

## МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

DOI 10.26163/RAEN.2020.46.81.013  
УДК 612.1/2(470.13)+911.3

*E.R. Boiko*

### METHOD APPROACHES TO STUDYING EFFECTS OF NORTH FACTORS ON HUMAN BODY

**Yevgeny Boiko** – acting director, Institute of Physiology, Komi Scientific Centre of Ural Department of Russian Academy of Sciences, head of the Department of Biochemistry and Physiology, Medical Institute of Syktyvkar State University named after P. Sorokin, Doctor of Medicine, professor, corresponding member of Russian Academy of Natural Sciences, Syktyvkar; **e-mail: boiko60@inbox.ru**.

*We consider models of investigating the adaptation of human body to living under extreme North conditions. We substantiate the need to comprehensively study the issues of health as well as medical and biological foundations of vital activity in the North. We analyze the significance of taking into account such factors as length of residence, ethnic affiliation, length of service in the region, climate and geography features, seasonal patterns when exploring the processes of human adaptation to the North and features of vital activity under these conditions.*

**Keywords:** North; Man; vital activity; extreme conditions; adaptation; nature and climate stimuli; method approaches.

*E.P. Бойко*

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СЕВЕРА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

**Евгений Рафаилович Бойко** – врио директора Института физиологии Коми научного центра УРО РАН Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», зав. кафедрой биохимии и физиологии медицинского института ФГОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина», доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАЕН, г. Сыктывкар; **e-mail: boiko60@inbox.ru**.

*Рассмотрены модели изучения процессов адаптации организма человека к проживанию в экстремальных условиях Севера. Обоснована необходимость комплексного рассмотрения вопросов здоровья и медико-биологических основ жизнедеятельности человека на Севере. Анализируется необходимость учета таких факторов, как длительность проживания, этническая принадлежность, северный стаж, климатогеографические особенности и сезонность при изучении процессов адаптации человека и особенностей жизнедеятельности человека на Севере.*

**Ключевые слова:** Север; человек; жизнедеятельность; экстремальные условия; адаптация; природно-климатические раздражители; методические подходы.

Северные территории играют огромную экономическую, политическую роль для Российской Федерации, а исторически освоение этих земель внесло неоценимый вклад в формирование менталитета и мировоззрения населения и, в целом, государственности нашей страны. В настоя-

щее время северные территории и приравненные к ним территории занимают более 60% Российской Федерации, и именно в России проживет подавляющее большинство жителей Севера по сравнению с другими циркумполярными странами. Именно поэтому для нашей страны

особое значение имеет обеспечение качества жизни населения на Севере и сохранения его здоровья. В литературе используется несколько терминов – Арктика, Крайний Север и территории, приравненные к территориям Крайнего Севера, высокие широты, Арктическая зона, циркумполярные регионы и другие. В данной работе не ставится задача анализа использования этой терминологии, акцент будет сделан на анализе и обсуждении именно методологических основ изучения здоровья и жизнедеятельности человека «на Севере».

В современной литературе имеется достаточно большое число работ как отечественных, так и иностранных исследователей, в той или иной степени посвященных вопросам адаптации организма и сохранения здоровья человека в условиях Севера. В то же время имеются большие различия в понимании того, что следует относить к «северам», значительно различаются подходы к проводимым исследованиям и трактовки в получаемых исследователях результатах. В целом, наиболее существенные различия в подходах касаются эффектов природно-климатических и техногенных раздражителей, воздействующих на организм человека на Севере, а также используемых моделей для изучения процессов жизнедеятельности в этих условиях и классификации населения Севера.

Прежде всего, следует учитывать, что на организм человека на Севере воздействует целый комплекс экстремальных природно-климатических раздражителей [1; 8]. Важнейшими раздражителями являются: 1) холодовой фактор, влияние которого усиливается или модулируется ветровым режимом и влажностью воздуха; 2) контрастная фотопериодика, включающая полярный день и полярную ночь, а также «переходные периоды года» когда происходит резкое изменение светового режима [3]; 3) гелиогеофизические факторы; 4) психосоциальный стресс; 5) измененный состав воды и особенности рациона питания.

Воздействию низких температур на организм человека в условиях Севера по-

священа обширная литература, и этот эффект является общепризнанным. Вместе с тем, установлены факты влияния контрастной фотопериодики на организм человека на Севере [2]. Влияние светового фактора чаще связывают с трансформациями гормонального профиля у северян, и с соответствующими метаболическими реакциями, а также изменениями в психическом и психофизиологическом статусе северян. Также в литературе накоплены материалы о влиянии гелиогеомагнитных факторов на организм человека в высоких широтах [12; 14]. Во многом это обусловлено тем, что в приполярных областях Земли действие космических факторов опосредуется через геомагнитное поле, имеющее в этих регионах ряд особенностей. Одни заряженные элементарные частицы захватываются магнитными полями и отталкиваются в сторону земных полюсов и ночного неба, другие проникают через атмосферу. Интенсивность общей космической радиации в целом зависит от широтных, метеорологических, ландшафтных и сезонных условий, и в целом превышает таковую в умеренных широтах. Считается, что именно колебания геомагнитного поля могут способствовать развитию или существенно ухудшать протекание имеющейся патологии [14].

Ряд авторов склонен считать ведущим климатическим фактором температурный, однако большинство исследователей согласны с тем, что в той или иной мере имеет место комплексный эффект всех составляющих климата Севера [1; 2; 4; 8; 13; 14]. У человека на эффекты природно-климатических раздражителей накладывается воздействие профессиональных вредностей, а также техногенное загрязнение территорий обитания. В последнее время возникает новый аспект, обусловленный глобальным потеплением, что ведет к появлению новых вызовов со стороны инфекционных и паразитарных патологий [11].

В целом в литературе используется несколько методологических подходов (моделей) для изучения процессов адаптации организма человека применительно к проживанию на Севере.

*Первый подход (модель)* заключается в том, что в лабораторных условиях добровольцы подвергаются воздействию одного из факторов, присутствующих на Севере. Чаще всего речь идет об изучении холодового воздействия, в том числе локального, например, в климатических камерах.

Если к холодовому воздействию добавить еще один раздражитель (*вторая модель*), эффект которого хорошо изучен и понятен (например, физическая нагрузка), то это может представлять собой вторую модель исследования адаптивных процессов в организме человека на Севере.

В литературе уделяется достаточно большое внимание в проведении так называемых «полевых исследований» (*третья модель*), когда испытуемые подвергаются комплексному влиянию природных факторов, но длительность эксперимента не превышает нескольких недель или месяцев. Типичным примером могут служить лыжные переходы, в том числе высокоширотные [2].

Совершенно особый вариант представляют наблюдения зимовщиков в Антарктиде (*четвертая модель*). С одной стороны, в этих сообщениях имеется элемент общности – сроки проведения мониторинга (одна зимовка), однако на разных антарктических станциях климатогеографические условия серьезно различаются, как и доступность станций. Этническая пестрота и малочисленность персонала антарктических станций, различия пищевых привычек, особенности проведения набора для работы зимовщиков неминуемо сказываются на получаемых результатах. Добавляет сложностей крайняя этническая пестрота наблюдаемых контингентов, особенно в связи с активным вовлечением южных государств, интересующихся освоением Антарктиды [17; 19].

Еще один подход, позволяющий получить интересную информацию о состоянии здоровья и физиологических процессов, а также о распространенности отдельных видов патологии у северян, можно получить при проведении эпидемиологических исследований (*пятая мо-*

*дель*). Однако работы весьма затратные и не всегда отражают популяционные процессы.

Весьма удачным, на наш взгляд, подходом является проведение многократного повторного наблюдения группы лиц в определенные периоды года (*шестая модель*), что позволяет изучать сезонные перестройки в организме человека. Важно подчеркнуть, что фундаментальной основой исследований здоровья человека на Севере является необходимость рассматривать эту проблему с учетом циклических сезонных процессов, происходящих в организме. В целом история проведения исследований функционирования систем и органов человека на разных географических широтах обитания с учетом фактора сезонности насчитывает несколько десятилетий. Но именно в условиях циркумполярной зоны фактор сезонности приобретает особенное значение. Достаточно давно сформировалось представление о том, что повторяющаяся сезонная изменчивость погоды ведет к тому, что факторы внешней среды приобретают условнорефлекторное значение, и в годовой биоритмике можно говорить о действии комплекса факторов – температурного и светового, изменения геомагнитной активности, характера питания и состава пищи [8].

Важно подчеркнуть, что длительность воздействия внешних раздражителей, а также их во многом непрерывный характер воздействия имеет принципиальное значение в развитии адаптивного ответа в организме человека [16]. Рассматривая с этих позиций понятие «человек на Севере», необходимо выделять группы населения, отличающиеся спецификой в характере адаптивных перестроек в организме.

Известно, что история обитания человека на Севере насчитывает несколько тысячелетий, однако именно в последнее столетие началось активное его заселение, что было обусловлено открытием новых производств и развитием промышленности. Считается, что население Севера следует делить на уроженцев Севера и приезжих (мигрантов), но и эти группы весь-

ма неоднородны [1; 13]. Это разделение связано с тем, что адаптивные реакции и механизмы у мигрантов и уроженцев Севера различаются, поскольку родившиеся на Севере жители имеют отличающиеся сформировавшиеся адаптивные механизмы. В целом адаптивная реакция на экстремальные факторы Севера у приезжих и коренных жителей различается. У мигрантов происходит формирование меняющихся кратковременных защитных фенотипических вариантов, тогда как для коренного населения характерны реакции, связанные с формированием структурных элементов адаптации разной степени выраженности [13].

Более простая ситуация наблюдается для мигрантов – в отечественной литературе выделяют группы приезжих в зависимости стажа проживания на Севере [5]. Это было обусловлено привлечением большого числа приезжих по организованному набору в течение длительного времени и позволило обратить внимание на стадийность адаптивных процессов у этих лиц.

В целом выделяют: 1) мигрантов со стажем проживания на Севере до 3 лет – считается, что в эти сроки происходит определенное привыкание организма мигрантов к воздействию Северных раздражителей; 2) мигрантов со стажем от 3 до 15 лет в зависимости от региона Севера – в эти сроки закрепившиеся мигранты относительно благополучно проживают на Севере; 3) более 15 лет – на этих сроках происходит истощение адаптивных резервов организма, и начинают проявляться хронические заболевания и патологии [5].

После приезда на Север у мигрантов наблюдается дестабилизация регуляторных и метаболических процессов, и хотя о длительности этого этапа нет единого мнения, существует определенный консенсус о том, что через три года у тех приезжих, кто остался на Севере, наблюдается определенная стабилизация функциональных систем.

В соответствии с предложенной В.П. Казначеевым классификацией после периода дезорганизации наступает период стабилизации регуляторных и обменных

процессов, продолжающийся 10–15 лет и характеризующийся напряжением функционирования ряда регуляторных систем. Это напряжение ведет к истощению функциональных резервов организма и реализуется проявлением разных заболеваний [5].

В иностранной литературе такой классификации нет, и во многом это связано с тем, что именно в нашей стране для освоения Севера привлекались значительные контингенты населения, несопоставимые с таковыми в других циркумполярных странах и территориях.

Весьма непростая ситуация имеется относительно уроженцев Севера. Среди них имеются представители малочисленных народностей (их более 20 в России), в названии которых общепринятым стал термин – «аборигены Севера» и которые во многом сохраняют традиционный образ жизни. Однако в связи с большим числом межнациональных браков для ряда этносов возникает вопрос об идентификации, и генетическая чистота многих популяций аборигенного населения Севера к концу XX столетия находилась под вопросом [6].

Также имеются две большие по численности группы коренного населения Севера, не включенные в перечень малочисленных народностей, для которых предложено наименование «большие северные народы» – коми, якуты [1]. Имеются также представители русскоязычного населения, в течение нескольких веков проживающие на европейском Севере – поморы и усть-цилемы.

Наибольшую в условиях России группу коренного населения составляют родившиеся на Севере потомки переселенцев иммигрантов – «местные русские» [1; 7]. Во второй половине XX в. на территориях Севера России в связи с активной хозяйственной деятельностью возникли новые поселки и города. В значительной своей части население последних представляет собой мигрантов, а также их потомков в первом и втором поколении. Относительно этих контингентов терминология еще не устоялась, и мы полагаем правильным также называть эти группы

населения на данном этапе как «местное русское население».

Невзирая на обширность северных территорий, основные регионы проживания не превышают 70° северной широты. Несмотря на небольшое число северных стран, имеются серьезные различия в качественном составе проживающих в них популяций населения. Например, в скандинавских странах доминируют контингенты населения, проживающие здесь многие сотни лет, к которым в последние годы добавилось определенное число мигрантов из южных стран. В Гренландии, Канаде и на Аляске имеется относительно большое число аборигенного населения, хотя есть и определенные контингенты приезжего населения. Именно эти особенности структуры проживающего на Севере населения обуславливают различия в методологических подходах, характерных для отечественной и зарубежной литературы по обсуждаемому вопросу.

Адаптация обеспечивает жизнеспособность организма в изменяющихся условиях существования и приспособления его к окружающей среде. В целом основные концепции адаптивных перестроек в организме человека в условиях Севера имеют ряд общих признаков – стадийность процесса, прохождение нескольких фаз в ходе адаптивных перестроек. В литературе указывается, что экстремальность воздействия природно-климатических факторов по мере продвижения к полюсам нарастает [10]. Вместе с тем вариативность климатогеографических условий приводит к тому, что возможны различные варианты адаптивных реакций даже на одной географической широте.

В исследованиях ряда зарубежных авторов процессы адаптации, в том числе и на Севере, трактуются зачастую механически, сводя комплексность адаптивных перестроек в организме к изменениям в отдельных функциональных системах. Относительно недавно была предпринята попытка предложить новый термин – «habitation», которым пытаются описать процессы, происходящие у человека на Севере [15; 18]. Связано это с тем, что проведение там комплексных исследова-

ний требует наличия соответствующих контингентов населения, а именно такая ситуация сложилась в России.

С учетом изложенного можно полагать, что в процессах адаптации важнейшую роль играет мобилизация и оптимизация энергообеспечения тканей, и одновременно требуется эффективное обеспечение пластических процессов в клетках. Таким образом, в целом стратегией адаптации у человека в условиях Севера является обеспечение эффективного и адекватного действию раздражителя функционирования метаболических путей в тканях. По мнению Л.Е. Панина, процесс адаптации к экстремальным условиям Севера ведет к формированию особого «полярного метаболического типа» [9].

В развитие гипотезы Л.Е. Панина нами был предложен термин «полярный адаптивный метаболический тип» как частный вариант организации метаболизма, характерный именно для адаптированных контингентов населения Севера – аборигенного населения, в т.ч. для малочисленных народностей именно Крайнего Севера (Бойко, 1994) [2]. Формирование «полярного адаптивного метаболического типа» предполагает наличие особого гормонально-метаболического профиля, обеспечивающего комфортное проживание в условиях Севера. Его формирование обусловлено активизацией базального тканевого метаболизма в определенные периоды года и накладывающимися на эти процессы более кратковременными реакциями, связанными с влиянием отдельных природных факторов Севера.

В отечественной литературе сформулировано положение [1; 4] о том, что за проживание на Севере организм человека платит определенную «биосоциальную плату»; в качестве примера для аборигенного населения, адаптированного для проживания в условиях Севера, можно указать на раннее наступление климакса у женщин. Таким образом, для организма мигранта актуальным представляется вопрос о «цене адаптации к Северу», которая может проявляться в прямом изнашивании функциональной системы, на которую при адаптации падает главная на-

грузка.

Именно с этих позиций следует оценивать недавнее сообщение немецких исследователей, выявивших уменьшение размеров гиппокампа у зимовщиков немецкой антарктической станции, в одном из ведущих мировых медицинских изданий. С учетом вероятности достаточно несовершенной системы отбора описанная авторами феноменология представляется достаточно закономерной [20].

Таким образом, адаптивные реакции у человека в высоких широтах имеют определенную специфику, при этом мигрант и представитель коренного населения находятся на разных стадиях формирования «полярного адаптивного метаболического типа». Важнейшими элементами, определяющими наше понимание о влиянии природно-климатических факторов Севера на организм человека, являются определение комплекса внешних раздражителей, оказывающих воздействие на организм человека, и выявление механизмов их дозозависимого влияния на физиологические процессы в организме разных группах северян.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.
2. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 190 с.
3. Бойко Е.Р., Ткачев А.В. Влияние продолжительности светового дня на гормональные и биохимические показатели у человека на Севере // Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 1995. № 7(81). С. 86–92.
4. Гудков А.Б., Лукманова Н.Б., Раменская Е.Б. Человек в приполярном районе Европейского Севера. Эколого-физиологические аспекты. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. 181 с.
5. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск: Наука, 1980. 189 с.
6. Козлов А.И. Изменение генофонда

северных популяций: «закат этносов» или формирование новой адаптивной группы? // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2014. № 3(26). С. 99–107.

7. Максимов А.Л. Тенденции и вектор адаптивных перестроек у современных аборигенных и укорененных популяций Северо-Востока России // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2014. № 2(48). С. 73–75.

8. Новиков В.С., Сороко С.И. Физиологические основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях. СПб.: Политехника-принт, 2017. 476 с.

9. Панин Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. Л.: Медицина, 1978. 192 с.

10. Сапов И.А., Новиков В.С. Неспецифические механизмы адаптации человека. Л.: Наука, 1984. 146с.

11. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Медико-физиологические аспекты жизнедеятельности в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2015. № 1(17). С. 70–75.

12. Сороко С.И. Нейрофизиологические механизмы индивидуальной адаптации человека в Антарктиде. Л.: Наука, 1984. 151 с.

13. Ткачев А.В., Бойко Е.Р., Губкина З.Д. [и др.]. Эндокринная система и обмен веществ у человека на Севере. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1992. 156 с.

14. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину. Новосибирск: СО РАН, 1998. 337 с.

15. Hintsala H., Jaakkola J.J.K., Hassi J., Antikainen R., Ikaheimo T. Habitual wintertime cooling and blood pressure in hypertensive and normotensive men: an experimental study // International Journal of Circumpolar Health. 2016. № 75. P. 22.

16. Hochachka P.W. Mechanism and evolution of hypoxia-tolerance in humans // Journal of Experimental Biology. 1998. № 201. P. 1243–1254.

17. Palinkas L.A., Reed H.L., Reedy K.R., Nhan V.D., Nancy H.S.C., Finney S. Circannual pattern of hypothalamic–pituitary–thyroid (HPT) function and mood during extended antarctic residence // Psychoneuroendocrinology. 2001. № 4(26). P. 421–431.

18. Leppäluoto H., Korhonen I., Hassi J.

Habituation of thermal sensations, skin temperatures, and norepinephrine in men exposed to cold air // *Journal of Applied Physiology*. 2001. № 90. P. 1211–1218,

19. *Palinkas L.A., Reedy K.R., Shepanek M., Smith M., Gary M.A., Steel D.H., Case S., Nhan V.D., Reed H.L.* Environmental influences on hypothalamic–pituitary–thyroid

function and behavior in Antarctica // *Physiology & Behavior*. 2007. № 5(92). P. 790–799.

20. *Stahn A.C., Gunga H-C., Kohlberg E., Gallinat J., Dinges D.F., Kühn S.* Brain Changes in Response to Long Antarctic Expeditions // *New England Journal of Medicine*. 2019. № 381. P. 2273–2275.