

АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА

DOI 10.26163/RAEN.2021.53.71.001
УДК 572:614.18

V.S. Novikov, E.B. Shustov

FUNDAMENTALS OF HUMAN VITAL ACTIVITY UNDER EXTREME CONDITIONS: ADAPTATION, DEADAPTATION, CORRECTION

Vasily Novikov – Vice President of the Russian Academy of Natural Sciences, chairperson of the Section of Interdisciplinary problems of science and education of the Russian Academy of Natural Sciences, member of Russian Academy of Natural Sciences, Honored Science Worker, Laureate of the State Prize of the Russian Federation in Science and Engineering, Doctor of Medicine, professor, St. Petersburg; **e-mail: raen.vsn@mail.ru.**

Evgeny Shustov – Chief Researcher, S.N. Golikov Research-Clinical Center of Toxicology, Federal Medical-Biological Agency, professor, the Department of Pharmacology and Clinical Pharmacology, St. Petersburg State Chemical Pharmaceutical University, member of the Russian Academy of Natural Sciences, Laureate of the State Prize of the Russian Federation in Science and Engineering, Doctor of Medicine, professor, St. Petersburg; **e-mail: shustov-msk@mail.ru.**

We present the materials of an interdisciplinary scientific project dedicated to the complex of problems of human tolerance to extreme influences related to the professional activity under adverse environmental conditions. The mechanisms of extreme conditions formation, factors of body resistance to adverse effects as well as modern ideas about the mechanisms of adaptation and formation of maladaptive states are considered. We substantiate the main directions of predicting and correcting the tolerance for extreme influences using both pharmacological and physiological methods. We demonstrate the prospects of a wide application of the approaches to the correction of the functional state using a wide range of regulatory peptides, adaptogens, psychoenergizing and psychoharmonizing agents, immunotropic compounds in medical practice. A modular principle and types of specialized functional nutrition have been developed to optimize the functional state of people in the Arctic, highlands, desert, environmental disasters aftermath as well as professionals working in extreme conditions.

Keywords: adaptation; deadaptation; correction; functional nutrition; functional state; extreme conditions.

В.С. Новиков, Е.Б. Шустов

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ: АДАПТАЦИЯ, ДЕЗАДАПТАЦИЯ, КОРРЕКЦИЯ

Василий Семенович Новиков – вице-президент РАЕН, председатель Секции междисциплинарных проблем науки и образования, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, заслуженный деятель науки РФ, академик, доктор медицинских наук, профессор, г. Санкт-Петербург; **e-mail: raen.vsn@mail.ru.**

Евгений Борисович Шустов – главный научный сотрудник Научно-клинического центра токсикологии им. акад. С.Н. Голикова Федерального медико-биологического агентства, профессор кафедры фармакологии и клинической фармакологии Санкт-Петербургской химико-фармацевтической академии Министерства Здравоохранения, академик РАЕН, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, доктор медицинских наук, профессор, г. Санкт-Петербург; **e-mail: shustov-msk@mail.ru.**

В статье представлены материалы междисциплинарного научного проекта, посвященного комплексу проблем переносимости человеком экстремальных воздействий, связанных с его профессиональной деятельностью, в неблагоприятных условиях внешней среды. Рассмотрены механизмы формирования экстремальных состояний, факторы резистентности организма к неблагоприятным воздействиям, современные представления о механизмах адаптации и формирования дезадаптационных состояний. Обоснованы основные направления прогнозирования и коррекции переносимости экстремальных воздействий фармакологическими средствами и физиологическими методами. Показана перспективность широкого внедрения в медицинскую практику подходов в коррекции функционального состояния с использованием широкого круга регуляторных пептидов, адаптогенов, психоэнергизирующих и психогармонизирующих средств, иммуностропных соединений. Разработан модульный принцип и виды специализированного функционального питания для оптимизации функционального состояния человека в условиях Арктики, высокогорья, пустыни, при последствиях экологических катастроф, а также для лиц, осуществляющих профессиональную деятельность в экстремальных условиях.

Ключевые слова: адаптация; дезадаптация; коррекция; функциональное питание; функциональное состояние; экстремальные состояния.

Междисциплинарный научный проект «Фундаментальные основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях: адаптация, дезадаптация, коррекция» является логичным продолжением цикла исследований по проблеме «Физиология экстремальных состояний», проводимых в последние десятилетия XX в. и начале XXI в. в Военно-медицинской академии, Институте медико-биологических проблем РАН, Институте авиационной и космической медицины, Институте промышленной и морской медицины, Институте эволюционной физиологии и биохимии им. Сеченова РАН, Институте Арктики и Антарктики, Институте физиологии высокогорья АН Киргизии и ряде других научных организаций. Конкретизация физиологических [10; 22], биохимических, иммунологических [11], цитогенетических, молекулярно-биологических [29; 30] знаний в интересах решения практических задач в областях авиакосмической [16; 21; 26], глубоководной [10], военной [11] и спортивной медицины [2; 8; 14; 18; 28], медицины экстремальных состояний [6], экологических проблем [4; 9; 25; 27] обоснование новых направлений оценки, прогнозирования [17] и коррекции [1; 4; 5; 7; 12; 13] функциональных состояний человека при экстремальных воздействиях, их доклиническая оценка и апробация в условиях профессиональной деятельности составляет суть представляемого в данной статье междисциплинарного проекта. Руководителем проекта является вице-прези-

дент РАЕН академик В.С. Новиков, координаторами отдельных направлений – члены секции междисциплинарных проблем науки и образования академики РАЕН профессора С.И. Сороко, Е.Б. Шустов, а также профессор В.Н. Каркищенко, директор Научного центра биомедицинских технологий ФМБА России.

Основные направления исследований, реализуемые в рамках междисциплинарного научного проекта «Фундаментальные основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях: адаптация, дезадаптация, коррекция», следующие:

- разработка методов и критериев оценки и прогнозирования переносимости экстремальных климатических воздействий, (горная гипоксия, высокие и низкие температуры, стресс, переутомление, дезадаптации);

- изучение закономерностей адаптации человека в экстремальных природных и профессиональных условиях, сопряженных с повышенным риском для жизни;

- разработка методов специфической и перекрестной (гипоксической и тепловой) экспресс-адаптации к экстремальным воздействиям;

- разработка психофизиологических методов и фармакологических средств повышения переносимости экстремальных воздействий;

- разработка специализированных продуктов функционального питания, направленных на повышение переносимости экстремальных воздействий, интенсивных

нагрузок, неблагоприятных эколого-профессиональных факторов.

Основные результаты проекта в настоящее время реализованы в виде 3 научных монографий [7; 10; 11], 8 патентах на изобретение, 35 научных статьях, 25 схемах применения лекарственных средств по специальным показаниям, 5 методических рекомендациях, 8 модульных продуктах специализированного функционального питания.

Фундаментальной теоретической основой главных результатов проекта является функциональная схема формирования экстремальных состояний, описывающая взаимодействие неблагоприятного фактора (вид, доза) с исходным функциональным состоянием, ключевыми характеристиками которого являются состояние здоровья, уровень адаптируемости, уровень неспецифической резистентности, толерантность к стрессу, адаптационный потенциал, состояние иммунитета, выраженность астении, особенности эндокринной и вегетативной регуляции [3; 10; 11]. В результате такого взаимодействия формируются как специфические, так и неспецифические симптомы экстремального состояния. К числу специфических симптомов относятся гипоксия, гипертермия, гипотермия, укачивание, лучевая реакция и др. К числу неспецифических симптомов экстремальных состояний относятся дефицит функциональных ре-

зервов нейроэндокринной регуляции, энергетический дисбаланс, лабилизация клеточных мембран, нарушение антигенно-структурного гомеостаза. Совокупность сформировавшихся специфических и неспецифических состояний и их обратимость определяют конечное функциональное состояние человека: оптимальное, допустимое, экстремальное, критическое.

В монографии [10] показана возможность прогнозирования переносимости экстремальных воздействий по психологическому профилю человека, статусу иммунной системы, особенностям вегетативной регуляции, результатам проведения гипоксического теста с физической нагрузкой или теста на переносимость физических нагрузок в изолирующем снаряжении, а также по результатам кратковременных неблагоприятных воздействий (температурного или охлаждающего, статокINETического, вибрационного, акустического, электромагнитного и др.).

По результатам исследований, выполненных в рамках направления «Функциональное питание при экстремальных воздействиях», разработаны следующие специализированные модули функционального питания [2; 4; 7; 12; 19; 24]:

- Базовой нутритивной поддержки;
- «Интенсив» – для больших объемов физических нагрузок;
- «Тонус» – для экстренного повышения физической работоспособности;



Разделы монографии [10]:

- Физиология человека при экстремальных природных и техногенных воздействиях как проблема века
- Человек в полярных районах Земли;
- Медико-физиологические проблемы адаптации и выживания в условиях гор;
- Особенности адаптации человека в экстремальных природных и профессиональных условиях с повышенным риском для жизни;
- Резкие колебания гелиогеофизических и метеорологических условий как природные факторы риска развития дезадаптационных состояний;
- Индивидуальная чувствительность человека к воздействию экстремальных факторов среды;
- Прогнозирование устойчивости человека к воздействию экстремальных факторов среды;
- Разработка методов повышения устойчивости человека к экстремальным воздействиям.



Разделы монографии [7]:

- Физиологические механизмы экстремальных воздействий как основа профилактики, коррекции и реабилитации функционального состояния организма;
- Функциональное питание как компонент государственной стратегии повышения уровня здоровья;
- Хелатные комплексы микроэлементов в функциональном питании;
- Влияние экстрактов растений с адаптогенным и нейрогормонизирующим действием на работоспособность и эмоциональный статус организма человека и животных;
- Эргогенное функциональное питание, направленное на повышение физической работоспособности;
- Функциональное питание для повышения переносимости неблагоприятных климато-географических условий;
- Обоснование и разработка видов функционального питания человека при воздействии неблагоприятных экологических факторов внешней среды;
- Модульный принцип разработки современного функционального питания.



Разделы монографии [11]:

- Проблемы адаптации и деадаптации человека;
- Деадаптационные состояния человека, обусловленные профессиональной деятельностью;
- Деадаптационные состояния человека, вызванные стрессом;
- Деадаптационные состояния человека в условиях высокогорья;
- Деадаптационные состояния человека, обусловленные воздействием жаркого климата;
- Деадаптационные состояния человека в условиях полярных зон Земли;
- Направления и методы коррекции деадаптационных состояний;
- Характеристика средств коррекции с векторным механизмом действия;
- Механизмы действия пептидных биорегуляторов при деадаптационных состояниях;
- Предварительная экспресс-адаптация к экстремальным климатическим условиям;
- Оценка эффективности фармакологической коррекции деадаптационных состояний;
- Коррекция деадаптационных состояний пептидными биорегуляторами.

- «Экспедиция – горы»;
- «Экспедиция – пустыня»;
- «Экспедиция – Арктика»;
- «Релакс» – для периода восстановления после интенсивных физических, умственных или эмоциональных нагрузок;
- «Защита» – при воздействии неблагоприятных экологических (физических или химических) факторов.

В монографии [11] представлены современные взгляды на механизмы формирования состояний деадаптации, являющиеся универсальными и не зависящими от вида воздействующего на организм неблагоприятного фактора. Важным является этапное, последовательное протекание процесса, открывающее новые подходы к профилактике и коррекции различных деадаптационных состояний [3; 11].

Этап 1. Воздействие экстремального фактора ведет к формированию стресс-реакции. В случае ее генерализации происходит гиперактивация стресс-реализующих систем организма при слабости стресс-лимитирующих. Формируется начальное нервно-эмоциональное напряжение, тревожность, ажитация, а также дисбаланс медиаторных систем мозга, расширение его зоны на лимбическую систему, ядра среднего мозга, эпифиз, гипоталамус и гипофиз. Происходит рассогласование внутренних ритмов в структурах ЦНС, избыточная сенситизация анализаторов, гиперреактивность высших центров вегетативной и эндокринной регуляции.

Этап 2. Происходит избыточный выброс гормонов гипофиза и надпочечников, что запускает механизм формирования фазы истощения стресс-реакции (дистресс-синдром). Развиваются астено-невротические проявления, нарушения иммунореактивности, трофики тканей, преобладание катаболических процессов. Метаболическими последствиями этого являются повышение потребности тканей в кислороде и субстратах, активация свободнорадикального и перекисного окисления, накопление кетоновых тел, аммиака, тканевых пептидов эндогенной интоксикации. Формируется дефицит функциональных резервов регуляторных систем.

Этап 3. Вследствие лабильности клеточных мембран и активации протеолиза происходит нарушение антигенно-структурного гомеостаза, активация цитокинового каскада, формирование системной воспалительной реакции, метаболического ацидоза. Повышается потребность организма в субстратах пластического и энергетического обмена, антиоксидантной защиты, формируется состояние клеточного энергетического дефицита. Все это ведет к затруднениям адаптивных реакций.

Этап 4. При продолжении воздействия экстремального фактора возникает срыв компенсаторно-приспособительных и адаптивных механизмов. Происходит истощение нейроэндокринной регуляции, выраженная астенизация организма, фор-

мируются вторичные иммунодефицитные состояния, различные транзиторные эндокринопатии. В нервной системе формируется «патологический образ болезни», что ведет к развитию дезадаптационных состояний.

Этап 5. Хронизация процесса, формирование «порочных кругов обратной связи», переход транзиторных дезадаптационных нарушений на стойкий уровень патологических процессов.

Исследованиями последних лет были расшифрованы основные молекулярно-генетические механизмы, лежащие в основе формирования как адаптационных процессов, так и дезадаптационных состояний [11]. К маркерам таких процессов относятся:

- молекулы малой и средней массы – тканевые олигопептиды, которые являются маркерами катаболических процессов и эндогенной интоксикации;
- белки теплового шока, их индукторы и ингибиторы;
- гипоксия-индуцибельный фактор HIF-1 alfa;
- митохондриальные факторы – индукторы апоптоза;
- микроРНК, короткие интерферирующие РНК;
- цитокины, регуляторы каскада цитокин-зависимых киназ и транскрипционных факторов;
- тканеспецифические NO-синтазы и ростковые факторы.

Изучение этих показателей является признаком современного уровня исследований широкого круга проблем, связанных с экстремальными факторами и переносимостью их человеком.

Важным направлением в медицине экстремальных ситуаций является комплексная оценка функционального состояния человека непосредственно в ходе действия на него неблагоприятных факторов. В разработанной в рамках междисциплинарного проекта «Фундаментальные основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях: адаптация, дезадаптация, коррекция» методологии реализована концепция функциональных нормированных шкал, объединяющих в

единый динамический комплекс показатели, характеризующие: статус здоровья, адаптированности, функциональных резервов, уровень неспецифической иммунорезистентности, состояние эмоционально-волевой сферы и уровень мотивации, эффективность вегетативной регуляции, состояние базовых процессов метаболизма, особенности экспрессии генетических маркеров резистентности к экстремальным воздействиям и физической работоспособности [11].

В рамках реализации проекта также были разработаны или модифицированы методики экспресс-адаптации к некоторым экстремальным воздействиям [3; 10; 11; 15; 20; 23]. Их проверка в условиях моделирования или реального воздействия неблагоприятных факторов внешней среды в процессе профессиональной деятельности позволила рекомендовать к широкому внедрению как эффективные следующие: импульсно-прерывистую экспресс-адаптацию человека к условиям высокогорья, экспресс-адаптацию к условиям сухого или влажного жаркого климата, методику неспецифического повышения устойчивости организма человека к неблагоприятным воздействиям путем специализированных физических тренировок.

Анализ обширной литературы по вопросам эффективности фармакологических и нефармакологических средств и методов коррекции функциональных состояний и результатов выполненных в рамках проекта исследований показал, что нефармакологические методы более целесообразно применять в условиях профилактического или реабилитационного корректирующего воздействия при наличии достаточного резерва времени и наличии соответствующего материально-технического обеспечения и подготовленного медицинского или психологического персонала. Фармакологическая коррекция переносимости экстремальных воздействий может оперативно применяться как в условиях упреждающей, текущей или восстановительной коррекции [5; 10; 11; 13; 31]. Естественно, что лекарственные средства, предназначенные для такой кор-

рекции, имеют существенную специализацию. Так, основными направлениями упреждающей фармакологической коррекции могут быть:

- улучшение состояния здоровья у лиц с хроническими заболеваниями как в стадии обострения, так и нестойкой ремиссии – применение лекарственных средств по профилю основного заболевания;

- снижение проявлений стресса и астении – применение лекарственных средств с транквилизирующим, седативным, антидепрессивным, ноотропным и антиастеническим действием, включая средства фитотерапии и биологически активные добавки к пище с соответствующим доказанным действием;

- повышение уровня адаптированности, расширение адаптационного потенциала организма – адаптогены растительного или животного происхождения, нестероидные анаболики – предшественники нуклеотидов пуринового и пиримидинового ряда, актопротекторы – производные тиобензимидазола, регуляторные пептиды-цитомедины;

- повышение неспецифической резистентности организма, улучшение работы системы иммунитета – иммуномодуляторы, растительные стимуляторы иммунитета, биогенные стимуляторы с ноотропным действием;

- профилактика формирования неспецифических синдромов экстремальных состояний, а именно: а) устранение энергетического дисбаланса – энергодающие субстраты, интермедиаты цикла Кребса, антигипоксанты и антиоксиданты, витамины, минералы и микроэлементы; б) устранение дефицита резервов регуляции – гипофизарно-гипоталамические пептиды, рилизинг-гормоны, их предшественники и регуляторы секреции, стресспротекторы, ноотропы с седативным компонентом действия, обратимые ингибиторы холинэстеразы центрального действия, предшественники ацетилхолина, предшественники катехоламинов, адренолитики со слабым центральным действием; в) устранение нарушений антигенно-структурного гомеостаза – цитокиновые препараты, ингибиторы матричных металло-

протеаз, антигистаминные и антибрадикининные средства; г) стабилизация клеточных мембран – омега-кислоты, антиоксиданты, блокаторы кальциевых ионных каналов, глюкокортикоиды в малых дозах.

Направления текущей фармакологической коррекции связаны с купированием специфических синдромов развития экстремального состояния. Для достижения данной цели могут использоваться антигипоксанты, антиоксиданты, психомоторные стимуляторы, нейропротекторы дневные транквилизаторы, атипичные нейролептики в малых дозах, радиопротекторы, средства с фриго- и термопротекторным действием, антикинетозные средства и др.

Направления восстановительной фармакологической коррекции связаны с устранением обратимых проявлений дезадаптации. С этой целью могут применяться различные адаптогены, витамины, микроэлементы, субстраты пластического и энергетического обмена, предшественники медиаторов, биорегуляторные пептиды, иммуностимуляторы, гепатопротекторы, нейропротекторы, снотворные, корректоры десинхронозов, ноотропы с антиастеническим действием, антиоксиданты, ловушки радикалов, кардиотоники, вентоники, ангиопротекторы.

Анализ эффективности различных подходов к фармакологической поддержке профессиональной деятельности различных специалистов в экстремальных условиях позволил сформулировать ее общую методологию, основанную на модульном принципе. Ядром эффективной фармакологической коррекции является базовый комплекс, к которому дополнительно применяются фармакологические средства поддержки конкретного вида деятельности (ноотропы психомоторные стимуляторы, нейропептиды, оптимизаторы нервно-мышечного взаимодействия, актопротекторы) и корректоры специфических синдромов конкретных экстремальных состояний (антигипоксанты, стресспротекторы, термопротекторы, фригопротекторы, противоукачивающие, средства радиационной защиты и пр.).

Базовый комплекс фармакологической коррекции предназначен для профилактики развития и устранения неспецифических симптомов дезадаптации: астении, дефицита функциональных резервов нейроэндокринной регуляции, энергетического дисбаланса, лабильности клеточных и субклеточных мембран, нарушений антигенно-структурного гомеостаза. Его задача – повышение резистентности организма к широкому кругу неблагоприятных воздействий. В состав базового комплекса должны включаться нейропептиды («Семакс», «Селанк», «Рифатируин», «Кортексин», «Даларгин»), антиастенические средства метаболического действия («Ладастен», «Метапрот», «Нооклерил», «Тонибрал», «Энерион», «Яктон»), нестероидный анаболический комплекс (витамины, микроэлементы, предшественники нуклеотидов, аминокислоты) и энергодающие соединения (углеводы, макроэргические предшественники, органические кислоты цикла Кребса).

К числу основных результатов проекта, достигнутых к настоящему времени, можно отнести разработанные и апробированные в модельных и натуральных условиях схемы фармакологической поддержки работоспособности человека в экстремальных условиях различных климатогеографических зон (см. таблицу).

В заключение считаем необходимым привести те направления, по которым планируется дальнейшее развитие междисциплинарного проекта «Фундаментальные основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях: адаптация, дезадаптация, коррекция» на ближайшие годы. К ним относятся:

- изучение клинически значимых экстремальных и дезадаптационных состояний;
- влияние экологических факторов на закономерности формирования дезадаптационных состояний человека;
- адаптация и дезадаптация как фундаментальная основа саногенеза;
- поиск и сравнительная оценка эффективности новых направлений и технологий коррекции экстремальных и дезадаптационных состояний;

Активные субстанции фармакологических рецептов для повышения переносимости экстремальных климато-географических воздействий и сохранения высокого уровня работоспособности

Климато-географическая зона	Фармакологические средства коррекции функционального состояния и работоспособности
Средне- и высокогорье	Дексаметазон Гипоксен + фонтурацетам Метапрот + пирацетам Амтизоласукцинат + пирацетам
Пустыня	Метапрот + пирацетам + вискен + панангин + рибоксин + метионин + глутаминовая кислота
Горно-пустынная местность	Гипоксен + пирацетам
Влажные тропики	Метапрот + вискен + ДОКСА + панангин
Арктика, Антарктика	Локсидан; Ладастен + фонтурацетам; Локсидан + ладастен + фонтурацетам; Метапрот + фонтурацетам Метапрот + локсидан
Акватория (укачивание)	Фенибут + этимизол + фенкарол Метапрот + пантогам + фенибут + локсидан

- применение методологии экстремальных состояний в спорте высших достижений.

ЛИТЕРАТУРА¹

1. *Болотова В.Ц., Шустов Е.Б.* Фармакологическая коррекция когнитивных нарушений: современные взгляды на механизмы действия и перспективы развития группы ноотропных препаратов // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2019. № 1. С. 71–81.

2. *Каркищенко В.Н., Новиков В.С., Шустов Е.Б.* Эргогенное спортивное питание: политика доказанной эффективности // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2017. № 1. С. 15–26.

3. *Новиков В.С.* Фундаментальные основы адаптации и дезадаптации человека при действии экстремальных факторов // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2018. № 2. С. 5–13.

4. *Новиков В.С., Бортновский В.Н.* Физиолого-гигиенические основы функционального питания человека при длительном воздействии ионизирующих излучений // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2016. № 4. С. 81–87.

5. *Новиков В.С., Горанчук В.В., Шустов Е.Б.* Физиологическое обоснование направлений коррекции функций организма в эк-

стремальных условиях // Вестник РАЕН. 2001. № 2. С. 137–146.

6. *Новиков В.С., Дмитриев И.В., Дорошевич А.Е.* Патогенетические механизмы и классификация видов шока // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2021. № 1. С. 17–29.

7. *Новиков В.С., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б.* Функциональное питание человека при экстремальных воздействиях. СПб.: Политехника-принт, 2017. 349 с.

8. *Новиков В.С., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б.* Функциональное питание спортсменов: принципы инновационного конструирования // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2016. № 4. С. 5–15.

9. *Новиков В.С., Сороко С.И.* Современные проблемы экологии // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2017. № 2. С. 15–23.

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

11. *Новиков В.С., Сороко С.И., Шустов Е.Б.* Дезадаптационные состояния человека при экстремальных воздействиях и их коррекция. СПб.: Политехника-принт, 2018. 548 с.

12. *Новиков В.С., Сороко С.И., Шустов Е.Б.* Функциональное питание человека для повышения переносимости экстремальных

¹ Основные научные работы, опубликованные по результатам проекта под эгидой РАЕН.

климатических воздействий // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2017. № 2. С. 106–117.

13. Новиков В.С., Фатеев И.В., Шустов Е.Б. Перспективы и физиологическое обоснование выбора средств коррекции работоспособности человека в экстремальных условиях деятельности // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2020. №1. С. 89–94.

14. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Методология экстремальных состояний как научная основа коррекции функционального состояния спортсменов // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2016. № 1. С.89–96.

15. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Механизмы ускорения адаптации к экстремальным воздействиям // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2005. № 3. С. 15–26.

16. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Проблемы медико-биологического обеспечения перспективных пилотируемых космических полетов // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2012. № 1. С. 10–18.

17. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Прогнозирование переносимости здоровыми людьми экстремальных воздействий // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2004. № 3. С. 11–19.

18. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Пути экстренного восстановления работоспособности человека при утомлении // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2003. № 2. С. 32–44.

19. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Роль минеральных веществ и микроэлементов в сохранении здоровья человека // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2017. № 3. С. 5–16.

20. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Фармакологическая коррекция адаптивных реакций // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2005. № 4. С. 7–32.

21. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Физиологические закономерности формирования синдрома острой послеполетной дезадаптации космонавтов // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2017. № 4. С. 5–18.

22. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Физиологические механизмы адаптации к экстремальным воздействиям // Вестник образова-

ния и развития науки РАЕН. 2005. № 2. С. 14–35.

23. Новиков В.С., Шустов Е.Б., Оковитый С.В. Методология исследований фундаментальных свойств адаптации и адаптогенной активности биологически активных веществ // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2021. № 2. С. 99–114.

24. Новиков В.С., Челнакова Н.Г., Шустов Е.Б. Функциональное питание как элемент управления алиментарным статусом населения России // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2016. № 3. С. 51–61.

25. Сороко С.И. Влияние космогеофизических факторов на живые организмы // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2019. № 2. С. 69–81.

26. Сороко С.И. Особенности реакции испытуемых на стрессовые воздействия в разные периоды длительной изоляции в модели космического корабля // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2018. № 3. С. 57–65.

27. Сороко С.И., Новиков В.С. Концепция развития медико-физиологических исследований в рамках государственной программы комплексных исследований Арктической зоны Российской Федерации // Вестник Российской академии естественных наук. 2015. № 2. С. 7–11.

28. Шустов Е.Б. Общие вопросы методологии спорта высших достижений и его фармакологической коррекции // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2015. № 3. С. 108–114.

29. Шустов Е.Б. От исследований *in vivo* и *in vitro* к методологии *in silico* // Вестник образования и развития науки РАЕН. 2016. № 2. С. 91–96.

30. Шустов Е.Б., Ким А.Е. Перспективные макромолекулярные мишени действия лекарственных средств в сфере психофармакологии // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2021. № 1. С. 120–131.

31. Шустов Е.Б. [и др.]. Патогенетические механизмы повышенной утомляемости и основные направления ее фармакологической коррекции // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2020. № 4. С. 26–40.