

## АКТУАЛЬНАЯ ТЕМА

УДК 574.23

*V.S. Novikov*

### FUNDAMENTALS OF HUMAN ADAPTATION AND DEADAPTATION UNDER EXTREME FACTORS

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

*We consider general biological mechanisms of adaptation to extreme exposure at system and cell levels as well as patterns of formation of deadaptation states in case of their failure. The role of constitutional and individual psychological aspects in applying typical adaptation strategies is demonstrated. We offer the experimental data concerning the role of the opiate system in the process of adaptation to chronic stress. Prospect directions for further study of adaptation and deadaptation under extreme exposure are determined.*

**Keywords:** adaptation; deadaptation; extreme exposure; individual resistance; extreme factors; physiology of extreme exposure.

*В.С. Новиков*

### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ АДАПТАЦИИ И ДЕЗАДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

**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**.

*В статье рассмотрены общебиологические механизмы адаптации к экстремальным воздействиям на системном и клеточном уровнях и закономерности формирования дезадаптационных состояний при их недостаточности. Показана роль конституциональных и индивидуально-психологических особенностей человека в реализации типовых стратегий адаптации. Приведены экспериментальные данные о роли опиатной системы в процессе адаптации к хроническому стрессовому воздействию. Определены перспективные направления дальнейшего изучения процессов адаптации и дезадаптации при экстремальных воздействиях.*

**Ключевые слова:** адаптация; дезадаптация; экстремальные воздействия; индивидуальная резистентность; экстремальные факторы; физиология экстремальных воздействий.

Одним из ключевых понятий, отражающих особенности существования живого организма в изменяющихся условиях среды, является адаптация. Проблема адаптации многогранна и комплексна, с ней связано понимание многих вопросов здоровья и патологии человека, решение

важных проблем медицины труда. В общебиологическом смысле явление адаптации заключается в диалектическом взаимодействии организма с внешней средой, которым обеспечивается стабильность и в то же время адаптивность живых систем за счет гено- и фенотипически

обусловленной нормы реакции.

Становлению доминирующих тенденций в учении об адаптации способствовало развитие общей и эволюционной физиологии, физиологии труда, подводной и космической физиологии, полярной медицины, других направлений физиологии и медицины. Общей фундаментальной проблемой для всех этих направлений является проблема единства организма и среды, а главной задачей практического приложения – использование закономерностей и процессов приспособления к факторам среды с целью ослабления и предотвращения ее отрицательного воздействия на организм [27].

При трактовке понятия «адаптация» необходимо подчеркнуть, о какой стороне этого явления идет речь, ибо термин «адаптация» используется для обозначения, во-первых, процесса приспособления к новой среде, во-вторых, равновесия (относительного соответствия), которое устанавливается между организмом и средой, в-третьих, результата эволюционного процесса [32]. Адаптация как процесс – одна из фундаментальных биологических закономерностей. Она осуществляется за счет усиления активности отдельных элементов функциональной системы (процесс актуализации) и включения в состав функциональной системы новых элементов (процесс мобилизации). Для процесса адаптации характерны два важнейших свойства: непрерывность течения и периодичность процессов, лежащих в его основе. Не менее важное значение имеет способность организма поддерживать определенный уровень устойчивости к действию разнообразных по своей природе факторов, которая определяется неспецифической резистентностью организма. В качестве своего результата адаптация имеет повышение или снижение устойчивости к адаптирующему фактору (факторам), сопровождающееся расширением или сужением диапазона защитно-приспособительных возможностей организма. Но во всех случаях адаптация – относительное соответствие живых систем с условиями их обитания (жизнедеятельности для человека).

При изучении теоретических основ адаптации и перспектив использования ее закономерностей в интересах практической медицины в качестве главных направлений учения об адаптации рассматривают определение динамической структуры, исследование физиологии экстремальных воздействий и физиолого-экологических аспектов, а также механизмов, лежащих в основе адаптации. В целом любой фактор (доза, интенсивность, время или градиент изменения мощности) при воздействии которого превышает определенная критическая величина, может выступать в качестве экстремального. С точки зрения системного подхода понятие «экстремальный фактор» является фундаментальным, т.е. экстремальность определяется только в процессе взаимодействия конкретного индивида и конкретного фактора среды [25]. В субэкстремальных условиях формируется устойчивая адаптация. В экстремальных условиях имеет место относительно устойчивая адаптация на определенный срок, по истечению которого развиваются явления дезадаптации. При сверхэкстремальных условиях, характерных, как правило, для аварий и катастроф, адаптация невозможна. В этом случае реализуются лишь компенсаторные механизмы и нормы реакций, выработанные в процессе адаптиогенеза.

При приспособлении человека к внешней среде и особенностям деятельности неспецифические компоненты адаптации служат отражением общих физиологических закономерностей [38; 39]. Их динамика может быть критерием эффективности адаптации. Вместе с тем, при рассмотрении теории адаптации было обосновано, что для всесторонней трактовки приспособления человека к условиям существования необходимо учитывать все компоненты адаптации – регуляторный, энергетический, пластический и неспецифический. Представления же, развиваемые, например, Г. Селье [40] в теории об общем адаптационном синдроме, в основе которого, по автору, лежат главным образом изменения гуморальной (гормональной) регуляции функций организма, или Ф.З. Меерсоном [19] о том, что осно-

ву адаптации составляет по преимуществу изменение синтеза нуклеиновых кислот и белков, должны быть признаны односторонними, касающимися лишь одного из фрагментов единой нейрогуморальной регуляции функций организма или пластического компонента адаптации. Эти концепции должны восприниматься критически, так как они не отражают во всей полноте всеобъемлющего жизненного явления – приспособления организма к условиям существования.

Единство и многогранность процессов адаптации, обеспечивающих приспособление организма к окружающей среде, обуславливает взаимодействие регуляторных, пластических, энергетических и неспецифических компонентов адаптации [18; 29; 38]. При этом эффект неспецифических адаптационных изменений нередко отождествляется с механизмом общей адаптации, поскольку принцип мобилизации защитных приспособлений служит основным условием сохранения нормального уровня жизненно важных констант.

Исследования закономерностей и механизмов адаптации человека к различным экстремальным воздействиям являются для Военно-медицинской академии традиционными и по ряду направлений приоритетными. К их числу могут быть отнесены установленные основные механизмы и закономерности изменений при гипоксии [1; 8; 25; 29; 34; 35; 36], радикальных ускорений [5; 14; 37], укачивании [6; 15; 44], гипербарии и гиперкапнии [7; 10; 43], адаптации к трудовой деятельности [11; 13; 18; 23; 26; 33; 45], условиям Арктики и Антарктики [9; 29; 38].

Согласно современным представлениям о механизмах адаптации можно полагать, что ее неспецифические компоненты базируются на индивидуальной резистентности организма. Начальный этап адаптационной реакции, развивающийся непосредственно после начала действия раздражителя, реализуется на основе ранее сформировавшихся физиологических механизмов [20; 25; 38; 41; 42]. При этом происходит возбуждение эмоциогенных структур центральной нервной системы [12; 18; 23], которые на начальном этапе

адаптации могут вызывать мобилизацию энергетических ресурсов и повышение неспецифической резистентности организма.

При действии на организм сильных, чрезвычайных раздражителей, вызывающих комплекс стресс-реакции, в центральной нервной системе первоначально развивается реакция возбуждения, сменяющаяся затем запредельным торможением – крайней мерой защиты организма от действия стрессоров. При адаптации к повторным стрессорным воздействиям быстро возрастает активность адренэргической и гипофизарно-адреналовой систем, включающих увеличение синтеза тирозингидроксилазы в надпочечниках и в нервных центрах. Тем самым увеличивается мощность стресс-реализующей адренэргической системы. Одновременно с этим повышается резистентность организма. Повышение резистентности осуществляется, во-первых, за счет активации нейроэндокринных стресс-лимитирующих систем: опиоидэргической, ГАМК-эргической, холинэргической, серотонинэргической и др. Во-вторых, на клеточном уровне, наряду с активацией локальных стресс-лимитирующих систем (антиоксидантной, простагландиновой, аденозиновой), возрастает экспрессия генов, кодирующих синтез короткоживущих белков резистентности массой 5-100 кДа, в частности, HSP70 – белков «теплового шока» [16].

В настоящее время именно со стресс-белками связывают адаптационную стабилизацию клеточных структур, которая проявляется ограничением липолиза и перекисного окисления липидов, защитой митохондриальных и ядерных мембран, саркоплазматического ретикулума, лизосом [2; 16; 17]. В функцию белков теплового шока входит:

1. неспецифическая стабилизация внутриклеточных структур;
2. влияние на кинетические характеристики некоторых ферментов, особенно митохондриальных, при отсутствии собственной ферментативной активности;
3. предохранение ферментных молекул от разрушения, усиливающегося во

время любого неблагоприятного воздействия путем неспецифического протеолиза;

4. неспецифическая стабилизация структуры ДНК и матричных РНК, предохраняющая их от действия ДНКаз, РНКаз и ядерных протеаз, активность которых возрастает в стрессовых ситуациях.

Именно белки теплового шока обеспечивают перекрестное повышение устойчивости клеток к неблагоприятным воздействиям (кросс-толерантность), то есть, синтезируя их в ответ на один повреждающий фактор, клетки приобретают устойчивость и к другим стрессовым факторам. К числу факторов транскрипции, регуляция активации которых связана с белками теплового шока (HSP90), относится и индуцируемый гипоксией фактор ИГФ-1 (Hypoxia inducible factor 1, HIF-1). При снижении содержания кислорода он активирует транскрипцию генов, кодирующих синтез эритропоэтина, эндотелиального фактора сосудистого роста, ферментов гликолиза, и других генов, связанных с увеличением транспорта и усвоения кислорода, а также метаболическую адаптацию к его недостатку.

Очевидно, что величина реакции первичного ответа зависит как от характеристики раздражителя, так и от параметров, связанных с состоянием организма, и в первую очередь, от регулирующих структур центральной нервной системы, составляющих аппарат гомеостатической регуляции. Развитие в процессе эволюции регуляторных систем привело к увеличению диапазона приспособляемости без коренной морфологической и биохимической перестройки тканей, адаптации за счет физиологических механизмов и биологических приспособлений для ослабления воздействия среды. По-видимому, основная нагрузка на регуляторные механизмы происходит в начальные этапы процесса адаптации. Причем именно резервы регуляции, их надежность, устойчивость и предел возможностей являются лимитирующим звеном физиологических процессов при адаптации.

Непривычные факторы среды обуславливают формирование в высших регуляторных центрах не только опере-

жающей стратегии поведения [3], но и оценку вероятных морфофункциональных и энергетических изменений в организме. Именно последнее и является важным фактором в выборе дальнейшей динамики адаптации биосистемы, которая таким способом с опережением отражает не только возможные варианты поведенческих реакций, но и вероятную меру морфофункциональной «платы» за их реализацию. Постоянное сопоставление этих двух прогнозируемых программ определяет оптимальный выбор адаптационного поведения организма.

Разумеется, не все люди могут одинаково быстро и успешно адаптироваться к одним и тем же условиям среды. В этом огромную роль играют пол, возраст, тип нервной системы, состояние здоровья, физическая тренированность, эмоциональная устойчивость [4]. В каждой популяции людей можно выделить разнообразные конституциональные типы, отличающиеся друг от друга особенностями адаптации к новым условиям. Особенно отчетливо отличаются друг от друга типы «стайер» и «спринтер». Организм стайера довольно слабо приспособлен к выдерживанию мощных кратковременных нагрузок, однако после относительно короткой перестройки он способен переносить длительное равномерное воздействие экологических факторов в неадекватных условиях. Тип «спринтер» может осуществлять мощные физиологические реакции в ответ на сильные, но непродолжительные воздействия экстремальных экологических условий. Длительное действие неблагоприятных факторов даже относительно небольшой интенсивности переносятся спринтерами плохо. Наряду с этими крайними типами существует промежуточный вариант – «микст», характеризующийся средними адаптационными способностями. Спринтер оказывается более легко адаптирующимся в экстремальных экологических ситуациях в течение первого года после попадания в соответствующие условия. Особенности стайеров менее выигрышные в условиях акклиматизации, но по истечении указанного срока их состояние значительно улучшается. Именно

стайеры составляют основную массу населения в экстремальных зонах обитания.

Рассмотрение типологических особенностей защитных реакций организма у людей с различными соматотипическими признаками в процессе адаптации выявило существенные различия [21]. У людей с высокими соматотипическими признаками они проявляются преимущественно в удовлетворительном течении адаптации. Для лиц со средними соматотипическими признаками характерно примерно равномерное распределение адаптивных и дезадаптивных состояний. Процесс адаптации у людей с низкими соматотипическими показателями сопровождался преимущественно развитием состояний дезадаптации. Удовлетворительное течение адаптации регистрировалось у них только в 17% случаев, а неудовлетворительное течение и срыв адаптации – в 68% случаев (табл. 1).

Знание конституциональных особенностей и адаптационных возможностей людей имеет большое значение для осуществления мероприятий по регулированию систем жизнеобеспечения и отбору специалистов для деятельности в сложных экосистемах и в регионы с экстремальными экологическими условиями. Однако далеко не всегда удается прогнозировать способность данного конкретного индивидуума адаптироваться к тем или иным экстремальным условиям среды. В связи с этим при организации труда и быта людей в экстремальных условиях не следует рассчитывать исключительно на адаптационные возможности человеческого организма. Основное внимание должно быть уделено преобразованию среды в интересах физических и социальных потребностей людей.

Высокая пластичность и скорость

развития адаптивных процессов были бы невозможны без системы взаимодействия биоритмов клеток, органов, систем и организма в целом. В ответ на воздействие экстремального фактора происходит жесткая синхронизация различных процессов, что позволяет организму за короткое время мобилизовать и обеспечить использование необходимых срочных компенсаторных реакций. Однако это резко снижает количество степеней свободы системы и делает организм менее приспособленным к дальнейшим изменениям среды. В периоде срочной адаптации отмечаются нарушения амплитуд суточных циклов, повышение мезора и смещение акрофаз, появление 12-часовых ультрадианных составляющих в ритмах функций, зависящих от нейроэндокринной регуляции. В связи с этим протекание адаптационных процессов на фоне развившегося десинхроноза при смене часовых поясов, условиях полярной ночи, автономного плавания, космического полета происходит более напряженно и с меньшей эффективностью [26].

Важнейшей чертой начального этапа адаптации при экстремальном воздействии является то, что деятельность организма протекает на пределе его физиологических возможностей, при почти полной мобилизации функциональных резервов. При этом в ЦНС первоначально развивается реакция возбуждения, сменяющаяся затем запредельным торможением – крайней мерой защиты, поскольку рост возбуждения, адекватный интенсивности раздражителя, мог бы привести организм к гибели. При адаптации к повторным стрессорным воздействиям в надпочечниках и нервных центрах быстро возрастает активность ключевого фермента синтеза

Таблица 1

**Структура вариантов течения адаптации у людей с различными соматотипическими признаками (частота встречаемости, %)**

Вариант адаптации	Соматотипические признаки		
	Высокие	Средние	Низкие
Удовлетворительное течение	50	33	17
Напряжение	7	15	15
Неудовлетворительное течение	33	39	43
Срыв адаптации	10	13	25

катехоламинов – тирозингидроксилазы. Тем самым увеличивается мощность стресс-реализующей адренергической системы.

Переход от срочного этапа к долговременному представляет собой главный момент адаптационного процесса. Ключевая роль в этом процессе принадлежит стресс-лимитирующим системам, снижающим интенсивность расходования энергетических и субстратных резервов и обеспечивающим перевод энергетического обмена на более экономные и адекватные воздействию пути (генерация новых митохондрий с большей активностью, увеличение роли НАД-зависимых путей окисления, более эффективная работа дыхательной цепи при снижении интенсивности окислительных процессов), повышение эффективности систем транспорта кислорода.

Долговременные механизмы адаптации всегда сопряжены с переходом организма на новый уровень гомеостатического регулирования. Ведущими на этом этапе являются регуляторные, пластические и энергетические механизмы адаптации. Ключевым звеном механизма фенотипической адаптации в этот период является существующая в клетках взаимосвязь между функцией и генетическим аппаратом. Через эту взаимосвязь функциональная нагрузка, вызванная действием факторов среды, приводит к увеличению в клетке синтеза нуклеиновых кислот и белков и, как следствие, формированию новой системы гомеостатической регуляции. При этом растет восприятие каждой клеткой управляющих сигналов, увеличивается ионный транспорт и энергообеспечение организма в целом.

Необходимо учитывать, что влияние факторов внешней среды и действия эндогенных стимулов реакций организма могут выступать как этиологические факторы формирующихся патологических процессов. Условия формирования болезни – это влияние на организм факторов внешней среды или эндогенных стимулов его реакций, которые, меняя реактивность в пределах фенотипических рамок, снижают или повышают резистентность [23;

30]. При этом патологическая реакция организма в ответ на воздействие, вызывающее нарушение регуляции и повреждения функциональных систем обуславливает дефицит полезных приспособительных результатов функциональных систем или ограничивает диапазон их адаптивных изменений [25]. Результатом неблагоприятного взаимодействия организма с этиологическим фактором может быть развитие дезадаптационных состояний, нарушения гомеостаза, дефицит энергии и массы в системах регуляции и исполнительных аппаратах.

Функциональной основой развития дезадаптационных состояний является нарушение реактивности и резистентности организма. На всех этапах процесса адаптации существуют защитно-приспособительные механизмы, проявляющиеся в виде нормальных физиологических реакций, адаптационных изменений, патофизиологических процессов. В случае перенапряжения систем регуляции происходит срыв адаптации с неадекватным изменением уровня функционирования основных систем организма, ведущих к развитию дезадаптационных состояний.

Исходя из общебиологических представлений о переходе от физиологической нормы к состоянию предболезни и болезни через несколько стадий, можно полагать, что при длительно сохраняющихся признаках напряжения гомеостатических систем организма развиваются состояния, пограничные с нормой, а при чрезмерном напряжении адаптационных механизмов и истощении защитно-приспособительных возможностей – развитие дезадаптационных состояний (экстремального, стрессового, критического).

Чрезмерное по своей напряженности течение адаптации к определенному фактору имеет, как минимум, две грани. Первая – функциональное истощение основной адаптационной системы, вторая – снижение функционального резерва других систем, непосредственно не участвующих в процессе адаптации. Так, у зимовщиков, длительно находящихся на полярных станциях, нередко выявляются признаки утомления и истощения нервной

системы, сопровождающиеся ухудшением памяти, снижением надежности работы, увеличением продолжительности скрытого периода двигательной реакции [29; 41].

Длительное непрерывное (или прерывистое) воздействие неблагоприятных факторов внешней среды, особенно у ослабленных различными заболеваниями лиц, может приводить к истощению физиологических резервов и нарушению взаимодействия нейрогормональных и метаболических механизмов адаптации. Фаза дезадаптации характеризуется в начале теми же изменениями, которые наблюдаются в фазе начальной адаптации. Чаще всего дезадаптация возникает в тех случаях, когда функциональная активность в новых условиях чрезмерна, стресс-лимитирующие системы истощены реакциями компенсации или действие факторов усиливается, и они по силе приближаются к экстремальным.

Важное значение имеет работа стресс-лимитирующих систем мозга, особенно – опиатной, которая связывает в единое целое поведенческую картину реакции на стресс с вегетативной, эндокринной и иммунной системами регуляции. Установлено [31], что течение хронического стресса и посттравматических нарушений в организме сопровождалось активацией эндогенной опиоидной системы (табл. 2).

Введение лабораторным животным в ликвор (в *cysterna magna*) спинномозговой жидкости человека, находящегося в усло-

виях хронического стресса, вызывало у животных-реципиентов снижение количества поведенческих актов при увеличении доли компонентов защитных реакций, что свидетельствует о повышении уровня тревожности с выраженными элементами защиты, развитии состояния, аналогичного страху, тревоге. Введение животным спинномозговой жидкости раненых с взрывной травмой средней тяжести сопровождалось повышением вероятности агрессивных реакций, а при легкой и тяжелой степени – ее снижением.

Подводя итоги вышесказанному, можно констатировать, что на современном этапе развития науки возникает необходимость исследовать механизмы, которые обуславливают в одних случаях кумуляцию неблагоприятных эффектов, ведущих к развитию дезадаптационного состояния, а в других – компенсацию и адаптацию. При действии экстремальных факторов возникает суперпозиция специфических (отражающих особенности конкретного экстремального воздействия) и неспецифических (универсальных) механизмов, взаимодействие которых базируется на присущих человеку конкретных особенностей его состояния здоровья, уровня адаптируемости, стресс-устойчивости, резистентности к воздействию. К числу ведущих неспецифических патогенетических механизмов формирования дезадаптационных состояний при экстремальных воздействиях относятся дефицит

Таблица 2

**Содержание β-эндорфина и мет-энкефалина в спинномозговой жидкости военнослужащих при боевом стрессе и взрывной травме (M ± m)**

Группа обследованных лиц	β-эндорфин (пг/мл)	мет-энкефалин (пг/мл)
Контроль (практически здоровые люди)	77,0 ± 4,5	163,0 ± 13,4
Горно-пустынная местность + боевой стресс	168,0 ± 21,0 *	306,0 ± 25,6 *
Горно-пустынная местность + боевой стресс + взрывная травма легкой степени тяжести	278,0 ± 15,3 *	472,0 ± 17,7 *
Горно-пустынная местность + боевой стресс + взрывная травма средней степени тяжести	292,0 ± 16,0 *	368,0 ± 18,0
Горно-пустынная местность + боевой стресс + тяжелая взрывная травма	283,0 ± 19,0 *	488,0 ± 21,0 *

Примечание: \* - отличия от значений в контроле достоверны, p<0,05

функциональных нейроэндокринных резервов, энергетический дисбаланс с нарастанием проявлений анаэробного катаболизма, прогрессирующие изменения в системе антигенно-структурного гомеостаза, активация процесса ПОЛ и истощения потенциала АОС с лабилизацией клеточных мембран.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Альбицкий П.М.* О влиянии кислородного голодания на азотистый обмен веществ в животном организме: дис. ... д-ра медицины. СПб., 1884. 119 с.
2. *Андреева Л.И., Бойкова А.А., Шабанов П.Д.* Белки стресса (белки теплового шока). Методические подходы к изучению и применению: метод. рекомендации. СПб.: ВМедА, 2002. 24 с.
3. *Анохин П.К.* Системные механизмы высшей нервной деятельности. М., 1979. 453 с.
4. *Борискин В.В.* Жизнь человека в Арктике и Антарктике. Л.: Медицина, 1973. 199 с.
5. *Бресткин М.П., Комендантов Г.Л., Лаврентьев В.И. [и др.]*. Первый опыт физиолого-гигиенического обоснования катапультирования летчиков в СССР. Л., 1962. 184 с.
6. *Воячек В.И.* О происхождении морской болезни / Военная оториноларингология. Л., 1946. С. 48–64.
7. *Граменицкий П.М.* Декомпрессионные расстройства. М.: Наука, 1974. 349 с.
8. *Гурвич Г.И.* О приспособительных реакциях в условиях кислородной недостаточности: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1961. 37 с.
9. *Деряпа Н.Р.* Природа Антарктиды и акклиматизация человека. М. – Л.: Наука, 1965. 165 с.
10. *Жиронкин А.Г.* Кислород. Физиологическое и токсическое действие. Л.: Наука, 1972. 172 с.
11. *Загрядский В.П.* Военный труд и энергетика организма. Л.: Воениздат, 1969. 121 с.
12. *Ильюченко Р.Ю.* Память и адаптация. Новосибирск: Наука, 1979. 172 с.
13. *Карпищенко А.И.* Физиолого-биохимические механизмы предварительной и ускоренной адаптации к сухому жаркому климату и горно-пустынной местности: дис. ... д-ра мед. наук. СПб. 1995. 382 с.
14. *Комендантов Г.Л.* Проблема ускорения в авиационной медицине. М., 1989. 271 с.
15. *Копанев В.И.* Проблема статокINETической устойчивости человека в авиационной и космической медицине: дис. ... д-ра мед. наук. М., 1969. 596 с.
16. *Кузнецов В.И., Малышев И.Ю., Меерсон Ф.З.* Роль стресс-лимитирующих систем и феномена адаптивной стабилизации структур в адаптационной защите организма / Эколого-физиологические проблемы адаптации. М., 1994. С. 139–140.
17. *Малышев И.Ю.* Стресс-белки в биологии и медицине. М.: ГЕОТАР-Медиа, 2012. 176 с.
18. *Медведев В.И.* Устойчивость физиологических и психических функций человека при действии экстремальных факторов. Л.: Наука, 1982. 103 с.
19. *Меерсон Ф.З.* Адаптация, стресс и профилактика. М.: Наука, 1981. 278 с.
20. *Миррахимов М.М., Васильев Н.В., Коляда Т.И.* О механизмах адаптационного процесса / Иммунный гомеостаз в экстремальных природных условиях. Фрунзе: Ылым, 1985. С. 6–39.
21. *Новиков В.С.* Типологические закономерности защитных реакций в условиях хронофизиологического напряжения // Физиология человека. 1991. Т. 17. № 33. С. 133–136.
22. *Новиков В.С.* Проблема адаптации в авиационной и космической медицине. СПб., 1992. 60 с.
23. *Новиков В.С.* Иммунофизиологические механизмы адаптации к экстремальным воздействиям // Физиология человека. 1996. Т. 22. № 32. С. 25–34.
24. *Новиков В.С., Горанчук В.В.* Психофизиологическая характеристика и коррекция экстремальных состояний информационно-семантического генеза // Воен.-мед. журнал. 1994. № 9. С. 53–58.
25. *Новиков В.С., Горанчук В.В., Шустов Е.Б.* Физиология экстремальных состояний. СПб.: Наука, 1998. 247 с.



26. Новиков В.С., Деряпа Н.Р. Биоритмы, космос, труд. СПб.: Наука. 1992. 256 с.
27. Новиков В.С., Сапов И.А. Элементы экологической физиологии человека / Регуляция висцеральных функций. Закономерности и механизмы. Л.: Наука, 1987. С. 169.
28. Новиков В.С., Смирнов В.С. Иммунофизиология экстремальных состояний. СПб.: Наука, 1995. 172 с.
29. Новиков В.С., Сороко С.И. Физиологические основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях. СПб.: Политехника-принт, 2017. 476 с.
30. Новиков В.С., Шанин В.Ю., Козлов К.Л. Общая патофизиология. СПб.: Профессора медицинских академий, 2000. 288 с.
31. Новиков В.С., Шанин В.Ю., Цыган В.Н. [и др.]. Поведенческие и нейропептидные компоненты эмоционально-стрессорных реакций при травмах в экстремальных условиях // Клиническая медицина и патофизиология. 1995. № 1. С. 39–43.
32. Новиков В.С., Шустов Е.Б. Физиологические механизмы адаптации к экстремальным воздействиям // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2005. № 2. С. 14–35.
33. Новиков В.С., Шустов Е.Б., Горанчук В.В. Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. СПб.: Наука, 1998. 544 с.
34. Орбели Л.А. Нервная система при пониженном давлении // Сов. наука. 1940. № 10. С. 66.
35. Пакутин В.В. Лекции по общей патологии (патологической физиологии). Ч. 2. Патология систем тела. СПб., 1881. 116 с.
36. Петров И.Р. Кислородное голодание головного мозга (Экспериментальные материалы). Л.: Медгиз, 1949. 210 с.
37. Савин Б.М. Гипервесомость и функции центральной нервной системы. Л.: Наука, 1970. 208 с.
38. Сапов И.А., Новиков В.С. Неспецифические механизмы адаптации человека. Л.: Наука, 1984. 146 с.
39. Сапов И.А., Новиков В.С. Теоретические основы адаптации // Физиолог. журн. СССР им И.М. Сеченова. 1986. Т. 72. № 1. С. 78–82.
40. Селье Г. Очерки об адапционном синдроме / пер. с англ. М.: Медицина, 1960. 254 с.
41. Сороко С.И. Нейрофизиологические механизмы индивидуальной адаптации человека в Антарктиде. Л.: Наука, 1984. 152 с.
42. Сороко С.И. Значение стресс-реакции в интегративном ответе организма человека на острое гипоксическое воздействие // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. 2016. № 4. С. 88–95.
43. Сулимо-Самуйло З.К. Гиперкапния и гипокапния / Экологическая физиология человека. Адаптация человека к экстремальным условиям среды. М.: Наука, 1979. С. 454.
44. Хиллов К.Л. Кора головного мозга в функции вестибулярного анализатора. М.: Медгиз, 1952. 84 с.
45. Яковлев Г.М., Новиков В.С., Хавинсон В.Х. Резистентность, стресс, регуляция. Л.: Наука, 1990. 238 с.