. P. 980–983.*

### • *Dissertations (not recommended)*

Kaplan S.Y. Post-hospital home health care: the elderly’s acces and utilization [dissertation]. St. Louis (MO): Washington Univ., 1995.

## REVIEW PROCESS

All submitted manuscripts are subject to peer review and editorial approval. Articles will be sent to at least 2 reviewers. Authors are usually notified within 1-2 months about the acceptability of their manuscript.