

## ОБЗОРЫ

УДК 613.1

### ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ АРКТИКИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

<sup>1,2</sup>А. Б. Гудков, <sup>1</sup>О. Н. Попова, <sup>1</sup>А. А. Небученных, <sup>1</sup>М. Ю. Богданов<sup>1</sup>Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН,  
г. Архангельск

### ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE ARCTIC CLIMATIC FACTORS. REVIEW

<sup>1,2</sup>A. B. Gudkov, <sup>1</sup>O. N. Popova, <sup>1</sup>A. A. Nebuchennyh, <sup>1</sup>M. Yu. Bogdanov<sup>1</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk<sup>2</sup>Federal Research Center for a comprehensive study of Arctic RAS, Arkhangelsk

© Коллектив авторов, 2017 г.

В статье представлен обзор результатов научных исследований, посвященных климато-географическим факторам Арктики. С позиции экологической физиологии проведен анализ особенностей воздействий на человека как специфических (изменения фотопериодизма, особенностей электромагнитных излучений и колебаний атмосферного давления), так и неспецифических (холод, низкая абсолютная и высокая относительная влажность, особый аэродинамический режим) факторов Арктики. Обосновывается вывод о том, что арктические территории по праву могут быть отнесены к экстремальной зоне по ряду параметров, которые предъявляют повышенные требования к функциональным системам организма, уменьшая его резервные возможности, осложняя труд и быт находящихся здесь людей.

**Ключевые слова:** морская медицина, Арктика, климатические факторы, воздействие на человека.

The article provides an overview of the results of research devoted to climatic and geographical factors of the Arctic. From the standpoint of environmental physiology conducted analysis of the peculiarities of human exposure as a specific (changes of photoperiodism, the characteristics of electromagnetic radiation and fluctuations of atmospheric pressure) and non-specific (cold, low and high absolute humidity, specific aerodynamic mode) factors in Arctic. Article substantiates a conclusion that the Arctic territory rightfully can be attributed to the extreme zone on a number of parameters that more demanding to the functional systems of the body, reducing the reserve capacity of the organism, complicating the work and life of residents.

**Key words:** sea medicine, Arctic, climatic factors, the impact on the person.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-1-7-13>

Арктический регион на современном этапе становится одним из центров пересечения геостратегических интересов и выстраивания новой системы обеспечения глобальной и региональной безопасности [1, 2]. Одной из ключевых задач государственной политики Российской Федерации в области медицинского обеспечения в Арктике является изучение влияния экстремальных факторов окру-

жающей среды на человека, развитие видов медицинской помощи, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения, устранение вредного влияния факторов среды обитания, предупреждение возникновения и распространения заболеваний, раннее выявление их причин и условий развития, а также формирование и реализация программ здорового образа жизни [3–6].

Климатические факторы северных территорий, по мнению В. И. Турчинского [7], целесообразно подразделять на специфические и неспецифические. К неспецифическим факторам, т. е. встречающимся и в других регионах Земли, относятся холод, низкая абсолютная и высокая относительная влажность, особый аэродинамический режим. Специфические факторы — это изменения фотопериодизма, особенности электромагнитной природы и колебания атмосферного давления, причем их отрицательное воздействие невозможно блокировать социальными и прочими мерами защиты.

Одна из ведущих ролей в формировании климата принадлежит солнечной активности [8], интенсивность которой зависит от высоты стояния солнца над горизонтом, массы атмосферы и наличия облаков, через которые проходит солнечная радиация.

Резкая фотопериодичность: длинный световой день в летний период и короткий — в зимний, является визитной карточкой Арктики. Например, полярная ночь на архипелаге Земля Франца-Иосифа длится 125 суток, полярный день — 140 суток [9]. Известно, что Арктика относится к зоне повышенного ультрафиолетового дефицита, поскольку с изменением высоты стояния солнца над горизонтом меняется и спектральный состав прямой солнечной радиации, достигающей земной поверхности. Особенно это касается ультрафиолетовой части солнечного спектра. В связи с этим было предложено понятие «биологической тьмы» [10], т. е. периода отсутствия ультрафиолетового облучения, оказывающего на человека активное биологическое влияние — эритемное, витаминообразующее и бактерицидное. По мнению автора, высота солнцестояния над горизонтом в  $20^\circ$  является предельной для использования ультрафиолетовой части солнечного спектра в терапевтических целях. Однако даже в летний сезон в Арктике условия для усвоения естественной УФ-радиации минимальны по причине не только низкой высоты стояния солнца, но и больших потерь ультрафиолета в туманные и облачные дни, число которых достигает 75–90%, поэтому преобладающее состояние неба даже летом пасмурное. Туманы здесь сравнительно редки зимой и часты летом, что объясняется появлением больших пространств открытой воды.

Длительность светового дня влияет на обменные процессы в клетке. Например, установлена

выраженная обратная корреляционная зависимость между продолжительностью светового дня и состоянием энергообеспеченности клетки человеческого организма [11]. Кроме того, имеются сведения, что при постоянном освещении снижается продукция мелатонина. Развивающийся при этом дефицит этого основного гормона эпифиза — регулятора суточных ритмов, способствует развитию процессов старения, возрастной патологии и новообразований [12].

В связи со своеобразным строением магнитосферы Земли, регионы Арктики значительно более проницаемы для радиоактивного галактического и солнечного излучения, радиоволн различной частоты, а также ионов тяжелых элементов [13], создающих в совокупности здесь интенсивные электромагнитные поля, причем их напряженность значительно повышается с увеличением географической широты.

По литературным данным, особенности земного магнетизма в любой точке земной поверхности определяются геомагнитной широтой, т. е. угловым удалением точки от соответствующего магнитного полюса — точки пересечения магнитной оси Земли с ее поверхностью, данный угол составляет около  $11,5^\circ$  с осью вращения Земли. В настоящее время северный магнитный полюс Земли располагается в точке, находящейся приблизительно на  $85^\circ 54'$  северной широты и  $147^\circ 00'$  западной долготы [14]. В связи с таким строением магнитного поля Земли имеются территории, которые практически полностью попадают в авроральную зону, т. е. территорию наибольшей повторяемости северных сияний. Примером является архипелаг Земля Франца-Иосифа. Несмотря на то, что в настоящее время нет данных о том, что сами по себе полярные сияния являются фактором, который может оказывать значительное неблагоприятное воздействие на состояние человеческого организма, их возникновение в данный момент свидетельствует о наличии геомагнитных возмущений, которые небезразличны для организма человека [15, 16].

В настоящее время установлено, что как постоянные, так и переменные электромагнитные поля воздействуют на цитохромы, цитохромоксидазу и железосернистые белки. При этом изменяется скорость переноса электронов по дыхательной цепи системы тканевого дыхания [17, 18]. В результате этого закономерно снижается уровень синтеза АТФ — основного энергетического субстрата организма. Кроме того, имеются

сведения о существенном значении внутри- и внеклеточной воды в развитии биологического действия геомагнитного поля [19, 20].

Характерной особенностью климатических условий Арктики является частая смена воздушных масс за счет прохождения циклонов или антициклонов, сопровождающихся изменениями атмосферного давления. Частые и значительные колебания атмосферного давления в зимний период года могут достигать абсолютной амплитуды 70–80 гПА, а летом — 40–60 гПА, при скорости падения 2,7–5,3 гПА/ч, что в 8–10 раз превышает предельные значения, при которых наступает ухудшение общего состояния больных с сердечно-сосудистой патологией [21]. Вследствие изменений атмосферного давления характерны большие суточные колебания парциальной плотности кислорода (ППК), т. е. количества молекул кислорода во вдыхаемом воздухе [22]. Известно, что процентное содержание кислорода в воздухе в северных регионах выше, чем в умеренных широтах (20,99% и 20,44% соответственно). Изменение метеорологических условий влияет в большей степени не на процентное содержание кислорода в воздухе, а на величину ППК, которая может уменьшаться при повышении температуры и влажности воздуха, что наблюдается при прохождении циклонических атмосферных фронтов и увеличивается при прохождении антициклонов с их характерным повышением атмосферного давления. Вероятно, колебания плотности атмосферного кислорода должны вызывать такие же значительные и очень быстрые флюктуации парциального давления и плотности кислорода внутри легочных альвеол, оказывая влияние на эффективность газообмена в легких и в конечном итоге на тканевое дыхание.

Среди неспецифических климатических факторов Арктики холод продолжает оставаться ведущим. При этом известно, что понятие холода более адекватно соотносится с понятием охлаждающего влияния окружающей среды на организм [23, 24]. Холод в Арктике, как и прежде, сохраняет свое ведущее место в качестве фактора риска, вызывающего существенное напряжение многих функциональных систем и особенно респираторной системы, что проявляется снижением ее функциональных резервов уже в состоянии покоя [25–28]. Особенно неблагоприятным сочетанием является действие отрицательной температуры воздуха

с ветровой нагрузкой. Ветер оказывает охлаждающее действие на организм, и по расчетам каждая единица скорости ветра (м/с) условно приравнивается к понижению температуры воздуха на два градуса [29]. К примеру, при температуре воздуха  $-15^{\circ}\text{C}$  и скорости ветра 10 м/с охлаждающий эффект будет соответствовать температуре  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Климат Арктики отличается большой относительной влажностью воздуха (65–95%), что обусловлено низкими температурами, однако абсолютное содержание влаги в холодном воздухе мало. Так, в зимний период года содержание влаги в атмосферном воздухе составляет всего лишь 1–3 г/м<sup>3</sup> [30]. Результаты исследований, выполненных Б. В. Устюшиным позволили автору определить физиологически допустимую и оптимальную величину абсолютной влажности вдыхаемого воздуха — 5,7 и 9,6 г/м<sup>3</sup> соответственно [31]. Следует заметить, что среднегодовое абсолютное содержание влаги в атмосферном воздухе приполярных областей ниже, чем в воздухе пустыни [32]. Необходимо подчеркнуть, что при вдыхании воздуха с низким содержанием водяных паров для увлажнения слизистой оболочки верхних дыхательных путей требуется большое количество секрета. По этой причине потери воды с выдыхаемым воздухом могут достигать 1500 мл в сутки вместо типичных для средней полосы 500 мл [33].

В связи с этим сухой и морозный воздух может оказать высушивающее действие на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, ухудшая, таким образом, условия функционирования мерцательного эпителия и косвенно способствуя появлению «простудных заболеваний».

С учетом того, что в районах с холодным климатом низкая абсолютная влажность характерна как для открытого пространства, так и для жилых и производственных помещений, сухость воздуха в высоких широтах является постоянным неблагоприятным фактором среды обитания.

Обобщая данные литературы, а также результаты собственных исследований В. П. Чащин с соавт. [34] считают, что можно выделить две основные группы факторов риска для здоровья человека, специфичных для арктических регионов:

1. *Вредные факторы, уменьшить интенсивность воздействия которых невозможно или экономически нецелесообразно*

### 1.1. Природно-климатические:

- низкие температуры и низкая абсолютная влажность атмосферного воздуха;
- высокая ветровая нагрузка и инфразвуковое давление;
- большие флуктуации геомагнитного поля;
- дефицит солнечной инсоляции;
- высокая повторяемость антициклонных типов погод со штилями и температурными инверсиями в приземном слое атмосферы, ухудшающая условия рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе;
- длительный период стояния снежного покрова, способного накапливать значительные количества вредных веществ, выпадающих с осадками;
- низкие температуры поверхности земли, уменьшающие скорость осаждения аэрозолей из приземного слоя атмосферы;
- ограниченная подвижность почвенных растворов;
- ограниченная циркуляция поверхностных вод;
- сниженная скорость физико-химических реакций, определяющих судьбу загрязнителей во внешней среде (растворение, гидролиз, окисление и т. п.);
- сниженная активность биоты, в том числе процессов биологической деградации и ассимиляции химических веществ в естественных условиях.

### 1.2. Антропогенные:

- глобальный перенос и накопление в экосистемах стойких токсичных веществ (СТВ) в результате специфической атмосферной циркуляции, речных водостоков, океанских течений;
- повышенное содержание высокотоксичных веществ в некоторых мигрирующих видах морской рыбы и морских животных, а также в почках и других внутренних органах оленя.

*2. Вредные факторы, интенсивность воздействия которых можно уменьшить или компенсировать профилактическими мерами*

#### 2.1. Природно-климатические:

- дефицит некоторых витаминов в традиционных видах пищевой продукции;
- низкое содержание минеральных солей и микроэлементов в водах питьевого назначения (ультрапресная вода);
- дефицит содержащих клетчатку свежих растительных продуктов в структуре питания населения.

#### 2.2. Антропогенные:

- значительное накопление потенциально опасных отходов, содержащих стойкие токсичные вещества, на территории поселений, в зонах размещения промышленных и оборонных объектов, а также вдоль приморской береговой линии;
- отсутствие систем мониторинга, идентификации и обезвреживания источников СТВ;
- низкий уровень организации и низкая эффективность санитарной очистки территории.

**2.3. Факторы, изменяющие восприимчивость организма к действию вредных веществ:**

- функциональное перенапряжение органов дыхания, увеличивающее поглощенную дозу вредных газов и аэрозолей в дыхательных путях;
- холодовая гипоксия, снижающая резистентность организма к действию некоторых токсичных веществ;
- дегидратация, ухудшающая условия выведения из организма вредных веществ и их метаболитов, а также снижающая иммунорезистентность кожных покровов и слизистых оболочек дыхательных путей.

**2.4. Патогенетические факторы, способствующие ускоренному развитию, тяжелому клиническому течению и неблагоприятным исходам заболеваний, связанных с воздействием природно-климатических и антропогенных факторов риска:**

- нарушения гемоциркуляции и артериальная гипертензия;
- нарушения диффузионной способности легких;
- эндокринопатии;
- иммунодефицитные состояния и холодовая аллергия;
- кератопатия;
- нарушения углеводного и жирового обмена.

Таким образом, по совокупности климатических характеристик и с учетом общебиологического действия природных и антропогенных факторов, их сочетания и степени выраженности территории Арктики в целом могут быть отнесены к зоне дискомфортных районов с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров. Природные и антропогенные факторы предъявляют повышенные требования к функциональным системам организма человека, осложняют труд и быт проживающих здесь людей, являясь факторами риска нарушений здоровья.

## Литература

1. «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утверждены Президентом РФ 18 сентября 2008 г. № Пр-1969.
2. Журавлев П. С., Зарецкая О. В., Подоплекин А. О., Репневский А. В., Тамицкий А. М. Арктика в системе международного сотрудничества и соперничества; Сев. (Аркт.) федер. ун-т. им. М. В. Ломоносова, Архангельский науч. центр Урал. отд-ния РАН.— Архангельск, 2015.— 168 с.
3. Мосягин И. Г., Попов А. М., Чирков Д. В. Морская доктрина России — в приоритете человек // Морская медицина.— 2015.— Т. 1, № 3.— С. 5–12.
4. Никитин Ю. П., Хаснулин В. И., Гудков А. Б. Современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки.— 2014.— № 3.— С. 63–72.
5. Гудков А. Б., Теддер Ю. Р., Дегтева Г. Н. Некоторые особенности физиологических реакций организма рабочих при экспедиционно-вахтовом методе организации труда в Заполярье // Физиология человека.— 1996.— Т. 22, № 4.— С. 137–142.
6. Чащин В. П., Ковшов А. А., Гудков А. Б., Моргунов Б. А. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего Севера // Экология человека.— 2016.— № 6.— С. 3–8.
7. Турчинский В. И. Классификация основных факторов Крайнего Севера, оказывающих влияние на процесс адаптации и здоровье пришлого человека // Основные аспекты географической патологии на Крайнем Севере.— Норильск, 1976.— С. 46–48.
8. Витинский Ю. И., Оль А. И., Созонов В. И. Солнце и атмосфера Земли.— Л.: Наука, 1976.— 148 с.
9. Поморская энциклопедия / под ред. Н. П. Лаверова.— Архангельск, 2007.— Т. 2.— С. 603.
10. Кричагин В. И. Нормирование УФ-лучей, применяемых в профилактических целях.— М., 1958.— С. 208–213.
11. Терновский Л. Н., Терновская В. А. Возможные механизмы патогенности видимого света // 60 лет гигиенической науки на Севере: от гигиены окружающей среды к медицинской экологии.— Архангельск, 1995.— С. 79–80.
12. Виноградова И. А., Анисимов В. Н. Световой режим Севера и возрастная патология.— Петрозаводск: Петро-Пресс, 2012.— 128 с.
13. Мизун Ю. Г. Влияние гелиофизических факторов на организм человека в условиях Крайнего Севера // Экология человека.— 1995.— № 1.— С. 42–49.
14. Geomagnetism — North Magnetic Pole, Canada Natural Resources website, [http://gsc.nrcan.gc.ca/geomag/nmp/north-pole\\_e.php](http://gsc.nrcan.gc.ca/geomag/nmp/north-pole_e.php), retrieved october 2016.
15. Кострюкова Н. К., Карпин В. А., Гудков А. Б. Смертность населения, проживающего в местах локальных разломов земной коры // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины.— 2005.— № 4.— С. 17–19.
16. Кострюкова Н. К., Гудков А. Б., Карпин В. А., Лавкина Е. С. Биологические эффекты сверхслабых магнитных полей. Обзор литературы // Экология человека.— 2004.— № 3.— С. 55–59.
17. Komeili A. Molecular mechanisms of magnetosome formation // Annual Review of Biochemistry.— 2007.— Vol. 76.— P. 351–366.
18. Kullberg C., Henshaw I., Jakobsson S. Fuelling decisions in migratory birds: geomagnetic cues override the seasonal effects // Proc. Bio. Sci.— 2007.— Vol. 274, № 1622.— P. 2145–2151.
19. Гаркуша О. М., Мазуренко Р. В., Махно С. Н., Горбик П. П. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на жизнедеятельность клеток *Saccharomyces cerevisiae* // Биофизика.— 2008.— Т. 53, № 5.— С. 817–821.
20. Еськов Е. К., Дарков А. В., Швецов Г. А. Зависимость магнитной восприимчивости различных биообъектов от их физиологического состояния и жизнеспособности // Биофизика.— 2005.— Т. 50, № 2.— С. 357–360.
21. Андропова Т. И., Деряпа Н. Р., Соломатин А. П. Гелеометротропные реакции здорового и больного человека.— М.: Медицина, 1982.— 215 с.
22. Овчарова В. Ф. Медицинская интерпретация синоптических и метеорологических факторов на жизнедеятельность организма // Влияние геофизических и метеорологических факторов на жизнедеятельность организма.— Новосибирск, 1978.— С. 33–44.
23. Агаджанян Н. А., Соломатин Л. В., Леханова Е. Н. Уровень здоровья и адаптации у населения Крайнего Севера.— М.: Надым, 2002.— 160 с.
24. Hasnulin V. Geophysical perturbations as the main cause of Northern Stress // Alaska medicine.— 2007.— Vol. 49, № 2.— P. 237–245.

25. Гудков А. Б., Попова О. Н. Пульмонотропные факторы Европейского Севера // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки.— 2008.— № 2.— С. 15–22.
26. Сарычев А. С., Алексеев В. Д., Симонова Н. Н., Гудков А. Б., Дегтева Г. Н. Проблемы вахтового труда в Заполярье // Медицинский академический журнал.— 2007.— Т. 7, № 4.— С. 113–119.
27. Попова О. Н., Гудков А. Б., Лабутин Н. Ю. Особенности вентиляции легких и газообмена молодых женщин при дыхании холодным воздухом // Экология человека.— 2005.— № 12.— С. 43–45.
28. Гудков А. Б., Ермолин С. П., Попова О. Н., Сарычев А. С. Функциональные изменения системы внешнего дыхания военнослужащих в Арктике в контрастные сезоны года // Экология человека.— 2014.— № 6.— С. 3–7.
29. Арнольди И. А. Акклиматизация человека на Севере.— М.: Медицина, 1962.— 72 с.
30. Величковский Б. Т. Причины и механизмы снижения коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере // Биосфера.— 2010.— С. 213–217.
31. Устюшин Б. В. Физиолого-гигиенические аспекты труда человека на открытых территориях Крайнего Севера: автореф. дис. ... д-ра мед. наук.— М., 1991.— 38 с.
32. Диденко И. И., Борисенкова Р. В., Устюшин Б. В. К вопросу о взаимосвязи функциональных изменений и состояния здоровья с факторами климата Крайнего Севера (обзор) // Гигиена и санитария.— 1990.— № 7.— С. 4–9.
33. Величковский Б. Т. Причины и механизмы низкого коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН.— 2013.— № 2 (90)— Ч. 2.— С. 97–101.
34. Чащин В. П., Гудков А. Б., Попова О. Н., Одланд Ю. О., Ковшов А. А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека.— 2014.— № 1.— С. 3–12.

### References

1. «*Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v Arktike na period do 2020 goda i dal'neishuyu perspektivu*», utverzhdenny Prezidentom RF 18 sentyabrya 2008 g. No. Pr-1969.
2. Zhuravlev P. S., Zaretskaya O. V., Podoplekin A. O., Repnevskii A. V., Tamitskii A. M., *Arktika v sisteme mezhdunarodnogo sotrudnichestva i sopernichestva; Sev.(Arkt.) feder. un-t.im. M. V. Lomonosova, Arkhang. nauch. tsentr Ural. otd-niya RAN, Arkhangel'sk*, 2015.— 168 p.
3. Mosyagin I. G., Popov A. M., Chirkov D. V., *Morskaya meditsina*, 2015, vol. 1, No. 3, pp. 5–12.
4. Nikitin Yu. P., Khasnulin V. I., Gudkov A. B., *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, No. 3, pp. 63–72.
5. Gudkov A. B., Tedder Yu. R., Degteva G. N., *Fiziologiya cheloveka*, 1996, vol. 22, No 4, pp. 137–142.
6. Chashchin V. P., Kovshov A. A., Gudkov A. B., Morgunov B. A., *Ekologiya cheloveka*, 2016, No. 6. pp. 3–8.
7. Turchinskii V. I., *Osnovnye aspekty geograficheskoi patologii na Krainem Severe*, Noril'sk, 1976, pp. 46–48.
8. Vitinskii Yu. I., Ol' A. I., Sozonov V. I., *Solntse i atmosfera Zemli*, Leningrad: Nauka, 1976, 148 p.
9. *Pomorskaya entsiklopediya*, pod red. N. P. Laverova, Arkhangel'sk, 2007, vol. 2, 603 p.
10. Krichagin V. I., *Normirovanie UF-luchei, primenyaemykh v profilakticheskikh tselyakh*, Moscow, 1958, pp. 208–213.
11. Ternovskii L. N., Ternovskaya V. A., *60 let gigienicheskoi nauki na Severe: ot gigieny okruzhayushchei sredy k meditsinskoi ekologii*, Arkhangel'sk, 1995, pp. 79–80.
12. Vinogradova I. A., Anisimov V. N., *Svetovoi rezhim Severa i vozrastnaya patologiya*, Petrozavodsk: Petro-Press, 2012, 128 p.
13. Mizun Yu. G., *Ekologiya cheloveka*, 1995, No 1, pp. 42–49.
14. *Geomagnetism — North Magnetic Pole*, Canada Natural Resources website, [http://gsc.nrcan.gc.ca/geomag/nmp/north-pole\\_e.php](http://gsc.nrcan.gc.ca/geomag/nmp/north-pole_e.php), retrieved october 2016.
15. Kostryukova N. K., Karpin V. A., Gudkov A. B., *Problemy sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*, 2005, No. 4, pp. 17–19.
16. Kostryukova N. K., Gudkov A. B., Karpin V. A., Lavkina E. S., *Ekologiya cheloveka*, 2004, No. 3, pp. 55–59.
17. Komeili A., *Annual Review of Biochemistry*, 2007, vol. 76, pp. 351–366.
18. Kullberg C., Henshaw I., Jakobsson S., *Proc. Bio. Sci.*, 2007, vol. 274, No. 1622, pp. 2145–2151.
19. Garkusha O. M., Mazurenko R. V., Makhno S. N., Gorbik P. P. *Biofizika*, 2008, vol. 53, No. 5, pp. 817–821.
20. Es'kov E. K., Darkov A. V., Shvetsov G. A., *Biofizika*, 2005, vol. 50, No. 2, pp. 357–360.
21. Andronova T. I., Deryapa N. R., Solomatin A. P., *Geometeoropnyye reaktsii zdorovogo i bol'nogo cheloveka*, Moscow: Meditsina, 1982, 215 p.
22. Ovcharova V. F., *Vliyaniye geofizicheskikh i meteorologicheskikh faktorov na zhiznedeyatel'nost' organizma*, Novosibirsk, 1978, pp. 33–44.

23. Agadzhanyan N. A., Salomatin L. V., Lekhanova E. N., *Uroven' zdorov'ya i adaptatsii u naseleniya Krainego Severa*, Moscow: Nadym, 2002, 160 p.
24. Hasnulin V., *Alaska medicine*, 2007, vol. 49, No. 2, pp. 237–245.
25. Gudkov A. B., Popova O. N., *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2008, No. 2, pp. 15–22.
26. Sarychev A. S., Alekseenko V. D., Simonova N. N., Gudkov A. B., Degteva G. N., *Meditinskii akademicheskii zhurnal*, 2007, vol. 7, No. 4. pp. 113–119.
27. Popova O. N., Gudkov A. B., Labutin N. Yu., *Ekologiya cheloveka*, 2005, No. 12, pp. 43–45.
28. Gudkov A. B., Ermolin S. P., Popova O. N., Sarychev A. S., *Ekologiya cheloveka*, 2014, No. 6, pp. 3–7.
29. Arnol'di I. A., *Akklimatizatsiya cheloveka na Severe*, Moscow: Meditsina, 1962, 72 p.
30. Velichkovskii B. T., *Biosfera*, 2010. pp. 213–217.
31. Ustyushin B. V., *Fiziologo-gigienicheskie aspekty truda cheloveka na otkrytykh territoriyakh Krainego Severa*: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk, Moscow, 1991, 38 p.
32. Didenko I. I., Borisenkova R. V., Ustyushin B. V., *Gigiena i sanitariya*, 1990, No. 7, pp. 4–9.
33. Velichkovskii B. T., *Byulleten' VSNTs SO RAMN*, 2013, No. 2 (90), ch. 2, pp. 97–101.
34. Chashchin V. P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland Yu. O., Kovshov A. A., *Ekologiya cheloveka*, 2014, No. 1, pp. 3–12.

Поступила в редакцию 26.12.2016 г.

Контакт: Гудков Андрей Борисович, [gudkovab@nmsu.ru](mailto:gudkovab@nmsu.ru)

#### Сведения об авторах:

*Гудков Андрей Борисович* — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий кафедрой гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета, зам. директора по научно-методической работе Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики РАН, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51, e-mail: [gudkovab@nmsu.ru](mailto:gudkovab@nmsu.ru);

*Попова Ольга Николаевна* — доктор медицинских наук, профессор кафедры гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51, e-mail: [porovaon@nsmu.ru](mailto:porovaon@nsmu.ru);

*Небученных Анатолий Александрович* — кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51, e-mail: [gigiena@nsmu.ru](mailto:gigiena@nsmu.ru);

*Богданов Михаил Юрьевич* — младший научный сотрудник ЦНИЛ Северного государственного медицинского университета, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51, e-mail: [corbie@list.ru](mailto:corbie@list.ru).

## Уважаемые читатели журнала

### «Морская медицина»!

Сообщаем, что открыта подписка на 2-е полугодие 2017 года.

#### Наш подписной индекс:

Агентство «Роспечать» — **58010**

Объединенный каталог «Пресса России» — **42177**

Периодичность — 4 номера в год.

<http://Seamed.bmoc-spb.ru>