

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени
Патриса Лумумбы»

На правах рукописи

БАШКИРЕВА АНАСТАСИЯ ВИКТОРОВНА

**ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
АДАПТАЦИИ ПО УЛЬТРАДИАННЫМ РИТМАМ У ЧЕЛОВЕКА
В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

1.5.15. Экология

1.5.5. Физиология человека и животных

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

доктора биологических наук

Научные консультанты:

доктор медицинских наук, профессор

Северин Александр Евгеньевич

доктор медицинских наук, профессор,

Чибисов Сергей Михайлович

Москва – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. Хронобиологические исследования экологической адаптации человека в экстремальных условиях Арктики и широт Крайнего Севера.....	5
1.1.Значение комплексных исследований здоровья человека в изменяющемся мире	245
1.2. Социально-экологическая адаптация как критерий безопасности здоровья этнических сообществ в условиях климатического планирования.	30
1.3. О дефинициях: «экологическая адаптация» и «биологические ритмы».....	34
1.3.1. Ультрадианные ритмы в оценке здоровья человека	50
1.3.2. Исследование экологических аспектов циркадианного ритма	53
1.4. Хронобиологический потенциал трудовых ресурсов в экстремальных условиях экологической инфраструктуры	60
1.4.1. Экологические проблемы развития Арктики.....	61
1.4.2. Хронобиологические исследования адаптационных возможностей трудовых ресурсов в экологических условиях высоких широт.....	65
1.5. Направления исследований психофизиологического статуса человеческого капитала в экологических условиях Арктики	78
1.6. Характеристика современных инфраструктур	83
1.7. Использование информационных технологий в оценке экологической справедливости и управления экологизацией.....	91
Глава 2. Методология и объемы исследований	98
2.1. Методы изучения функционального состояния организма человека	98
2.2. Вариабельность сердечного ритма в диагностике индивидуального здоровья.....	104
2.3. Основные понятия и показатели биологических ритмов	109
Глава 3. Обоснование формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у человека в экстремальных условиях Арктики	117

3.1. Формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у участников высотного десантирования (10 км) в экстремальные условия Арктики (арктические острова)	117
3.1.1. Биоритмологические показатели участников десантирования в учебно-тренировочный период на территории Центральной России	11920
3.1.2. Формирование экологической адаптации по ультрадианным ритмам у участников десантирования на арктические острова с учётом трансширотного перелёта.....	134
3.2. Ультрадианные ритмы по показателям ВСР у авиационного персонала.....	146
3.3. Сравнительная оценка биоритмологических показателей по ультрадианным ритмам у представителей этнических групп для осуществления технического обеспечения на судах в условиях длительных арктических морских грузоперевозок.....	150
3.3.1. Сравнительная оценка экологической адаптации по ультрадианным ритмам у инженерно-технического персонала производственных инфраструктур	156
3.3.2. Сравнительная оценка биоритмологических показателей по ультрадианным ритмам у рабочих геоинжиниринга, осуществляющих работы по техническому обеспечению критических инфраструктур в северных широтах	168
Выводы.....	178
Заключение	181
Практические рекомендации	184
Список сокращений	190
Список используемой литературы	192

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Жизнь и деятельность человека в современном обществе неразрывно связана с периодическим или длительным влиянием таких неблагоприятных факторов или ситуаций как производственные, экологические (природные, техногенные и социальные), экономические и другие, на которые организм отвечает адаптационными реакциями и адаптацией. Современный человек, осваивая такие труднодоступные территории как Арктика, Антарктика формирует экологическую инфраструктуру, поддерживает её устойчивость, своевременно осуществляет техническое обслуживание для предупреждения техногенных катастроф. Устойчивая экологическая инфраструктура обеспечивает экологическую безопасность и поддерживается специалистами разных профессий (Тетиор А.Н., 2009). Проникновение хозяйственной деятельности человека в экстремальные условия окружающей среды предусматривает необходимость изучения реакции человеческого организма на их воздействие как самоорганизующейся системы, стремящейся сохранить состояние гомеостаза, что обуславливает значимость устойчивого развития. В правительственных документах о Стратегии развития Арктической зоны РФ до 2035 года к одним из приоритетных направлений относятся устойчивость развития, сохранение здоровья и благополучие людей. Политика устойчивого развития предполагает обеспечение целостности биологических и физических систем и заботу о природных ресурсах Земли, включая человеческий капитал, здравоохранение и образование (Агаджанян Н.А., Марычев А.Г., Бобков Г.А., 1999; Heal, G., 2009; Holmes, K.P., 2015). В экологических исследованиях устойчивое развитие определяется принципом координации «человек и окружающая среда» (Осипов В.И., 2019), а суть концепции устойчивого развития заключается в том, что влияет на одного, влияет на всех (Commoner В. 1971-2002). Исследование эколого-физиологических механизмов адаптации к новым местам обитания требует научно обоснованных подходов к коррекции тех нарушений приспособленности, которые возникают

в суровых условиях для жизни человека (Вернадский В.И., 2001; Грачев Н.В., 2003; Гамбурцев А.Г. и др., 2004; Наточин Ю.В., 2004; 2021; Сапрыкина Н.А., 2021; Гудков А.Б., 2022 и др.). Реакция живой системы на воздействие экологических факторов (абиотические, биотические, антропогенные) или их комплекс является экологической адаптацией (Колпаков В.В., Губин Г.Д., Хрущев В.Л., 1984; Kalafatakis K., 2018 и др.). Экологическая адаптация рассматривается как наследственно и врожденно обусловленная реакция организма на воздействия экзо- и эндогенных факторов среды обитания, обеспечивающая жизнедеятельность живой системы (Gitlin Laura N., 2009; Wiley R.H., 2009; Наймушина А.Г., 2010; Кузнецов Л.М., 2018; Boyer S., Hérissant L., Sherlock G., 2021 и др.). Изучение влияния на организм человека временных вариаций состояния объектов окружающей среды, а также установление корреляционных и причинно-следственных связей между средой обитания и реакцией на эти воздействия является важным направлением в области экологических исследований. Специалисты, работающие в экстремальных условиях и ситуациях, испытывают различный уровень напряженности труда, воздействующий на системные риски и возможные заболевания (Aven T., Renn O., 2010; Schweizer P.J., 2019; Urlainis A., Ornai D. и др., 2022). Профессиональная деятельность человека сопряжена с различными условиями окружающей среды и особое значение приобретает забота о профессиональном здоровье человека. Профессиональное здоровье рассматривается как способность организма человека сохранять компенсаторно-защитные свойства, обусловленная эффективностью трудовой деятельности (В.А. Пономаренко, А.Н. Разумов, 1997). Психическое и психологическое стрессовое состояние людей сопровождаются различными вегетативными изменениями, и может вызывать особые реакции в области высшей нервной деятельности (Павлов И.П., 1973). С позиции системного и комплексного подходов здоровье трудовых ресурсов – это процесс сохранения и развития регуляторных систем организма, физического, психического, психологического, эмоционального благополучия,

обеспечивающего надёжность профессиональной деятельности и профессиональное долголетие (Анохин П.К., 1968; Смирнов В.М., Медведев М.А. в соавт, 2004, 2013; Чижов в соавт., 2005; Wardle J., Steel A., 2015; Бобровницкий И.П., в соавт., 2021; Mukhopadhyay S., Holla B., 2022 и др.). Н. А. Агаджанян отмечал, что люди обладают целым комплексом индивидуальных биологических и социальных характеристик, отсутствие гармонии между ними, характером выполняемой работы и окружающими условиями (в том числе социальными) рано или поздно скажется как на функциональном состоянии организма, так и на качестве выполняемой работы (2009). Биоритмологические исследования приобретают особую значимость в экстремальных условиях социальной жизни и профессиональной деятельности. В интересах эффективного выполнения производственных задач разновозрастными трудовыми ресурсами, необходимо осуществлять мониторинг здоровья, направленный на поддержание безопасной жизнедеятельности и прогнозирование патологических состояний. Многими исследователями показано, что совокупность случайных причин создает видимость ритмических изменений и может приводить к регулярному чередованию подъёма и спада состояния функциональных систем организма (Хрисанфова Е.Н., 1990; Stefanaidas C., 2000; Брайт Д., 2003; Stauss H.M., 2003; Halberg F., 2005; Benca R., Duncan M.J. с соавт., 2009; Smolensky M.H., 2019; Rapoport S.I., Chibisov S.M., 2007-2019, 2022 и др.). Организм всегда подвергается воздействию факторов различной природы. Это воздействие модифицируется от одного фактора к другому, что затрудняет определение их роли и степени биотропизма (Катинас Г.С., Чибисов С.М., Халаби, 2015).

Актуальность данного исследования заключается в выделении признаков формирования экологической адаптации у специалистов в условиях экстремального перемещения в арктические широты для выполнения производственных задач по ультрадианным ритмам variability сердечного ритма, психологическим показателям и их корреляции. Полученные данные позволяют определить адаптационные возможности

и ресурсы организма для предупреждения патологических процессов и состояний, а также разработки корректирующих методических рекомендаций с использованием программы интерактивного мониторинга здоровья человека, направленной на предупреждение экологических рисков для здоровья лиц, осуществляющих профессиональную деятельность в экстремальных условиях Арктики и арктических зонах. На современном этапе развития здравоохранения, разрабатываются дорожные карты, ориентированные на поведенческое здоровье и решение биопсихосоциальных проблем не только пациентов, но и работников различных производственных сфер, включая клинические процессы, связанные с распознаванием заболеваний, выявлением их предикторов, а также оценки индивидуальных биологических особенностей для поддержания здоровья и лечения хронических болезней (Sousa P., Sousa Uva A, Serranheira F., 2009; Ruddy N.B, McDaniel S.H., 2023). Здоровье рассматривается как индикатор и защитное свойство организма на различные воздействия изменяющегося мира (Laszlo E., 1995). В настоящее время отмечается интенсивное внедрение информационных и цифровых технологий в производственные процессы и здравоохранение, направленные на дистанционный мониторинг работников, осуществляющих свою трудовую деятельность в экстремальных экологических условиях и ситуациях. Значимость данной работы заключается также в профилактике человеческого фактора и предупреждении техногенных катастроф на территории уникальной арктической природы.

Степень разработанности темы исследования. Изучение экологической адаптации человека в условиях климатического планирования, включая арктические широты, является чрезвычайно важным и актуальным аспектом в экологии и физиологии. В отечественной литературе большая часть работ посвящена изучению здоровья и адаптации этносов, исторически проживающих в районах Крайнего Севера, либо трудовым ресурсам, профессиональная деятельность которых связана с освоением природных ресурсов и хозяйственной деятельностью (Деряпа Н.Р., 1977; Anderson S.,

1989; Сорокин А.А. с соавт., 1998, 2000; Бурцева Т.Е. с соавт., 2007; Корнеева Я.А., Симонова Н.Н., 2013; Колпаков В.В. с соавт., 1976-2019). Освоение арктических и антарктических широт обусловило появление ряда хронобиологических исследований, посвященных изучению адаптации человека к суровым природно-климатическим условиям этих территорий (Быков В.А. с соавт., 1977; Anderson S., 1989; Авцын А.П. с соавт., 1985; Заславская Р.М., 1994-2001; Ikonow O., 1991; Hilman D.C., 1993; Wang Z., 1993; Губин Д.Г., 1998; Агаджанян Н.А. с соавт., 1998, 1999; Сорокин А.А. с соавт., 2000; Фатеева Н.М., 2011-2012; Ермолин С.П., 2015; Шкуревич Н.П., с соавт., 2017; Богомазова М.А., с соавт., 2022 и др.). Важными понятиями в таких исследованиях являются «экологическая адаптация» и «экологический портрет». Под понятием «экологический портрет» Н. А. Агаджанян понимал совокупность генетически обусловленных свойств и морфофункциональных признаков, обеспечивающих индивиду неспецифическую адаптацию к конкретному набору особых факторов среды (1981). Понятие «экологическая адаптация» нуждается в уточнении. По мнению одних исследователей, экологическую адаптацию следует рассматривать как врожденное биолого-генетическое состояние высших регуляторных функций человека на сознательном и бессознательном уровнях, обеспечивающих приспособительные реакции организма к меняющимся условиям окружающей среды (Наймушина А.Г., 2010). Данное определение отражает психофизиологический механизм экологической адаптации. По мнению других, экологическая адаптация – наследственно обусловленная особенность организма, обеспечивающая нормальную жизнедеятельность в различных экологических условиях (Кузнецов Л.М., 2018). В зарубежных источниках, экологическая адаптация понимается как информационное приспособление организмов к окружающей среде с целью повышения шансов на выживание в этой среде (Gitlin Laura N., 2009; Wiley R.H., 2009; Boyer S., Hérissant L., Sherlock G., 2021 и др.). В целом, экологическая адаптация является наследственно и врожденно обусловленной приспособительной

реакцией организма на комплексное воздействие различных условий окружающей среды.

Для осуществления трудовой деятельности, человеку приходится перемещаться на значительные расстояния от места своего проживания в новые циклические условия и адаптироваться к ним. Биологические ритмы – это непрерывная циклическая деятельность всех органов, систем и отдельных клеток организма, которые способствуют адаптации организма к различным условиям жизни (Барбашова З.И., 1976; Матюхин В.А., 1976-2015; Деряпа Н.Р., 1977; Казначеев В.П., 1978; Чеснокова С.А. с соавт. 1989; Ф. И. Комаров, 1989-2017; Volpato G.L., Trajano E., 2005; Волькенштейн М.В., 2008; Arble D.M., Copinschi G., Turek F.W., 2012; Ota S.M., Kong X., Meerlo P., 2021; Bass J., 2024 и др.). Внутренняя ритмичность биологических функций любого организма – условие существования живой системы, связанное с супрахиазматическим ядром, расположенным в гипоталамусе, которое управляет вегетативной нервной системой и гипофизом и регулирует деятельность организма (Arendt J., Skene D.J., 2005; Тимченко А.Н., 2012; Чибисов С.М., Рапопорт С.И., Благонравов М.Л., 2018; Brenman E.K., 2021 и др.). Существуют разные взгляды на классификацию биологических ритмов; в исследованиях обычно руководствуются частотой ритма организма в зависимости от длины периода; например, ультрадианные (до 20 часов), циркадные (20-28 часов) и т.д. (Халберг Ф., 1992-1997). Длительное нарушение ритмических процессов может привести к десинхронозу. В предупреждении десинхроноза важно не только регулярное чередование труда и отдыха, сна и бодрствования, но и синхронность, то есть совпадение ритма каждого человека с общим ритмом жизни группы (Rusak, 1977; Авцын А.П. с соавт., 1985; Rossi A., 1988; Ikonow O., 1991; Wang Z., 1993; Заславская Р.М. с соавт., 1997-2018; Otsuka K., Cornelissen G., Halberg F., 1997; Соколов Ю.Н., 2000; Schernhammer Eva S., 2019; Imran Mujawar, 2021; Shannon K., 2021; Tripat Deep Singh, 2022 и др.). В связи с этим необходима разработка организации системы жизнеобеспечения, учитывающей ритмические

особенности организма (Комаров Ф.И., 1989; Соколов Ю.Н., 2000; Яковец Ю.В., 2002; Somogy Varga, Detlef H. Heck, 2017; Babu M., Snyder M., 2023 и др.). Исследования показали, что нарушения ритма часто проявляются нарушениями сна и некоторыми серьезными патологиями сердечно-сосудистой системы, связанными с частыми нарушениями биоритмов, например, у вахтовых работников (Arendt J., 1998; Агаджанян Н.А. с соавт., 2001; Кривошеков С.Г., 2012; Аганов Д.С., Тыренко В.В., Яковлева М.В., 2014; Fagiani F., DiMarino D. ссоавт., 2022 и др.). Установлено, что биологические ритмы – периодические изменения в деятельности клеток, органов, систем, целых организмов, а также под влиянием геофизических и социальных изменений среды обитания в них формируются циклические изменения резистентности (Reinberg A., 1982; Рапопорт С.И., 2000; Радыш И.В., Ходорович А.М., Старшинов Ю.П., Краюшкин С.И., 2004; Григорьев А.И., 2008; Агрикова Е.В., 2008; Fagiani F., Di Marino D. с соавт. 2022 и др.). В МКБ-11 указаны заболевания, связанные с биологическими нарушениями ритма.

Важной задачей, стоящей перед каждым обществом, является установление социальной защищенности здоровья и профессиональной жизни личности в контексте занятия профессиональной деятельностью (Pisarski A., Brook C., 2006; Агаджанян Н.А., 2017). В трудах И. П. Павлова И. М. Сеченова, Н. Е. Введенского, Л. А. Орбели, К. М. Быкова, П. К. Анохина, Г. Селье и других заложено раскрытие механизмов приспособления человека к чрезвычайным условиям существования. Для исследований в области экологической адаптации человека данные работы являются фундаментальными в понимании реакций организма на действие экстремальных факторов внешней среды. Крайние десятилетия показали необходимость в изучении устойчивости, уязвимости, адаптации и в целом взаимодействия человека с окружающей средой. Концепция устойчивости используется при анализе взаимодействия человека и окружающей среды (Осипов В.И., 2016, 2019). Уязвимость определяется как характеристика человека или группы справляться, сопротивляться и восстанавливаться после

воздействия комбинации факторов риска для здоровья человека (McCarthy et al., 2001; Blaikie P. et al., 1994; Ionescu K. et al., 2006; Zhou T., Guo T. et al., 2023; Tokumura M., Miyazaki J., Makino M., 2024 и др.).

Недостаточно изучена экологическая адаптация человека или группы к комплексу сложных условий арктических широт, связанная с выполнением различных видов труда как с коротким, так и длительным периодом пребывания. Поскольку человек на протяжении трудового дня находится в условиях стресс-факторов различной природы, существует необходимость выявления нормированных индикаторов, которые указывают на динамику физиологических реакций организма и формирование патологических состояний не только по циркадианным ритмам, которые более устойчивы и имеют периодичность «бодрствование-сон», но и по ультрадианным. Особое внимание следует уделить индивидуальному (гибкому) режиму труда и отдыха тех лиц, деятельность которых связана с обеспечением безопасности инфраструктур в различных экологических и географических условиях.

Развитие арктической инфраструктуры требует особого внимания. В связи с этим необходима качественная подготовка специалистов для строительства и технического обеспечения инфраструктуры к длительному пользованию в сложных природных и климатических условиях. Примером такого уникального строения является «Арктический трилистник» на Земле Франца Иосифа. В арктических широтах есть одна большая сложность, она связана с трудной транспортной доступностью. В экстренных ситуациях морские суда не могут оказать немедленную помощь. Требуется использование авиации, приспособленной для полётов в труднодоступные районы. Осуществление ликвидации аварий любой сложности требует срочной доставки специалистов, способных быстро включаться в устранение чрезвычайных ситуаций. Для этого необходима подготовка инженерно-технического персонала к десантированию в труднодоступные районы Арктики.

В связи с вышеизложенным, были изучены и дан анализ биоритмологических показателей экологической адаптации по ультрадианным ритмам у инженерно-технического персонала, перемещающегося в короткий отрезок времени на значительные расстояния в условия арктических широт для осуществления ремонтно-наладочных работ инфраструктуры, где отсутствует медицинская помощь специалистов.

Концептуальной основой диссертационного исследования является выделение предикторов экологической адаптации человека и группы лиц по ультрадианным ритмам variability сердечного ритма и психологическим показателям в условиях активного перемещения, связанные с осуществлением профессиональных рисков в экстремальных условиях Арктики и арктических широт. По ультрадианным ритмам на основании системного и комплексного подходов изучены регуляторные функции организма, обеспечивающие экологическую адаптацию к различным экологическим факторам, выявлены предикторы, указывающие на дисхронизм, десинхроноз или дезадаптацию.

Методологическая и теоретическая основа диссертационного исследования включает системный и комплексный подход к ритмическим процессам, направленный на сохранение регуляторных свойств организма, обеспечивающих адаптацию человека к специфическим условиям среды (Флейшман А.Н., 2001; Gaillard J., 2003; Eisenberg N., 2010; McCrae R.R., 2010; Кондратюк Н.Г., 2011; Бодров В.А., 2011, 2013; Rongbin Xu, Pei Yu, Yuming Guo, 2023; Alvarez A., Georgellis D., 2023; Chirikure S., Bandama F. et al., 2024 и др.). Связь в системе «человек-среда» – это состав системы, определяющий функциональное состояние организма в результате адаптации человека к различным факторам. Кардиореспираторную систему называют ключевой в поддержании гомеостаза, поскольку она первой включается в адаптацию к любым условиям среды (Агаджанян Н.А., Северин А.Е., 2000). В современных исследованиях активно используется методология анализа variability сердечного ритма, которая позволяет делать качественную оценку и анализ состояния регуляторных систем. Особый интерес

представляет изучение функционального состояния различных отделов вегетативной нервной системы с помощью неинвазивных методов (Яблучанский Н.И., Мартыненко А.В., 2010; Баевский Р.М., Григорьев А.И., 2007; Маркин Г.С., 2019 и др.). В настоящее время широко используется спектральный анализ или анализ медленных гемодинамических колебаний. Европейское Кардиологическое и Северо-Американское общество электрофизиологии (Heart rate variability, 1996) определили стандарты анализа вариабельности сердечного ритма, в которые вошли две группы методов: методы временных областей (Time Domain Methods) и методы частотных областей (Frequency Domain Methods). К временным методам относятся статистический анализ и геометрические методы, а к частотным – спектральный анализ (медленные гемодинамические колебания). Г. Уолтер (1964), Н. А. Аладжалова (1979), Н. П. Бехтерева (1980), М. В. Волькенштейн (1981), S. Akselrod (1985), Г. Р. Иваницкий, В. И. Кринский (1982), I. Richards (1988), X.Westerhoff (1992), Д. Жемайтите (2010) внесли вклад в изучение медленных гемодинамических колебаний. Отдельного упоминания заслуживают работы А. Н. Флейшмана (1991-2022). В развитие синергетических подходов в физиологии и медицине внесли вклад следующие исследователи: Дж. Марри (1983), R. E. Klinger, J. P. Miller (1987-2009), Г. Хакен (1991, 2000), И. Пригожин (2000), J. Faisal (2017); А. А.Короновский (2021) и другие.

Биологические ритмы представляют собой сложную и целенаправленную организацию живой материи. Практически все жизненные показатели – биохимические, физиологические и поведенческие – имеют ритмические колебания в разных частотных диапазонах (Алякринский Б.С., 1983; Деряпа Н.Р., 1985; Доскин В.А., 1991; Агаджанян Н.А., 1998; Комаров Ф.И. с соавт., 2018; Vander Vinne V., 2015-2020 и др.). Согласованная деятельность различных физиологических систем является проявлением биологической целесообразности и целостности организма, способствует гармоничному согласованию и координации различных ритмических

биологических процессов, обеспечивает нормальную жизнедеятельность всего организма (Анохин П.К., 1978; Судаков К.В., 1984-1998, Романов Ю.А., 1990-2000; Губин Г.Д. и соавт. 1998-2000, Halberg F., 1991-2012). В исследованиях по эколого-физиологическим проблемам пристальное внимание уделяется ультрадианным и циркадианным ритмам, которые отражают специфику основных физиологических процессов и определяют механизмы кратковременных физиологических реакций на разных уровнях организации. Выделяют основные параметры биологических ритмов: период, мезор, амплитуда, акрофаза, батифаза (Ашофф Ю., 1960-1965; Leah Peleg, 1995; 1998, Halberg F., 1977-2005; Glass L., Mackie M., 1991-2007; Чибисов С.М., 1998-2017; Бреус Т.К., 2002; Chloe E. Wilson, 2021 и др.). В исследованиях, посвященных проблемам экологической адаптации, особое внимание привлекает изучение адаптации человеческих ресурсов в Арктике, Антарктиде, космических полётах, на глубоководных станциях. В экстремальных условиях профессиональной деятельности индивидуальная устойчивость и адаптационные возможности организма имеют решающее значение в механизмах приспособления к целому комплексу экстремальных экологических факторов и готовности выполнять профессиональную деятельность (Новиков В.С., Сороко С.И., 2017).

Цель данной работы заключается в изучении формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у человека в условиях экстремального перемещения в арктические широты для выполнения производственных задач (на примере инженерно-технического персонала).

Задачи исследования

1. Выявить признаки формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у специалистов в условиях экстремального перемещения в арктические широты для выполнения производственных задач: трансширотный перелёт; высотное десантирование (10 км) на арктические острова; испытание современного парашютно-десантного оборудования, приборов индивидуального дыхания и др.

2. Дать сравнительную характеристику формирования экологической адаптации у авиационного инженерно-технического персонала в условиях выполнения профессиональных задач.

3. Оценить адаптационные возможности представителей этнических групп по техническому обеспечению судов в условиях длительных арктических морских грузоперевозок.

4. Выявить индивидуальные особенности формирования экологической адаптации у рабочих малых групп, осуществляющих в короткий период времени профессиональную деятельность в арктической зоне.

5. Выявить общие признаки формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам variability сердечного ритма и корреляции с психологическими показателями у различных профессиональных групп.

6. Разработать научно-обоснованные корректирующие методические рекомендации с использованием программы интерактивного мониторинга здоровья человека, направленной на предупреждение экологических рисков для здоровья лиц, осуществляющих профессиональную деятельность в экстремальных условиях Арктики и арктических зонах.

Научная новизна работы. На основе исследовательского материала впервые

- выявлено формирование экологической адаптации по ультрадианным ритмам у обследованных лиц к комплексу факторов в условиях срочного десантирования с высоты 10 км – границы тропосферы и стратосферы на острова Северного-Ледовитого океана;

- показано, что в условиях транширотного перелёта, связанного с техническим обеспечением инфраструктур в арктических широтах, у участников десантирования возникает внешний дисхронизм и индивидуальная экологическая адаптация к комплексу неблагоприятных факторов, которая зависит от типа управления вегетативной регуляции ритмом сердца;

– установлено, что в условиях высотной гипероксической гипоксии до 10 км, сопровождающейся десатурацией, с последующим использованием кислородных приборов для дыхания, снижается резистентность, увеличивается активность парасимпатического звена, характерного для дисфункции управления регуляцией ритмом сердца, которую можно рассматривать как внутренний дисхронизм и признак преморбидных состояний организма, также наблюдается перекрёстная адаптация к комплексу неблагоприятных факторов;

– установлено, что у мужчин европейской и арабской этнических групп в адаптации к комплексу факторов северных географических широт имеет значение лабильность ритмических структур в управлении регуляцией ритмом сердца, которая свидетельствует об этнических особенностях экологической адаптации;

– показано, что для обеспечения безопасного функционирования инфраструктур следует учитывать биоритмологические характеристики персонала с учётом возраста, индивидуальных адаптационных реакций на комплекс конкретных производственных и средовых факторов;

– определены биоритмологические характеристики экологической адаптации, позволяющие математически моделировать эколого-физиологическое состояние человека в экстремальных производственных и природно-климатических условиях;

– разработаны научно-обоснованные корректирующие методические рекомендации с использованием авторского программного компонента для выявления формирования экологической адаптации человека к экстремальным условиям деятельности и осуществления мониторинга здоровья.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Общество создаёт инфраструктуры, обеспечивающие его социально-значимые потребности, однако, существуют риски повреждений, которые могут оказывать негативное влияние на социально-экономические процессы

в обществе. Безопасность любой инфраструктуры зависит от различных воздействующих на неё факторов, включая человеческий фактор. Для этого следует учитывать особенности здоровья, адаптационные возможности человека и своевременно выявлять предикторы, влияющие на формирование патологических процессов организма.

Теоретическая значимость работы заключается в установлении предикторов экологической адаптации, влияющих на формирование состояний, в том числе патологических, по ультрадианным ритмам у работников, занятых в техническом обеспечении безопасности инфраструктур в различных условиях трудовой деятельности. Выявлен комплекс предикторов, влияющих на формирование экологической адаптации и индивидуальные особенности адаптации к комплексу неблагоприятных факторов арктических широт.

Практическая значимость работы заключается в установлении предикторов, влияющих на формирование экологической адаптации и разработку научно-обоснованных корректирующих методических рекомендаций на основе программного компонента для выявления состояний здоровья работников в различных сферах трудовой деятельности, в том числе занятых в техническом обеспечении безопасности инфраструктур. Результаты работы внедрены: 1) в лекционных, семинарских, практических, лабораторных занятиях в курсах: физиология, психофизиология, медико-биологические проблемы адаптации организма к физическим нагрузкам, психология физического воспитания и спорта и другие; 2) психологическом консультировании работников различных сфер трудовой деятельности с использованием ИТ-технологий. Использование ВСР в оценке возможного риска внезапной сердечной смерти по показателям спектрального анализа.

Основные положения, выносимые на защиту:

– Формирование экологической адаптации зависит от индивидуальных особенностей и специфики профессиональной деятельности, которая

осуществляется в комплексных экстремальных и экологических условиях и ситуациях.

- Использование ультрадианных ритмов variability сердечного ритма позволяет установить адаптационные реакции на воздействие факторов различной природы и выявить предикторы экологической адаптации.

- При транширотном перелёте в арктические широты, связанном с обеспечением безопасности инфраструктур в арктических широтах, у участников десантирования возникает процесс дисхронизма с последующей десинхронизацией; индивидуальная и перекрёстная адаптация к комплексу неблагоприятных факторов, которые зависят от типа управления вегетативной регуляцией ритмом сердца.

- В условиях высотного десантирования (10 км) в арктические широты, сопровождающегося десатурацией и последующим использованием приборов индивидуального дыхания, снижается резистентность организма, увеличивается активность парасимпатического звена, характерного для дисфункции управления регуляцией ритмом сердца.

- У рабочих и служащих в производственных условиях формирование экологической адаптации обусловлены выполнением профессиональных задач и при длительном воздействии экстремальных факторов различной природы возникает вероятность спазма коронарных сосудов сердца и развитие коронарной недостаточности, которые могут являться предпосылками внезапной смерти.

- Экологическая адаптация к комплексу факторов различной природы у работников арктических географических широт зависит от этнических особенностей организма, влияющих на лабильность ритмических структур в управлении вегетативной регуляцией ритмом сердца.

- В малых группах инженерно-технического персонала, осуществляющих ремонтно-технические работы на производстве и других объектах инфраструктур в условиях различных экологических факторов, биологические

ритмы не синхронизированы, оптимальное управление регуляцией ритмом сердца зависит от индивидуальных особенностей экологической адаптации.

– У инженерно-технического персонала в условиях экстремальной профессиональной деятельности биоритмологические и психологические показатели достоверно взаимосвязаны.

Степень достоверности и апробация материалов исследования.

Диссертационная работа выполнена на базе кафедры нормальной физиологии Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», оснащённой современным оборудованием, необходимым для выполнения поставленных задач. В исследовании приняли участие 372 человека, выборку составили мужчины в возрасте от 25 до 60 лет. С целью реализации задач эколого-физиологического исследования, объективной и качественной оценки полученных научных результатов использован современный пакет прикладных программ Statistical10, Statistical11, Excel 2010, Excel 2019 для математической и статистической обработки данных.

Основные положения, выносимые на защиту и выводы, аргументированы на первом этапе выполнения работы комплексным, и на втором этапе – системным подходом.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Апробация. Материалы диссертации доложены и обсуждены на научно-практических конференциях: Science, Technology and Higher Education: materials of the international research and practice conference, December 11th-12th 2012, Westwood, Canada; International scientific conference «Global Science and Innovation», December 17-18th, Chicago, USA; Модернизация образования: проблемы и перспективы. XXII Рязанские педагогические чтения, 2015,

Рязань; – Научно-практическая конференция преподавателей РГУ имени С.А. Есенина, посвящённая 100-летию, 6-10 апреля, 2015, Рязань; VII Международная научно-практическая конференция «Педагогика и психология как ресурс развития современного общества: проблемы сетевого взаимодействия в инклюзивном образовании», посвящённая 100-летию РГУ имени С. А. Есенина, 8-10 октября 2015 г., Рязань; Международная конференция, посвящённая 85-летию СКФУ, 45-летию кафедры анатомии и физиологии, единению научного сообщества физиологов России и Республики Беларусь, 2015, Ставрополь; Всероссийская научно-практическая конференция «Агаджаньяновские чтения», 28-29 января 2016, РУДН, Москва; VIII Международная научно-практическая конференция «Педагогика и психология как ресурс развития современного общества: актуальные проблемы образовательного процесса в гетерогенных организациях», посвящённая 40-летию ИППСР РГУ имени С. А. Есенина, 2016, Рязань; XVII Всероссийский симпозиум «Эколого-физиологические проблемы адаптации», 23-26 мая 2017 г. Рязань – Москва; XXIII съезда физиологического общества им. И. П. Павлова, 18-22 сентября 2017 г., Воронеж; The 23rd international safe communities conference «Safe communities are an essential need for a modern day society», 10-12 oct., 2017, Serbia, Novi Sad (Сербия, Нови Сад); II Всероссийская научно-практическая конференция «Агаджаньяновские чтения», 2018, РУДН, Москва; International Scientific Conference on the Development of Education in Russia and the CIS Member States (ICEDER 2018), taking place on November 8 and 9, 2018 at the Institute of Education Management of the Russian Academy of Education in Moscow, Russia; - Международная научно-практическая конференция «Записки Усть-Каменогорского филиала Казахского географического общества. Географические и геоэкологические исследования, их роль в современной науке», 26-27 марта 2019, Усть-Каменогорск, Казахстан; XVIII Всероссийский симпозиум с Международным участием «Эколого-физиологические проблемы адаптации», 26-28 июня 2019, Сочи – Москва; 4th International

Scientific Conference «Arctic: History and Modernity» 17–18 April 2019, Saint Petersburg, Russian Federation; Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering 2019 (TPACEE 2019), November 19-22, 2019, Moscow, Russia; Международная научно-практическая конференция «Записки Усть-Каменогорского филиала Казахстанского географического общества. Актуальные проблемы географической науки», 12-13 марта 2020 года, Усть-Каменогорск, Казахстан; III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Агаджаньяновские чтения», 17-18 апреля 2020, РУДН, Москва; International Round Table «Modern Problems of the Arctic», 25 June 2020, Saint-Petersburg Peter the Great Polytechnic University, Russian Federation; Conference «COVID-19: Research Technologies of Pandemic Coronavirus Impact» (RTCOV 2020), 15-16 October 2020, Yekaterinburg, Russia; The 1st JESSD Symposium: International Symposium of Earth, Energy, Environmental Science and Sustainable Development, 28 September 2020, Jakarta, Indonesia; International Scientific and Practical Conference 2nd International Scientific and Practical Conference on Digital Economy (ISCDE 2020), November 5-6, 2020, Institute of Digital Economics, Yekaterinburg, Russia; International Scientific and Practical Conference «Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering» (ERSME-2020), October 20-23 2020, Rostov-on-Don, Russia; 3rd International Scientific Conference on New Industrialization and Digitalization (NID 2020), 12 December 2020, Yekaterinburg, Russia; Международная научно-практическая конференция «Записки Усть-Каменогорского филиала Казахского географического общества. Международный год мира и доверия и устойчивого развития», 2021, Усть-Каменогорск, Казахстан; Международный научный форум по устойчивому развитию и инновациям (WFSDI 2021), 10-11 июля 2021, Патры, Греция; VII Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур» (SPCECI 2021), 30 ноября 2021, Екатеринбург, Россия; - XVII International Scientific and Practical Conference on Sustainable Development of Regions (IFSRR 2021), November 23-25 2021,

Yekaterinburg, Russia; Эколого-физиологические проблемы адаптации XIX симпозиума с международным участием. Москва, 2022; AIP Conference Proceedings, 2023; International Annual Conference «Industrial Technologies and Engineering», 2023; VI International Scientific Forum on Computer and Energy Sciences, 2024.

Научные положения диссертационной работы соответствуют паспорту специальности **1.5.15 – Экология (Биологические науки)**

п. 1. Изучение общих законов взаимодействия человека и биосферы, исследование влияния условий среды обитания на людей (на уровне индивидуума и популяции).

п.4. Разработка методологических и методических подходов к исследованию системы «Среда обитания – здоровье популяции».

п. 9. Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие человеческого общества при сохранении биоразнообразия и стабильного состояния природной среды при создании безопасной и комфортной среды жизнедеятельности.

1.5.5 – Физиология человека и животных (Биологические науки)

п. 8. Изучение физиологических механизмов адаптации человека к различным географическим, экологическим, трудовым и социальным условиям.

п. 9. Анализ характеристик и изучение механизмов биоритмов физиологических процессов.

Личный вклад автора в исследование. Диссертантом лично сформулирована проблема, цель и задачи исследования, определены дизайн и методы исследования, подбор объектов исследования, получение первичных данных, осуществлена статистическая обработка результатов и дан анализ и интерпретация результатов исследования. Проведен анализ отечественных и зарубежных литературных источников, сопоставлен с собственными результатами исследования. Сформулированы основные положения

диссертационного исследования, выносимое на защиту, выводы, подготовлена диссертация. Личный вклад автора более 85%.

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 66 научных работ, из которых 15 статей в изданиях, включенных в международную базу научного цитирования Scopus и Web of Science, и 7 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, и изданиях, приравненных к ним; 4 монографии (3 из них коллективные), 2 учебных пособия, 2 электронных образовательных ресурса, получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022684480 на программу интерактивного мониторинга здоровья человека для специалистов в области медико-биологических проблем.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация изложена на 242 страницах машинописного текста и включает: введение, главы, выводы, заключение, научно-обоснованные корректирующие методические рекомендации с использованием программного компонента, список сокращений и список литературы. Иллюстрирована таблицами (8 таблиц) и рисунками (48 рисунков). Список литературы содержит 484 источника, из которых 240 отечественных и 244 зарубежных.

Глава 1. Хронобиологические исследования экологической адаптации человека в экстремальных условиях Арктики и широт Крайнего Севера

1.1. Значение комплексных исследований здоровья человека в изменяющемся мире

«В наши дни идея научного нейтралитета и научной беспристрастности следует предать забвению или рассматривать как достояние истории. Это не означает отказа от научной объективности, но указывает на признание её пределов. До тех пор, пока учёные, проводя свои исследования, будут зависеть от общества, они будут подвержены влиянию социальных приоритетов. А до тех пор, пока учёные будут заниматься вопросами, имеющими прикладное значение или приводящими к ощутимым последствиям для отдельных людей или общества, они (учёные) вольно или невольно будут агентами трансформации культуры»
Эрвин Ласло

«Если какой-либо механизм сформировался, чтобы способствовать выживанию организма, он будет удовлетворительно работать лишь в типичной ситуации, которая его породила. Но, возникнув, механизм будет запускаться и в других, более или менее соответствующих ситуациях и давать результаты, которые могут быть неэффективными или явно вредными в новой, необычной обстановке»
Ф. Бернет

В 2008 году увидела свет книга «Экология человека в меняющемся мире», удостоенная, в лице всего авторского коллектива, премии Правительства РФ. Во введении авторы отмечают, что «здоровье и качество жизни людей во многом зависят от условий окружающей среды, которые меняются с течением времени: естественных, антропогенных и социальных. В то же время у разных категорий населения разные реакции (по полу, возрасту, генетическим особенностям, профессии, месту жительства, социальным условиям, заболеванию) могут быть сугубо индивидуальными и непостоянными во времени» [69; 235; С. 21]. Одной из значимых социальных ценностей является не только здоровье общества в целом, но и здоровье конкретного человека, выполняющего трудовую деятельность в тех

природных и социальных условиях, в которых ему приходится её осуществлять [17; 19; 20-22; 53].

Понятие «изменяющийся мир» рассматривается в работе Эрвина Ласло «Век бифуркации. Постигание изменяющегося мира» [375]. Работа представляет несомненный интерес, в связи с тем, что в XXI веке социум перешёл в иную стадию своего развития, объяснить которую принципом линейного детерминизма уже не представляется возможным. В условиях быстрого технического прогресса в науке возникло понятие «синергетика». Данное междисциплинарное направление научных исследований, изучающее закономерности и принципы, лежащие в основе самоорганизации в системах разной природы (физических, химических, биологических, психологических, социальных, экологических, технических и пр.), позволило иначе взглянуть на развитие общества, его ценностные ориентации, в том числе здоровье и процессы адаптации [130; 131].

Бифуркация является опорным понятием, которое позволяет научному сообществу осознать современные тенденции развития, включая биологические, социально-экологические и психологические знания о человеке, его деятельности. В современной научной терминологии этот термин обозначает основные характеристики поведения сложных систем, подверженных сильным, иногда разрушительным, воздействиям. По мнению О. А. Музыка бифуркация – это качественная перестройка или видоизменение различных объектов при изменении параметров, от которых они зависят [162]. В нашей работе это понятие является значимым, поскольку живая система обладает способностью к самоорганизации в изменяющихся внешних и внутренних условиях среды. Однако, под влиянием изменений окружающей среды, в которой она оказывается, является неустойчивой. В физиологии это может быть появление иного рефлекторного пути, которое меняет поведение человека и отражается в его психологии как событие в одном времени и пространстве.

Точка бифуркации одно из важных понятий теории самоорганизации. Для общества – это момент в истории системы, когда она из одной системы определённости переходит в другую. Период перехода и есть точка бифуркации, в которой прежние ценности обречены на изменение. И к этим изменениям общество и конкретный человек может приспосабливаться быстрее, благодаря социально-экологической и психологической адаптации, обусловленной осознанием новых ценностей и принятием или не принятием их. Другое дело с эволюционно сложившимся механизмом биологических приспособлений. В этом случае живая система обладает генетическим потенциалом приспособительных механизмов. Однако переход от точки бифуркации в равновесную систему занимает значительное время, и, в её определённый отрезок, может испытывать адаптационный срыв [217; 220; 235; 398; 404]. Если в системе достаточно ресурсов, она достигает равновесности, благодаря резистентности, если нет, то система, на индивидуальном уровне может самоликвидироваться, но способна выжить популяционно за счёт генетического резерва адаптационных механизмов [42].

В теории динамических систем есть понятие «фазовое пространство» – это количество аттракторов в пространстве и времени, определяющие совокупность всех возможных состояний, в которых может находиться система [167; 181; 218; 314; 316]. С использованием неинвазивной методологии вариабельности сердечного ритма (ВСР) в донозологических состояниях используется понятие «фазовый портрет» [157; 317]. Стоит отметить, что система может реагировать на определенные «аттракторы» или силы, которые заставляют систему следовать определенным «траекториям» в фазовом пространстве. Поскольку такие аттракторы действуют на систему как на единое целое, то вынуждают её изменять динамические свойства, образуя орбиту движения аттракторов. В физиологии и психологии они дают возможность определить степень напряжения организма и его адаптационные возможности (рис. 1).

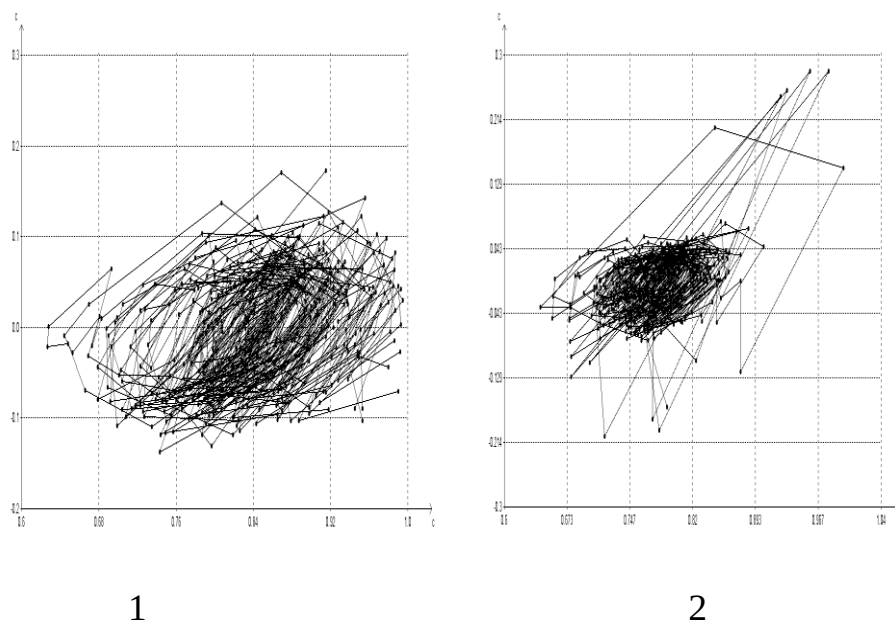


Рисунок 1. Фазовые портреты по аттракторам кардиоинтервалов с использованием ВСП у лиц различных профессий и социально-экологических условий (1 – норма; 2 – напряжение регуляторных систем)

Если речь идёт о характеристиках человека (субъекта/личности) в группе, то фазовое пространство позволяет выявить группы риска или маргинальную группу. Но в любом случае система будет стремиться к равновесности/гомеостазу [75].

В настоящее время человеку приходится выполнять трудовую деятельность в различных условиях среды обитания, включая миграции, обусловленные поиском работы в современных тенденциях мировой глобализации. Обозначим некоторые из проблем, в которых оказывается человек в своей деятельности. Так, дефицит целостных знаний создает множество проблем, в рамках которых общество не может решить те глобальные проблемы, в которые она попала в силу разрозненности знаний. Это можно видеть на примере проблем социально-экологической адаптации человека к абиотическим факторам климатогеографических широт [46; 71; 77; 104; 156; 254].

В связи с антропогенным воздействием на климат, активными миграционными процессами, связанными с профессиональной

деятельностью, у различных этносов будут возникать риски слома эволюционно сложившихся адаптационных ресурсов и адаптационных реакций организма к конкретным природно-климатическим условиям, если рассматривать системы в аспекте линейной детерминации. Если мы движемся к фрактальному детерминизму, адаптация к изменению климата потребует от сегодняшних стран, активно участвующих в международном сообществе, радикального переосмысления стратегий социально-экономического развития и стратегий управления экосистемами, начиная с концепции бифуркации.

В этом случае обозначенная проблема будет соответствовать «эффекту бабочки», открытого Эдвардом Лоренцем, занимавшегося моделированием мировой погоды. Он пришёл к выводу, что погодные условия неустойчивы, как взмах крыльями бабочкой-данаидой, так как атмосферная турбулентность порождает, целую серию бифуркаций. Сегодня Россия предполагает интенсивное освоение уже не Крайнего Севера, а арктических широт, что тоже может вызвать «эффект бабочки» уже не только погодных, а климатических изменений и приведёт к бифуркации эволюционно сложившихся механизмов природы, включая организацию жизни людей других регионов, которые пока только можно предсказывать [257].

Современная проблема образования, направленная на подготовку будущих трудовых ресурсов, упускает из виду социально-значимые ценности в профессиональной деятельности – здоровье человека [161; 260]. Внедряя, так называемые инновационные образовательные технологии, педагогическое сообщество не учитывает адаптационные реакции на воздействующие раздражители. В настоящее время всё большую популярность приобретает холистическое обучение, ориентированное на практическое значение целостных знаний, включающие интеграцию новейших достижений современных наук и искусств. Это необходимо для понимания целостности знаний, определяющих развитие экологических инфраструктур с позиции экологической справедливости. Формирование целостных знаний является очень трудной задачей в холистическом образовании. В российских вузах

имеет место попытка внедрить в системе высшего образования практико-ориентированное обучение. Однако сама система предметного образования, где речь идёт о подготовке узкого специалиста, не решается на данном этапе его развития, что может привести к углублению экологического кризиса.

Таким образом, идея бифуркаций и принципа фрактального детерминизма даёт нам возможность посмотреть на одну из значимых проблем человечества: его здоровье и адаптационные возможности в условиях изменяющегося мира, изменения которых мы пока понимаем на уровне какой-то одной науки, а не холистически. Поэтому так важны комплексные исследования проблем экосистемы с позиции современной синергетической методологии в условиях изменяющегося мира.

1.2. Социально-экологическая адаптация как критерий безопасности здоровья этнических сообществ в условиях климатического планирования

В последние годы учёные всё больше говорят о проблемах адаптации человека к комплексу факторов в освоении Арктики, Антарктики, космоса. Однако наибольшее внимание уделяется парниковому эффекту, негативно влияющего на климат и погодные условия планетарного значения. По статистическим данным, если человечество сегодня прекратит выбрасывать парниковые газы, изменений климата избежать не получится. Адаптационные ресурсы этноса, которые формировались к природно-климатическим условиям в течение всего филогенеза, могут быть разрушены в связи с изменением сезонных температурных параметров, влажности, объема парниковых газов, которые производятся на территориях мегаполисов. Известно, что следствием парникового эффекта является сглаживание как температурных различий между полярными и экваториальными зонами, так и суточными температурами. В последнее десятилетие констатируется факт

увеличения уровня метеочувствительных не только пожилых людей, но и молодых [78; 393].

Изучение проблем безопасности здоровья этнических сообществ в условиях климатического планирования, включая арктические широты, является чрезвычайно актуальным. Разрушение уникального природно-климатического полярного и арктического комплексов Арктики невозможно будет восстановить. И комплексная проблема здоровья этносов арктических широт и севера умеренных широт станет непредсказуемой и неразрешимой, в связи разрушением эволюционно сложившихся физиологических механизмов.

Международный Центр безопасного сообщества обеспокоен данной проблемой, в том числе и на региональном уровне. В 2017 году в Нови-Сад (Сербия) прошла международная конференция участников Международного и Европейского безопасного сообщества, на которой, в числе различных проблем современного общества, обсуждалась проблема климатических рисков, включая Российский север [411].

Видение решения данной проблемы на региональном уровне были представлены в докладах участников конференции. Например, в сообщении иранских учёных Катайон Ализаде, Саад Парандавар, Сейед Камалоддин Шаххераги из г. Машхад «Исследование эффекта знаний климата в административном управлении в г. Машхад», которые поделились опытом климатического планирования на уровне административного управления городом. Иван Иванов (София, Болгария) в своём докладе «Влияние электростанций на изменение климата и риск здоровья человека в аспекте безопасности сообществ» научно обосновал концепцию обеспечения здоровья населения, проживающего вдоль р. Дунай (Дунав), в местах сосредоточения электростанций [там же]. Исследователи подчёркивали, что будущие стратегии экологической адаптации к климатическим рискам будут накапливаться и этот региональный опыт подскажет целесообразный выбор

в пользу той стратегии или концепции, которая позволит обеспечить здоровье, сохранить эволюционно сформированные адаптационные ресурсы этносов.

В литературных источниках этнос рассматривается как устойчивая социальная группа людей, постоянно проживающая на исторически конкретных территориях, в литературных источниках обозначена как племя, народность, нация [73, С. 351]. На заседании Отделения этнографии Географического общества 17 февраля 1966 году Л. Н. Гумилёв в докладе отмечал, что «Этническая принадлежность – не ярлык, а релятивное понятие». По его мнению, этнос – это коллектив особей, противостоящий всем другим коллективам. Этнос возникает и исчезает в историческом времени, не смотря на свою стабильность и устойчивость. Не существует реального признака для определения этноса. Происхождение, язык, материальная культура, обычаи, идеология не всегда являются определяющими показателями [86, С.3, С. 6]. Наука об этносах имеет междисциплинарный подход и включает в себя историю, географию (ландшафтоведение), биологию (экология и генетика) и психологию (этнопсихология).

Уникальные особенности климата, топографии, особенностей питания, магнитных аномалий и фотопериодов повлияли на строение и физиологическую организацию человека, предки которого жили в условиях окружающей среды, относительно мало менявшихся от поколения к поколению [17; 450]. Под руководством Н. А. Агаджаняна в работах его учеников А. Е. Северина (1996), Н. В. Ермаковой (1997), И. И. Макаровой (2001), Л. В. Саламатиной (2002), Л. Д. Цатурян (2016) и других, разработаны критерии адаптации этноса к экстремальным и конкретным условиям среды обитания и сформулировано понятие «экологический портрет человека» [14]. При изучении экологического портрета каждого индивида необходимо учитывать этнические особенности расы и биохимические характеристики среды обитания человека [там же, стр. 6]. Отмечаются этнические различия в физиологических показателях, функционировании и реакции ферментативной, нейро-иммунной, эндокринной систем,

хронофизиологических особенностях репродуктивной функции на воздействие изменяющихся экзогенных и эндогенных факторов.

Внедрение методологии вариабельности сердечного ритма (ВСР) в практику научных исследований, позволило расширить и углубить изучение адаптации и адаптационных реакций человека. Степень напряжения регуляторной системы организма, направленность и выраженность динамики показателей ВСР зависят от этнических особенностей, адаптированных к природно-климатическим условиям [20; 37; 43; 232; 238; 281; 353; 386; 475]. Например, известно, что адаптивные реакции у русских юношей характеризуются выраженным преобладанием симпатической системы, а, например, у карачаевских и кабардинских юношей – выявлено преобладание парасимпатического отдела вегетативной нервной системы [20]. У представителей различных этнических групп адаптационные реакции зависят от конституциональности, пищевого статуса, показателей метаболизма, психологического портрета, а так же, от реактивности сердечно-сосудистой системы [37; 45; 46; 233; 264; 354]. В отечественных и зарубежных литературных источниках информация об этнических особенностях адаптации по показателям вариабельности сердечного ритма представлена недостаточно, что свидетельствует об актуальности изучения этнических особенностей адаптации и адаптационных реакций, сформированных эволюционно к природно-климатическим условиям, имеющие значение в адаптационных ресурсах конкретного этноса.

В связи с антропогенным воздействием на климат, будут возникать риски слома эволюционно сложившихся адаптационных ресурсов и адаптационных реакций организма к конкретным природно-климатическим условиям. Адаптация к изменению климата требует от стран, активно участвующих в международном сообществе, фундаментального переосмысления своих стратегий социально-экономического развития и стратегий управления экосистемами. Разработка эффективной стратегии по адаптации к изменениям климата потребует долгосрочных,

ориентированных на планирование подходов на национальном, региональном и местном уровнях [141].

Мировое безопасное сообщество сегодня ориентировано на использование низко углеродных технологий. В Европейских странах, например, всё более популярным становится велосипедный транспорт, электромобили.

Особенно важны такие подходы для стран с быстро развивающейся социальной инфраструктурой, включающей города, транспортные артерии, системы орошения и пр. Следует отметить, что в настоящее время для решения влияния изменений климата на здоровье этноса, требуется разработка индикаторов, с помощью которых можно было бы определять будущие риски и заболевания, связанные с антропогенным изменением климата. По мнению Т. В. Башкиревой, такие разработки необходимы для создания корректирующих моделей безопасности здоровья этносов эволюционно сформированных адаптационных реакций на комплекс стресс-факторов различной природы [37-38].

Таким образом, решение данной проблемы мы видим в организации безопасного сообщества, которое бы осуществляло региональное климатическое планирование с учётом экологической адаптации населения. Опыт такой работы накоплен на Европейском и международном уровне, в котором принимают участие конкретные города различных стран. Наиболее интересный опыт накоплен: в Норвегии, Швейцарии, Японии, Сербии, Австрии, Иране, Австралии, США, Шри-Ланка и др. Работа таких организаций построена на взаимодействии всех структурных административных подразделений от мэра города, заинтересованного решении проблем социально-экологической адаптации и здоровья, до конкретного гражданина, включая детей. Реализация региональной стратегии климатического планирования осуществляется при поддержке государственных и негосударственных предприятий, организаций и др. учреждений.

1.3. О дефинициях: «экологическая адаптация» и «биологические ритмы»

Исследование экологической адаптации живых организмов к окружающей среде сложилось исторически, относится к области эволюционного развития, впервые выдвинута Ж. Б. Ламарком и обоснована Ч. Дарвиным. На современном этапе, проблема экологической адаптации, расширила свои границы и проникла в такие области научных исследований как медицина, социология, социальная и экологическая психология и др. В современном обществе жизнь и деятельность человека связана с периодическим или длительным влиянием различных неблагоприятных факторов или ситуаций на которые организм отвечает адаптационными реакциями и адаптацией. К ним относятся: производственные, экологические (природные, техногенные и социальные), экономические и другие [37; 129]. Реакция живой системы на воздействие экологических факторов (абиотические, биотические, антропологические) или их комплекс следует отнести к экологической адаптации [138]. По мнению Н. А. Агаджаняна (2008) влияние на организм человека временных вариаций состояния объектов окружающей среды, а также установление корреляционных и причинно-следственных связей между средой обитания и реакцией на эти воздействия является важным направлением в области экологических исследований. Изучение экологической адаптации человека в условиях климатического планирования, освоения арктических, антарктических широт, является чрезвычайно важным и актуальным аспектом в экологии и физиологии. В отечественной литературе большая часть работ посвящена изучению здоровья и адаптации этносов, исторически проживающих в районах Крайнего Севера, либо трудовым ресурсам, профессиональная деятельность которых связана с освоением природных ресурсов и хозяйственной деятельности [91; 200]. Понятие «экологическая адаптация» имеет несколько значений. Чаще употребляется сочетание понятий «адаптация к экологическим факторам» [138]. В отдельных источниках экологическая адаптация

рассматривается как приспособительная реакция организма, наследственно и врожденно обусловленная, обеспечивающая жизнедеятельность живой системы на комплексное воздействие различных условий среды обитания [262; 346]. Под экологической адаптацией также понимается такое изменение в организме, которое благоприятно сказывается на возможности к выживанию, репродукции особей и их общего состояния [там же]. Вместе с тем, экологическая адаптация рассматривается как новая информация о социальных и культурных инновациях для разработки альтернативных подходов к улучшению условий жизни людей, выявление современных прогрессивных компенсаторных приёмов, формирование пространства обитания. В России таковым является уникальное строение «Арктический трилистник» на островах Франца Иосифа [192]. Экологическая адаптация представляет собой компонент биологической адаптации, которое должно быть усилено культурной составляющей с экологической доминантой в новом образовании [129; 138].

На современном этапе развития здравоохранения, разрабатываются дорожные карты, ориентированные на поведенческое здоровье и решение проблем экологической адаптации и биопсихосоциальных не только пациентов, но и работников различных производственных сфер. В связи с интенсивным освоением арктических широт появляется ряд хронобиологических исследований, посвященных изучению адаптации человека к природно-климатическим условиям этих территорий (Быков В.А. с соавт., 1977; Anderson S., 1989; Авцын А.П. с соавт., 1985; Заславская Р.М., 1994-2001; Ikonow O., 1991; Hilman D.C., 1993; Wang Z., 1993; Губин Д.Г., 1998; Агаджанян Н.А. с соавт., 1998, 1999; Сорокин А.А. с соавт., 2000; Фатеева Н.М., 2011-2012; Ермолин С.П., 2015; Шкуревич Н.П., с соавт., 2017; Богомазова М.А., с соавт., 2022 и др.).

Важным условием существования живой системы является ритмичность всех биологических функций, в том числе, фотопериодизм, наблюдаемый у человека и животных от экватора к полюсам [235-236]. Известно, что все

физиологические системы функционируют дискретно в виде замкнутых циклов [15]. По мнению Ю. В. Яковец (2002), периодичность – всеобщая (но не единственная) закономерность движения, саморазвития в природной, социальной и интерактивной сфере. Траектория динамики каждого цикла в любой сфере складывается под сильным и слабым взаимодействием. Некоторые виды циклов порождаются взаимодействием этим циклов в смежных или отдаленных сферах, например, демографические и экологические. Ю. Н. Соколов отмечает (2000), что цикл существует как в пространстве, так и во времени. Каждый цикл имеет определенную структуру этих образований и первоначальный, универсальный и абсолютный мир, а пространственно-временная структура будет иметь универсальные и абсолютные функции. Другие авторы считают, что цикл – это совокупность процессов, образующих цикл в определенный период времени. Эта концепция касается только времени. Ритм может иметь от одного, до нескольких продолжительных циклов. Ритмичность имеют такие системы, как дыхание, пищеварение, которые представляют собой замкнутые, последовательно протекающие циклы/этапы, имеющие временные параметры. Дыхание состоит из циклической системы вдоха и выдоха с ритмом примерно 12 вдохов в минуту.

Сердечно-сосудистая система имеет свой известный сердечный цикл. Отклонения сердечного ритма от указанной условной нормы может иметь низкий ритм – брадикардия; высокий – тахикардия. Зубцы нормальной электрокардиограммы (ЭКГ) человека имеют свой ритм [98]. Например, характерной особенностью ЭКГ у спортсменов является синусовая брадикардия; в циклических видах спорта появляется сглаженный зубец Р; также можно наблюдать увеличение QRS комплекса (вольтажа), который связан с гипертрофией левого желудочка; неполная блокада правой ножки пучка Гиса (замедление проводимости). При выполнении умеренной нагрузки у спортсменов с высоким уровнем тренированности, как правило, увеличены зубцы: Р, R, Т, укорочены отрезки PQ, QRS, QRST. (табл. 1-2).

Таблица 1.

Характеристика показателей электрокардиограммы (ЭКГ)

– P	отражает деполяризацию (возбуждение) предсердий и в норме зубец положительный, диапазон его длительности 0,07-0,11 с; диапазон амплитуды в I, II, и III отведений 0,5-2,0 мм
– Q	отражает начало деполяризации желудочков, это отрицательный зубец и направлен вниз, диапазон его длительности 0,03 с; диапазон амплитуды в I, II, и III отведений 0,36-0,61 мм
– R	главный зубец деполяризации желудочков и направлен положительно вверх, диапазон его длительности 0,06-0,10 с; диапазон амплитуды в I, II, и III отведений 5,5-11,5 мм
– S	отражает окончание деполяризации обоих желудочков, имеет отрицательный зубец, направлен вниз, диапазон его длительности 0,06-0,10 с; диапазон амплитуды в I, II, и III отведениях 1,5-1,7 мм
– QRS	совокупность зубцов (Q, R, S), отражает деполяризацию желудочков диапазон его длительности 0,06-0,10 с; диапазон амплитуды в I, II, и III отведениях 0-3,0 мм
– T	отражает реполяризацию (угасание) обоих желудочков; зубец положительный, направлен вверх в I, II, III, aVL, aVF и отрицательный – в aVR, диапазон его длительности 0,12-0,28 с; диапазон амплитуды в I, II, и III отведениях 1,2-3,0 мм

Таблица 2.

Характеристика интервалов электрокардиограммы (ЭКГ)

– P-Q	от начала возбуждений предсердий (P) до начала возбуждений желудочков (Q), длительность – 0,12-0,20 с
– P-R	от начала P до начала R, длительность – 0,18-0,20 с
– Q-T (QRST)	от начала Q до конца T, соответствует деполяризации и реполяризации желудочков (электрическая систола), длительность – 0,38-0,55 с
– S-T	от конца S до начала T, отражает фазу полной деполяризации желудочков (в норме его отклонение от изолинии не превышает 1 мм, длительность – 0-0,15 с)
– R-R	длительность сердечного цикла (полный цикл работы сердца). В норме отрезки имеют почти одинаковую продолжительность, длительность – P-P с
– T-P	отражает состояние покоя миокарда (электрическая диастола) этот сегмент следует за изоэлектрической линией. Его принимают за уровень изоэлектрической линии в норме и патологии

Многие авторы отмечают, что если спортсмен выполняет нагрузку выше, чем уровень его спортивной подготовки, то в сердечной мышце возникают нарушения кровообращения и отрицательные биохимические сдвиги, которые на ЭКГ фиксируются как нарушения ритма, либо проводимости и депрессии сегмента ST [12; 98]. Причиной этой неблагоприятной сердечной аритмии являются гипоксемия (недостаточное содержание кислорода в крови, связанное с различными причинами нарушений кровообращения) и тканевая гипоксия, коронарный спазм сосудов и атеросклероз, могут наблюдаться дистрофия миокарда, острая сердечная недостаточность, кровоизлияние в миокард, метаболический некроз миокарда и др. [там же]. При дистрофии на ЭКГ наблюдается уплощение зубцов Т, Р, удлиняется интервал Р-Q, Q-T. Пищеварительная система работает со своими временными показателями.

Однако ритмичность имеет не только детерминированный, но и не детерминированный характер. Концепция хаоса открывает совершенно новый подход к процессам, которые на первый взгляд кажутся совершенно случайными, но это только на первый взгляд. Л. Гласс, М. Мэки (1991) отмечают, что хаотическое поведение свойственно таким системам, которые чрезвычайно неустойчивы. Поэтому контролируемый хаос может обеспечивать исключительно гибкий механизм порождения и поддержания цикличности. Наблюдаемые вокруг нас явления, объекты, включая человека, имеют определённые ритмически согласованные движения в пространстве и времени. Предложенная Клодом Бернаром концепция о постоянстве внутренней среды и расширенная Уолтером Кенноном с введенным понятием – гомеостаз, в том числе характеризует относительность констант ритмических процессов.

Особая заслуга в изучении биоритмов принадлежит И. М. Сеченову, И. П. Павлову, В. И. Вернадскому, К. А. Тимирязеву и А. Л. Чижевскому. В.И. Вернадский, говоря о принципе симметрии, рассматривал время как отражение реальных процессов, протекающие ритмично и согласовано

с геофизическими и космическими ритмами [25; 195]. Без временной координации невозможно функционирование целого организма (состоящего из систем с разными временными параметрами). Ритм (греч. *rhythm* – течение) имеет два значения: 1) соразмерность стройность, скорость протекания; 2) совершение чего-либо и чередование какого-либо элемента в определенной последовательности, частоте [187]. Это понятие является основополагающим в представлении организованности явлений и процессов, и их гармоничности. Эволюционная связь с мировым ходом времени и в целом любого жизненного явления во Вселенной, так же имеет свой ритм. Биологические ритмы выявлены на всех уровнях организации жизни, определяются выживаемостью живых организмов и являются эволюционной формой адаптации, [12; 15; 30; 67; 228]. Обеспечение жизнедеятельности любого организма зависит последовательного взаимодействия функциональных систем со средой. Данная последовательность сформирована в процессе эволюции и способствует гармоничной координации различных ритмических биологических процессов [18; 88; 90]. Биологические ритмы, находящиеся под влиянием внутренних и внешних факторов, имеют пространственно-временную организацию и возникают на основе изменений метаболизма биологических систем, колебаний движения и интенсивности физиологических реакций [12-13; 27; 139; 186]. Э. Бюнинг (1961) ввел понятие «датчики времени», которые в последствии получили определение «синхронизаторы», влияющие на ритмичность процессов живого организма [64]. Часто ритмическая деятельность разных физиологических систем в разной степени взаимно синхронизирована. Ф. Браун (1964) предложил гипотезу синхронизации биологических ритмов за счёт слабых циклических изменений геофизических полей. Он обнаружил корреляцию между специфическими биологическими показателями организмов в «постоянных условиях» и параметрами окружающей среды [7]. Синхронизация ритмов системообразующий универсальный фактор. Благодаря синхронизации различные системы, включая высокоорганизованные системы живой

природы, имеют возможность пространственно-временной самоорганизации [125].

Периодичность в протекании жизненных процессов во многом зависит от внешних – экзогенных и внутренних – эндогенных факторов, а также являться следствием сочетания тех и других воздействий. Внутренние (эндогенные) ритмы не зависят от внешних синхронизаторов. Ритмы, создаваемые под воздействием внешних синхронизаторов или факторов окружающей среды, являются экзогенными. Известно описание спелеолога Мишеля Сифра, о том, что, находясь в пещере, ощущая значительную дезорганизацию во времени, пробыв в ней 58 дней, он считал, что пребывает в этих условиях 30 дней. Исследование, проведенное при длительном пребывании в пещере «Снежная», показало, что временная жизненная система имеет свои особенности. По данным В. В. Ещенко (1985) при работе в пещере имело место понятие «спелеосутки», равные в среднем 50-60 часам, из них от 14 до 24 часов приходились на активную рабочую деятельность, остальное время – на сон и активный отдых, который снижался по мере пребывания в пещере [41; 236]. Так же было выявлено, что температурные показатели менялись, в зависимости от времени работы на поверхности земли в первые сутки нахождения в пещере. Продолжительность пребывания в условиях работы в пещере повлияла на синхронизацию температурного ритма у обследуемых. К 8-м суткам температурный биоритм совпадал по фазе и периоду, что имело отражение в синусоиде. Полученные данные объясняют механизм адаптации организма человека к экстремальным ситуациям и условиям [236]. Исследования Т. В. Башкиревой подтвердили теорию синхронизации ритмов на примере спортсменов-парашютистов в условиях высотной гипоксии при выполнении упражнений групповой акробатики с построением фигур большой формации (с участием более 90 человек и высоты покидания летательного аппарата более 5,5 тыс. км), выявленные по показателям вариабельности сердечного ритма [37].

Многие отечественные и зарубежные исследователи считают, что биологические ритмы генетически запрограммированы. Что может свидетельствовать о прочности связи отдельных ритмов с времязадавателями, а связь отдельных ритмов может быть прямой или опосредованной и отличаться прочностью. В отдельных случаях факторы внешней среды могут являться триггерами (англ. trigger<to trig – тормозить, заклинивать), запускающими определенную ритмическую деятельность [47]. Анализ литературных источников по результатам исследований указывает, что циркадианные ритмы являются эндогенными осцилляторами практически всех физиологических функций и биохимических реакций организма [235]. По мнению Н. А. Агаджаняна (с соавтр., 1998) существуют внешние датчики времени, а также связанные с ними колебания различных показателей активности организма, функционирования различных систем [30-31; 81].

Синхронизация колебаний в разных системах организма, обеспечивающая единство и оптимальную активность «времязадавателя» недостаточно изучена [16; 87; 88]. Существуют различные теории представлений о механизме взаимодействия различных систем организма с внешними факторами [235]. Теория управления внутренними колебательными процессами объясняется существованием биологических часов и связана с восприятием света и темноты [там же]. Однако роль света в синхронизации биологических ритмов человека продолжает оставаться дискуссионной. По представлению исследователей, воспринимающим прибором является глаз. Электрофизиологические эксперименты показывают, что импульсы, кодирующие уровни освещенности, проходят по зрительному нерву к супрахиазматическому ядру (СХЯ) передней области гипоталамуса, которая управляет выработкой мелатонина в эпифизе, влияющего на механизм восприятий изменений освещенности [90].

«Мультиосциляторная модель» биологических ритмов предполагает, что в сложных многоклеточных организмах может существовать главный водитель ритма (пейсмейкер), «навязывающий» свои ритмы всем остальным

системам. Однако, в организме могут функционировать разрозненные осцилляторы и может отсутствовать главный пейсмейкер. Эти осцилляторы могут работать независимо друг от друга и иметь свой пейсмейкер, колебательные процессы работают с равным периодом с различными входами для экзогенных факторов [235].

Есть предположение, что вода является связующим звеном между внешними датчиками времени и внутренними биологическими часами. Исследования показывают, что молекулярное состояние организмов, живущих в воде, приобретает различные биофизические свойства под влиянием различных гео- и гелеофизических факторов, которые зависят от изменения структуры молекулярной кооперации [41]. Высказано предположение, что степень и характер ферментативных процессов, метаболизма и некоторых аспектов проницаемости мембран зависят от изменчивости свойств внутриклеточных и интерстициальных свойств воды [40]. По литературным сведениям, эта информация носит противоречивый характер и требует дальнейшего углубленного и систематического изучения морфообразующей роли временной организации организма, в частности его регуляторно-адаптивных систем [44]. По мнению В. В. Парина и Р. М. Баевского, рассогласование биологических ритмов способствует развитию патологических состояний с последующими изменениями информационного, энергетического, обменного и структурного характера [там же]

Принято считать, что нарушение ритмической координации приводит к нарушению физиологических механизмов регуляции организма, возникновению отклонений, болезненных состояний – десинхронии [6; 81]. Существуют социальные и естественные причины десинхроноза. (рис. 2).

Социальные

- биотропные факторы антропогенного происхождения:
- воздействие токсических вещества, таких как алкоголь и т.д.;
- совокупные социальные стрессы, связанные с интенсивной работой или управлением транспортом, информационной перегрузкой и т.д. в крупных промышленных городах;
- хроническое нарушение ритма сна и бодрствование при сменной и ночной работе;
- при трансмеридианальных перелетах возникают отличия суточных ритмов от таковых в другом часовом поясе;
- орбитальные и межпланетные космические полёты.

Природные

- экстремальные природные условия;
- изменения ритмов действующих гелио-геофизических датчиков времени, таких как циклы солнечной активности, суточные и сезонные вариации погоды, изменения климата;
- ритмы магнитного поля Земли, вызванные вращением Солнца;
- аperiodические изменения гелио-геофизических факторов, возникающие при солнечных вспышках и геомагнитных бурях.

Рисунок 2. Причины возникновения десинхроноза [54]

Более того, недостаточно изученной является адаптация организма на клеточном уровне. Джеффри Холлу, Майкл Росбаш и Майкл Янг, удостоенные в 2017 году Нобелевской премией по физиологии и медицине, открыли молекулярный механизм циркадных ритмов. В связи с активным развитием хронобиологии появилась необходимость определиться в понимании таких дефиниций как «десинхроноз» (патологическое состояние организма, когда нарушена координация ритмов различных компонентов хронома) и «дисхронизмом» (не патологическое состояние, возникающее под воздействием эпизодических факторов внешней и внутренней среды, ранее синхронизированных осцилляторов).

Десинхроноз бывает внутренним и внешним [87; 139; 146] (рис. 3).

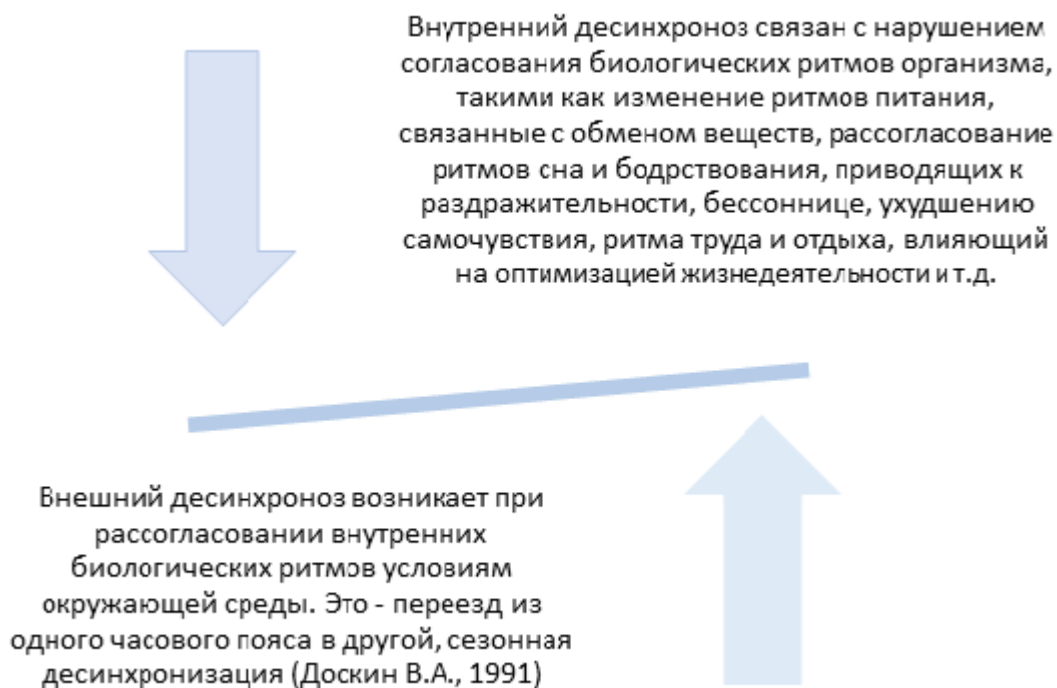


Рисунок 3. Десинхроноз и его виды

Ф. Халберг в 1973 г. отмечал, что нецелесообразно именовать десинхронозом десинхронизированность функций. Так как при десинхронизации не наблюдается патологических проявления, а наоборот они играют важную роль в адаптивных реакциях. А суффикс «оз» применяется в медицине для обозначения болезненного состояния (например, «остеохондроз», «авитаминоз») [124]. В последние десятилетия, в связи с привлечением внимания к проблеме нарушения хронома, отмечается уточнение такого понятия как десинхроноз. В настоящее время в литературе предлагается ввести понятие десинхронизации как процесса, посредством которого происходит функциональная дезадаптация и возникшую в результате этого рассогласованность – дисхронизмом [125].

Г. С. Катинас, С. М. Чибисов, Г. М. Халаби, М. В. Дементьев ввели новое понятие – дисхронизм: внешний и внутренний [125-126]. К внутренним факторам принято относить нейрогуморальные процессы, генетически протекающие фиксированными темпами и ритмами. Ритмы, создаваемые под

воздействием внешних синхронизаторов, например, факторов внешней среды, считаются экзогенными. Дисхронизм авторы рассматривают как состояние ранее синхронизированных осцилляторов после исчезновения синхронизации. Происходят внутренние нарушения (дисхронизм) между биологическими ритмами, регуляцией сна и бодрствования, активности и отдыха, которые влекут за собой возникновение патологических процессов. Дисхронизм постоянно сопутствует всем жизненным функциям и обеспечивает возможность приспособления организма к среде. Дисхронизм служит проявлением общего адаптационного синдрома при активизации приспособительных реакций. Если дисхронизм повторяется, он становится патологическим [223]. Десинхроноз принято разделять на: 1) острый и хронический (продолжительность); 2) явный и скрытый (интенсивность рассогласования); 3) частичный и тотальный (степень выраженности) [87].

Исследователи выделяют случайные и периодические факторы экзогенного и эндогенного происхождения, которые служат причиной значительной вариабельности параметров околосуточных (циркадианных) ритмов и свидетельствуют об их «естественной циркадианности» и о состоянии «легкого десинхроноза» [29; 433].

Считается, что из-за воздействия экзогенных и эндогенных раздражителей, различия в циркадианных ритмах сопровождаются десинхронозом, нарушая первоначальную структуру циркадианной системы организма человека [25; 160; 249; 385; 392]. Это проявляется в изменении артериального давления, нарушении сна, плохом аппетите и субъективных показателях, таких как раздражительность, упадок сил [102; 187]. В ряде исследований при трансконтинентальных, трансмеридиональных перелётах, а также в клинической практике – при нарушениях циркадианного ритма сон-бодрствование, возникает острый десинхроноз, который может стать хроническим. Хронический десинхроноз обусловлен потерей синхронизации физиологических функций человека и рассматривается как патологическое состояние [173; 227; 273; 315]. Проблема изучения возникновения

десинхронозов не теряет актуальности. Десинхроноз, как изменение циркадианной структуры физиологических функций организма являются ранним маркером пограничных нарушений, которые при постоянном воздействия неблагоприятных факторов могут привести к возникновению патологических состояний. Изменение циркадианного ритма влечёт за собой нарушение функций организма, что приводит к возникновению заболевания. Десинхроноз возникает при любом заболевании и часто выявляется ещё до появления явных симптомов заболевания [214; 222; 228; 289; 362]. В связи с чем возрастает необходимость использования донозологических методов диагностики, которые позволят определить нарушение функций организма и снизить риск возникновения десинхроноза. В профилактике возникновения серьезных проблем в состоянии здоровья необходимо снизить нервно-эмоциональное напряжение, интеллектуальные перегрузки, нормализовать режима труда и отдыха, учитывать при обследовании пациентов экстремальные условия выполнения профессиональной деятельности, а также экологические условия среды обитания [254; 255; 256; 258; 371; 432; 457; 469]

Отсутствие нозологических изменений может рассматриваться как индикатор преморбидных состояний. Все биоритмы живых организмов синхронизированы и с космическими ритмами. Более заметные изменения биоритмов и жизнедеятельности организма обнаруживаются в изменении времени года [6; 123; 125; 226]. Большинство физических факторов внешней среды, возникающих при взаимодействии с организмом человека, обладают электромагнитными свойствами. (рис. 4).



Рисунок 4. Экзогенные десинхронозы по причинам возникновения
(Костенко Е.В. и соавторы)

Биоритмологический подход к изучению закономерностей временной организации живых систем открывают новые возможности для регуляции управления процессами, протекающими в организме [216; 226; 228]. Все физиологические процессы в организме человека подвергаются циклическим колебаниям. Однако открытым к обсуждению остается вопрос организации организма человека как целостной системы. В связи с чем, ученые предполагают наличие «центральных» или «биологических» часов, которые позволяют нормально существовать при условии временного согласования всех функций организма. Как показали исследования «центральные биологические» часы находятся в супрахиазматическом ядре таламуса головного мозга, главном генераторе циркадных ритмов, сюда же с кровью приносятся различные гормоны, один из которых – мелатонин, выделяющийся в эпифизе, осуществляющие в комплексе «настройку» часов на внешние синхронизаторы. Эпифиз (шишковидная железа) в значительной мере осуществляет функцию регуляции и контроля «центральных» часов. В регуляции суточной периодики функций принимает участие гипоталамус, регулирующий трофотропные функции аденогипофиза посредством релизинг-гормонов, продукция которых подвержена суточным ритмам [81-82; 129; 139; 253; 436; 441].

Экологическими (адаптивными) называют биологические ритмы, совпадающие с геофизическими ритмами (лунные, сезонные, суточные и иные) [2; 9]. В биологии биоритмы рассматриваются с точки зрения общей адаптации организма к окружающей среде. Биологические ритмы описываются на всех уровнях развития живых организмов – от самых простых биохимических реакций, происходящих в клетках до сложных поведенческих реакций. Например, в различное время суток изменяется ощущение боли, интенсивность кровотока, способность видеть, запоминать, ощущать вкус и запах, восприимчивость к болезням, чувствительность к шуму, психическим травмам, страху и так далее [16; 52; 59; 329; 336]. Биоритмологический подход открывает новые возможности регулирования процессов, происходящих в организме [18; 64; 91].

Циркадианные ритмы обеспечивают оптимальное функционирование организма. Формируют непрерывную периодическую активность всех органов, систем и отдельных клеток организма в зависимости от цикла день и ночь. Способность быстро менять частоту физиологических биоритмов обеспечивает адаптацию организма к различным условиям жизни [12; 16; 29; 34; 323; 327; 440]. Существует предположение, что «биологические» или «центральные» часы существуют для организации нормального существования и временного согласования организма человека как целостной системы [3; 6; 105]. Циркадианные ритмы охватывают все стороны жизни: от изменения частоты родов в течение суток до суточных ритмов при сердечно-сосудистых «катастрофах» (инсультах, инфарктах и т. д.) и смертности [там же; 435; 474].

С возрастом эффективность адаптивных механизмов снижается и происходит некомпенсированное нарушение внутренних регуляторных механизмов. Рядом авторов отмечена чувствительность живого организма к влиянию космических излучений, солнечного ветра, магнитных бурь, различных частот, особое влияние оказывают волны сверхнизких частот [55; 148; 225; 227]. Установлено, что в период магнитных бурь возникают

явления десинхроноза сердечно-сосудистой системы. Явными признаками которого являются изменения амплитуды и периода биологических ритмов сократительной силы сердца [88].

Помимо регулярного чередования труда и отдыха, сна и бодрствования необходимо учитывать воздействие на организм и социальных датчиков времени. К ним относят: колебания интенсивности городского шума, освещения улиц, трудовая деятельности, экстремальные ситуации в профессии и прочее, а также синхронизация ритма каждого индивидуума с общим ритмом жизни коллектива, организации режима жизнедеятельности в соответствии с ритмическими особенностями организма. В профилактике десинхроноза необходимо учитывать совокупность параметров и силу их воздействия: сезонные изменения; многосменная деятельность и её организация, перемещение с изменением часовых поясов; оптимизация умственных и физических нагрузок, соотношение режима труда и отдыха, график и расчёт рациона питания и др. [37-42; 72; 140; 221; 424; 462].

Продолжает оставаться актуальной проблема употребления алкоголя, который является мощным десинхронизатором биологических ритмов. Возникновение серьезных нарушений и сдвиг биоритмов при приёме алкоголя возникает в связи с увеличением его дозы, особенно в утренние и дневные часы. А систематическое употребление алкогольных напитков приводит к появлению хронического и тотального десинхроноза [54; 96; 222; 259; 282; 293-295; 306; 381; 391; 412; 437; 463]. Перечисленные выше нарушения ритмических процессов обусловлены биологическими и социально-экологическими факторами, определяющие адаптацию организма к конкретным условиям окружающей среды [159; 163; 165; 183; 187; 459; 470].

Таким образом, выявлена взаимосвязь и взаимообусловленность понятий «экологическая адаптация» и «биологические ритмы». Физиологические системы живого организма имеют как собственные ритмы, так и подвержены влиянию таких внешних «времязадавателей» как космические, сезонные, суточные, природно-климатические, социальные,

экономические, имеющие экологическую природу, определяющие единое экопространство. Можно констатировать, что экологическая адаптация, может рассматриваться как адаптация, наследственно обусловленная различными физиологическими механизмами и ритмическими процессами, обеспечивающие жизнеспособность и выживание живого организма, в том числе человека, к меняющимся условиям окружающей среды.

1.3.1. Ультрадианные ритмы в оценке здоровья человека

Социальный ритм имеет мощное воздействие на индивидуальный биологический ритм человека. Влияние цивилизации выражается в «диспропорции ритма». В своих трудах Н. А. Агаджанян отмечал, что нарушается эволюционно сложившийся механизм ритма жизни человека в связи с активным развитием науки и техники, миграционными процессами, связанные как с трудовой деятельностью, так и туризмом. Что предъявляет серьезные требования к нервно-психической сфере человека и может приводить к существенным нарушениям регуляции функций организма человека, прежде всего к перенапряжению физиологических систем [7; 17]. Необходимость изучения организма человека в состоянии его трудовой деятельности, непосредственно на рабочих местах, помогает определить возможности и резервы человека. Современные неинвазивные методы позволяют проводить изучение реакций человека в различных условиях его деятельности с учётом циклических процессов в биологических системах разного уровня организации (биологических ритмов).

Организация рационального режима труда и отдыха является необходимым условием оптимизации жизнедеятельности и нагрузок, которые являются основными требованиями физиологических и психических основ труда и учебы [70] (рис. 5).

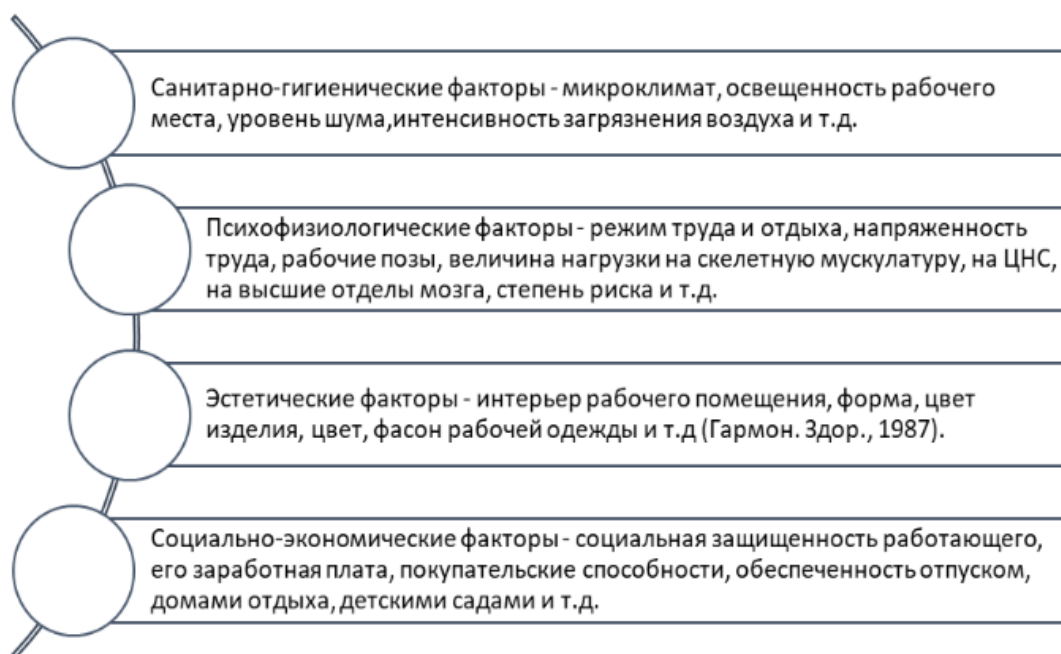


Рисунок 5. Группы факторов, влияющие на трудовую деятельность человека

Ритмичность труда заключается в распределении нагрузки в течение дня, недели, месяца, года. В основе ритмичности лежит чередование процессов возбуждения и торможения. К снижению работоспособности могут приводить следующие факторы: чрезмерное утомление при высоком темпе работы, нарушение режима труда и отдыха, высокий уровень темпа жизни и другие. Важным условием экономичной и высокопроизводительной работы является организация оптимального режима труда и отдыха [119; 274; 291].

В последние годы достаточно изучены циркадианные ритмы, но мало изучены ультрадианные. По мнению А. А. Сорокина [201] необходимо учитывать ультрадианные ритмы. Накапливаются новые экспериментальные и клинические данные российских биоритмологов таких как Д. Г. Губин [82-83] (экстрациркадианная диссеминация); О. Н. Рагозин, М. В. Бочкарев [183] (эффект интерференции ультрадианных ритмов и динамика амплитуд ультрадианных ритмов).

В современных хронобиологических исследованиях у ряда физиологических функций установлены различные ультрадианные и инфрадианные компоненты суточного ритма. В частности, дана полная

характеристика спектральной составляющей биоритмов сердечно-сосудистой системы на различных этапах онтогенеза [211; 224]. Ультрадианные ритмы отражают особенности протекания основных физиологических процессов, характеризуя механизмы краткосрочных физиологических реакций живого организма, осуществляющиеся на разных уровнях их организации [48; 164; 478].

В. Я. Бродский при изучении количественных изменений белков, характеризовал выявленные ритмы с периодом около одного часа (околочасовые ритмы) как фундаментальное общеклеточное свойство. Ультрадианные ритмы связаны с цикличностью метаболических процессов, что указывает на их эндогенность [55; 185]. Они являются одним из важнейших компонентов временной организации тканей и могут вести себя как регуляторные осцилляторы [185]. Ультрадианные ритмы служат надежным маркером морфологической зрелости, а также являются показателем функциональной активности ткани [265]. Что может указывать на значимость их изучения для понимания адаптивных процессов.

Однако есть мнение, что изменение формы циркадианной кривой артериального давления и частоты сердечных сокращений связано с влиянием ультрадианных ритмов [227]. Такое явление объясняется математической составляющей ультрадианных ритмов, необходимой для моделирования истинной формы циркадианного ритма артериального давления, приближающегося к волне синусоиды [392]. Ультрадианные ритмы могут не зависеть от 24-часовой периодичности [365]. Есть точка зрения, что ультрадианные ритмы являются одним из механизмов адаптивной реакции организма [124; 125]. Проявления десинхроноза затрагивают в первую очередь систему регуляции сосудистого тонуса, что проявляется в исчезновении циркадианной ритмики и появлении выраженной ультрадианности [224; 335; 345]. Можно констатировать, что циркадианные ритмы в среднестатистическом диапазоне совпадают с ультрадианными и между

ними не отмечается достоверных различий, поскольку вероятна компенсация между активным (дневным) и пассивным (ночным) периодами.

1.3.2. Исследование экологических аспектов циркадианного ритма

Экологический подход основан в изучении циркадианных ритмов и выявлении адаптивной роли организма к условиям окружающей среды. Г. В. Кузнецов и В. Б. Соколов (1978) отмечали, что в экологическом подходе циркадианные ритмы и ультрадианные ритмы имеют важное значение в понимании адаптивных механизмов живого организма.

Исследованиями показано, что смена дня и ночи является циркадианной ритмичностью. Эти колебания внешней среды имеют наибольшую значимость во временной организации деятельности живой системы [34]. Н. А. Агаджанян и А. М. Алпатов (1984) высказали предположение, что околосуточные ритмы являются фундаментальным генетическим свойством живого, поскольку обладают всеобщностью, универсальностью, стабильностью, строгой закономерностью, получившее своё развитие в других исследованиях [6; 9; 10; 32]. Сопряженность с внешними суточными геофизическими циклами связывают с циркадианной ритмичностью, что позволяет выделить из всего спектра биологических ритмов именно околосуточные [34-35; 401]. Все живые организмы как самые точные часы отмеряют время. Во времени ориентирована каждая клетка целостного многоклеточного организма, обнаруживая уникальное свойство циркадианных ритмов – сохранность в условиях изоляции неограниченно долго, не выходя за пределы 20-28 часов. Иначе говоря, средний период околосуточного ритма не равен суткам, общепринятым в социуме [34; 248; 270-271; 288]. Эта закономерность названа феноменом циркадианности [34].

В хронобиологических исследованиях используется циркадианный индекс (ЦИ), наиболее простой из показателей. Это соотношение среднедневной частоты сердечных сокращений к средненочной. Он считается

основной характеристикой структуры суточного ритма. У здоровых лиц старше 3 лет ЦИ не имеет половозрастных различий и находится в диапазоне $1,24 - 1,44$ у.е., средние значения во взрослой популяции находятся в пределах $1,32 \pm 0,08$ у.е. Выявлены коррелятивные связи циркадианного индекса (ЦИ) с симпатической активностью нервной системы в дневное время, а парасимпатическая активность нервной системы – в ночное время суток. У здоровых людей, работающих посменно, суточная структура сердечного ритма достаточно устойчива к смене периодов сна и бодрствования [303; 310-313; 318; 357; 366].

Околосуточная активность всех органов живой системы подчиняется своей временной ритмичности. Выявлена тесная связь колебательных ритмических явлений и колебаний внешней среды. К этим колебаниям относят: смену света и темноты; колебания температуры, влажности и других метеофакторов; сезонность; солнечную активность и другие.

Биоритмологически выявлено, что [96]:

- — наибольшая частота сердечных сокращений, повышение артериального давления наблюдается к 18 часам, наименьшие показатели пульса наблюдаются около 4 часов, а артериального давления – примерно около 9 часов;
- максимальная проницаемость капилляров приходится на 18 час, минимальная – на 2 часа ночи;
- внутриглазное давление так же имеет периодичность: утром повышается, а вечером снижается;
- работоспособность сердечно-сосудистой системы имеет два пика низкой активности, примерно в 13 часов и 21 час. Изменение биоэлектрической активности сердца наблюдается в этот временной период;
- увеличение количества адреналина в крови приходится на 9 часов утра, до начала периода двигательной активности, что обуславливает достаточно высокую психическую активность человека в первой половине дня.

Исследования Н. А. Агаджаняна (1987) показали, что работоспособность органов кровообращения в различное время дня неодинакова, поскольку два раза в сутки (около 13 ч и 21 ч) она резко снижается [8; 9; 11; 23]. Работоспособность сердечной мышцы в определенные часы суток уменьшается.

Выявлено снижение активности биопотенциалов мозга в ночные часы между 2 и 4 часа (понижается память, отмечается замедленность в действиях), в это же время снижается мышечная сила. При сменной ночной работе в профилактике техногенных катастроф необходимо учитывать данные особенности. Установлена связь между изменениями сердечной деятельности и факторами внешней среды, а также влияние на работу сердца словесных раздражителей (вторая сигнальная система) [8; 23]. При организации процессов жизнедеятельности необходимо учитывать обобщённый опыт изучения периодических изменений организма человека, включая умственную, физическую и психическую. Максимальная активность приходится на первую половину дня (до 12-13 часов); спад активности происходит во второй половине дня (до 15-16 часов); небольшой подъем активности приходится на вечер (20-21 час) и минимальная активность приходится на поздний вечер и ночь [7; 8; 65-66]. Это позволяет ученым выразить общий суточный ритм, который можно использовать в профилактике десинхронозов [17; 32; 96-97].

Суточный ритм температуры тела имеет наибольшее значение для адаптации организма к постоянно меняющимся условиям окружающей среды. Он выполняет роль своеобразного биологического синхронизатора. И. П. Павлов установил, что временной интервал фиксируется благодаря сердечно-сосудистой и дыхательной системам и может быть условным раздражителем, как бы отсчитывая внутреннее время в организме [177].

Чередование сна и бодрствования главное условием организации режима деятельности и отдыха всех ритмов организма человека. Каждый цикл состоит из двух фаз – фазы медленного NREM-сон (без быстрых движений

глазных яблок) и фазы быстрого (парадоксального) сна REM-сон (с быстрыми движениями глазных яблок) [289; 291; 297; 350; 372; 396]. Фаза NREM-сна занимает 75 - 80% и REM-сна – 25 - 20%. В мозговых структурах регистрируется быстрая ритмическая активность, происходят быстрые движения глазных яблок, возникают вегетативные и эндокринные «бури», наблюдаются колебания артериального давления, частоты дыхания, сердечных сокращений. Во время сна отмечаются изменения в головном мозге, которые сопровождаются соответствующими реакциями вегетативной и гуморальной регуляции, происходит обработка информации, полученной в течение дня, а также стабилизация психоэмоциональной сферы. Системы и процессы синхронизируются, энергетический потенциал восстанавливается [1; 6; 8; 10; 28; 35; 172]. При условии нормального сна обеспечивается эффективное бодрствование [49; 67-68; 265]. Сон, как физиологическое состояние, в котором человек проводит до одной трети жизни [272; 329; 357; 365; 382; 445], сменяет бодрствование. В этот период отсутствует сознательная психическая деятельность, снижаются реакции на внешние раздражители [85; 99; 121; 448; 460-461]. При ортодоксальном сне (медленном) человек погружается в сон без сновидений, электрическая активность мозга снижается, замедляется дыхание и пульс, отсутствует движение глаз.

Ортодоксальный сон (75 - 80% от всего сна) имеет четыре стадии, которые имеют разную электрическую активность мозга и глубину. После медленного сна человек отмечает отсутствие сновидений [67]: дремота (засыпание); поверхностный сон; дельта-сон, приходится на 3-ю и 4-ю стадии (Вейн А.М., 1991).

Парадоксальный (быстрый) сон (длительность сна 20-25%) связан с усилением мозгового кровотока, частоты сердечного ритма и дыхания, быстрым движением глазных яблок и порогом пробуждения (высокий или низкий). Чувство отдыха зависит от качества быстрого сна. В норме

у здоровых людей в парадоксальной фазе сна возникают сновидения [134; 427].

Анализ литературных источников показал, что депривация сна вызывает резкое ухудшение памяти, внимания, снижается уровень функциональных возможностей организма. Частая депривация сна влияет на возникновение беспокойства и подавленности, что может привести к психическим расстройствам. С. Данкелл (1994) определил две функции сна [89] (рис. 6):

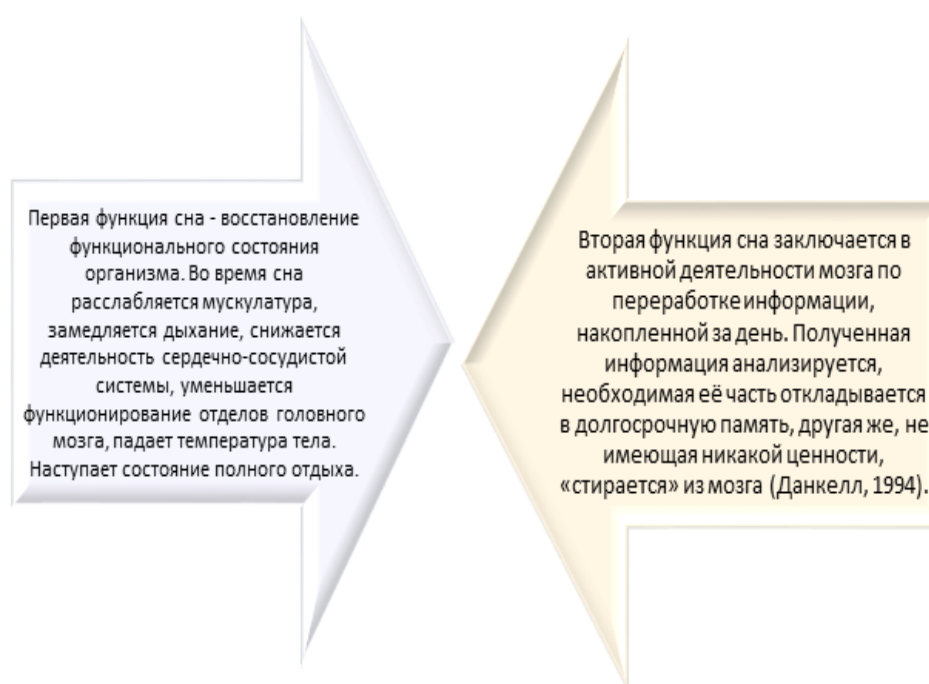


Рисунок 6. Сон и его функции (Данкелл С., 1994)

Постоянное недосыпание отрицательно сказывается на здоровье человека, вызывая неблагополучие в психологическом, эмоциональном и физическом состоянии [121-122; 136].

Центральный осциллятор биологических часов расположен в супрахиазмальных ядрах (СХЯ) переднего гипоталамуса «на дне» головного мозга, у самого его основания. Супрахиазматические ядра (СХЯ) гипоталамуса располагаются билатерально симметрично над зрительным перекрестом (хиазмой) с каждой стороны III желудочка головного мозга. СХЯ содержат всего около 20 тысяч нервных клеток у человека. Внутриклеточная петля обратной связи СХЯ является основным механизмом «молекулярных

часов» [134-136; 313; 372]. Свет возбуждает светочувствительные ганглиозные клетки сетчатки, в которых содержится меланопсин (световой рецептор, измеряющий интенсивность света). Длинные отростки этих клеток образуют нервный тракт, идущий от сетчатки до зрительного перекреста в составе зрительного нерва, оканчивающийся на супрахиазматических ядрах переднего гипоталамуса. Ганглиозные клетки сетчатки возбуждают несколько внутриклеточных активирующих молекулярных каскадов в нейронах СХЯ [134-136]. Вызванная светом активация синтеза соответствующих белков приводит к длительному подавлению активности часовых генов, адаптируя организм к местному световому циклу [398; 401; 473].

Отмечается, что обычный электрический свет малоэффективен в активации часовых генов из-за спектрального состава [313; 343; 383; 393]. Основной цикл составляет 24 часа, однако у большинства людей он достигает 25 часов. В ночное темное время верхним придатком головного мозга вырабатывается мелатонин, который является регулятором циркадианного ритма, свет может мгновенно блокировать его синтез [101; 262; 312; 321; 332-333; 450]. Динамический гомеостаз в системе регуляции внутрисуточной ритмики регулируется световой стимуляцией. Нейроны СХЯ имеют возбуждающий и тормозной эффект на эпифиз. В свою очередь мелатонин тормозит разряды нервных клеток в СХЯ [50-52; 210].

В отечественных и международных исследованиях раскрывается роль мелатонина эпифиза во внутрисуточной и сезонной ритмике, цикле сон-бодрствование, в репродуктивном поведении, терморегуляции. Роль мелатонина заключается в торможении механизмов бодрствования, что вызывает сонливость. Наблюдается нарастание уровня мелатонина [50; 133; 142; 271; 291; 355; 467]. Иммунные реакции, внутриклеточные антиокислительные процессы, старение организма, опухолевый рост и психиатрические заболевания так же зависят от мелатонина [227; 401; 403; 419; 422; 472; 474; 476] (рис. 7).

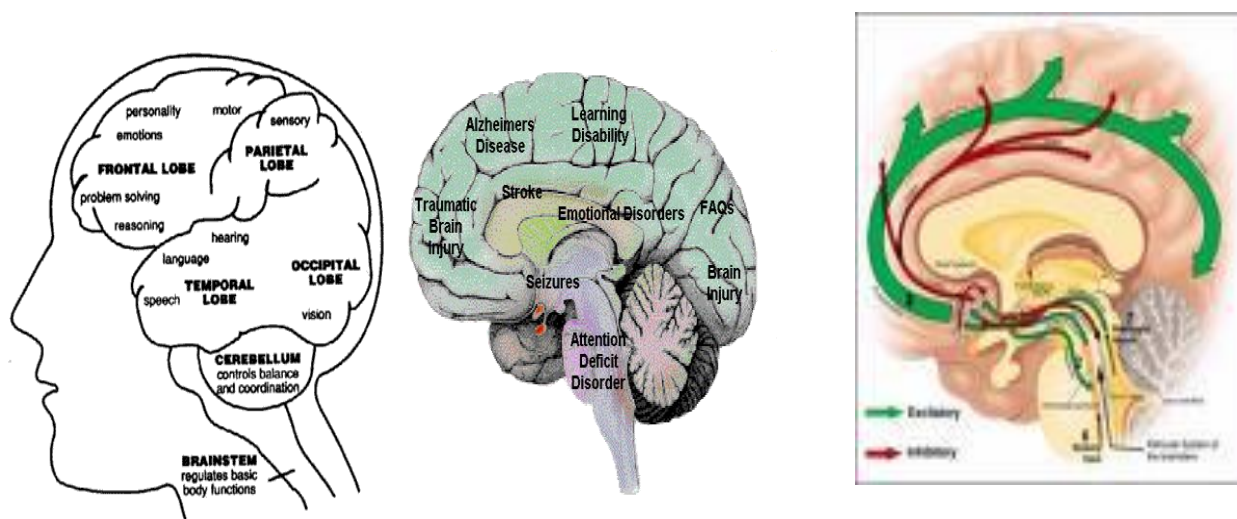


Рисунок 7. Центры управления «биологическими часами» [482]

При трансмеридиональных и трансширотных перемещениях, сменной работе, пребывание в арктических и антарктических широтах, возникает десинхронизация, что сказывается на выбросе мелатонина в кровь [243; 270; 456]. Мелатонин участвует в гормональной регуляции суточного ритма и обладает широким спектром действия. Выявлены прямые связи СХЯ с органами (печень, надпочечники и другими), через которые осуществляется нервная регуляция суточного ритма периферических органов (селезенки, миндалин, лимфоузлов) [261; 380; 390; 397; 413]. Также выявлено влияние мелатонина на кислородзависимые процессы, кислородтранспортную функцию крови, поддержание прооксидантно-антиоксидантного равновесия [79-80; 107-109; 476; 479-480].

От циркадианной ритмичности зависит нервная и гуморальная регуляция физиологических процессов, например, вегетативная нервная система, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая и ренин – ангиотензин – альдостероновая систем. Эти процессы синхронизируются как внешними синхронизаторами, так и за счёт взаимной синхронизации. Акрофаза концентрации норадреналина, адреналина, адренокортикотропного гормона (АКТГ), кортизола, эндотелинов плазмы крови отмечаются в утренние часы.

Акрофаза экскреции катехоламинов с мочой приходится на 15 часов. В настоящее время анализ небольшого количества метаболитов биомаркеров, таких как мелатонин и кортизол [323; 333; 451; 456] используются для характеристики суточного режима как в исследованиях сна, так и циркадных ритмов. Исследования сна обычно сосредоточены на изменениях в организме, которые коррелируют со статусом сна [267], в то время как циркадные модели используют выборку с более высоким временным разрешением для оценки осцилляционных паттернов в физиологии [433] с учётом показателей амплитуды, фазы и периода.

Таким образом, анализ литературных источников показал, что, не смотря на пристальный интерес учёных к околосуточным/циркадианным ритмам, казалось бы, многогранность подходов к их исследованию, появление новых методов и методик указывают на необходимость изучения ультрадианных ритмов и их значение в суточной цикличности. Следует подчеркнуть, что анализ биоритмологических показателей смены сна и бодрствования позволяет рекомендовать конкретному человеку индивидуальный режим труда и отдыха.

1.4. Хронобиологический потенциал трудовых ресурсов в экстремальных условиях экологической инфраструктуры

Новое столетие характеризуется активным развитием труднодоступных областей от Калининграда до Дальнего Востока. Использование авиационной техники в воздушном пространстве, кораблей и батискафов для погружения в морские глубины, работа в горных и пустынных районах, а также в Арктике и Антарктике, освоение космического пространства сегодня стало привычным явлением в жизни люди. Технический прогресс облегчил и вместе с тем усложнил труд операторов. Актуализация исследований адаптации человека к различным экологическим условиям связана с пребыванием человека в труднодоступных районах планеты. Что позволяет прогнозировать

экологическую адаптацию, отслеживать функциональное состояние, оценивать работоспособность человека в экстремальных условиях. К этим условиям можно отнести: температурную нагрузку, гипергравитацию, шумы и вибрацию, и их интенсивность, колебания барометрического давления, изменение парциального давления газов, информационную нагрузку, работу в условиях дефицита времени, угловые ускорения, урбанизацию и др. Особую актуальность приобретают исследования воздействия экологической среды (загрязнение воздуха, почвы, воды) на человека в условиях экстремальной профессиональной деятельности и выполнение поставленных задач с целью профилактики возникновения техногенных катастроф. Любая профессиональная задача связана с физическими и нервно-эмоциональными нагрузками. Перенапряжение регуляторных систем в условиях экстремальной профессиональной деятельности может привести к срыву компенсаторно-приспособительных механизмов [127; 179; 184; 405; 416-417].

Проникновение человека в более высокие широты представляет сложность для постоянного проживания человеческой популяции в силу многих причин. Однако, стремление общества к территориальному освоению может привести к изменениям как природной системы Арктики, так и могут отразиться на здоровье тех, кто эти территории будет осваивать. Столкновение двух глобальных проблем, требует разумного, целесообразного решения.

1.4.1. Экологические проблемы развития Арктики

Стратегия развития арктической зоны Российской Федерации и разработанная государственная политика РФ в Арктике на период до 2020 года определяют основные механизмы, способы и средства достижения стратегических целей, приоритетов устойчивого развития и обеспечения национальной безопасности (рис. 8).



Рисунок 8. Приоритетные направления в стратегии развития Арктической зоны [180; 206]:

Социально-экономическое развитие региона зависит от качества жизни как коренного, так и пришлого населения Арктической зоны РФ. Темпы научно-технического и социально-экономического прогресса зависят от состояния здоровья и возможности выполнять трудовую деятельность [91; 182; 188; 198; 288; 418]. Необходимо осуществлять оценку качества жизни, здоровья населения, что является частью процесса стратегического планирования развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности. Территории Севера являются стратегическими, где имеются запасы полезных ископаемых, в частности углеводородного сырья, которые способны удовлетворить в будущем энергетические потребности. Арктические широты отличаются низкой плотностью населения, обусловленной суровыми природно-климатическими особенностями. Арктический пояс представлен островами и архипелагами островов. Новая Земля протянулась дугой почти в 1000 км, а ширина составляет от 25-30 до 140

км, разделяя Карское и Баренцево моря. В геолого-тектоническом отношении это естественное продолжение к северу Урало-Пайхонской горной системы. Архипелаг состоит из двух больших островов – Северного и Южного, разделенных узким проливом Маточкин Шар, и большого числа примыкающих к ним мелких островов. Наибольшую площадь на Новой Земле занимают горы, протягивающиеся несколькими цепями вдоль длинной оси островов. Климат Новой Земли обусловлен ее высокоширотным положением и нахождением в ложбине северо-восточного отрога Исландско-Карского барического минимума. Морозы сильные. На северо-востоке Новой Земли по сравнению с ее юго-западной частью морозы сильнее, а количество осадков меньше [95]. Особый интерес представляют острова Франца Иосифа, одни из самых северных арктических пограничных территорий России, на которых построено уникальное сооружение – Арктический трилистник. Состоит из 192-х островов. Делится на три части: восточную, центральную и западную. Климат арктический. Средняя годовая температура составляет около -12° , январе – -24° С (минимальная – до -52° С), июль – от $-1,2$ до $+1,6^{\circ}$, ветер достигает 40 м/с, осадков выпадает от 200 до 550 мм в год.

В 2013 году в России была утверждена стратегия развития арктической зоны Российской Федерации и принята федеральная программа социально-экономического развития этого региона до 2020 года, с последующей коррекцией до 2025 года [94; 174; 206]. Однако в документах, касающихся развития Арктики, практически ничего не говорится о профессиональной подготовке специалистов с учётом безопасности здоровья трудовых ресурсов, которые будут осуществлять реализацию данной программы. На территории Арктики предполагается предоставление людям современных возможностей жизнеобеспечения и удовлетворения их социально-бытовых и культурных потребностей, так же реализация поддержки профессионального образования. Например, в подпрограмме «Реализация образовательных программ профессионального образования», которая касается в целом всех регионов РФ. К сожалению, в постановлении отсутствует чётко обозначенная

необходимость мониторинга профессиональной подготовки специалистов для работы в условиях арктических широт. Анализ документов по социально-экономическому развитию Арктики позволил выявить противоречия в реализации постановлений, например,

- выделены направления социально-экономического развития Арктики, но не фиксируется внимание на комплексном медико-биологическом, психологическом и социально-экологическом мониторинге;
- обозначена необходимость жизнеобеспечения и удовлетворения социально-бытовых и культурных потребностей, но отсутствуют понятия, связанные с заботой о сохранении профессионального здоровья трудовых ресурсов и его мониторинга;
- предполагается поддержка реализации образовательных программ профессионального образования, но не конкретизированы направления подготовки и повышение квалификации.

Вице-президент РАН Н. П. Лаверов ещё 19 мая 1997 года обратился в Совет безопасности РФ с письмом о необходимости рассмотреть и поддержать предложения по медико-экологическому мониторингу регионов и городов России согласно Федеральному закону от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 29.12.2017) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [215; 235]. Письмо было инициировано специалистами, понимающими особенности протекания современных природных, антропогенных, социальных процессов. Одной из важных проблем является здоровье трудовых ресурсов, осуществляющих свою профессиональную деятельность в экстремальных условиях окружающей среды.

Проведенный анализ научных статей по медико-биологическим проблемам здоровья специалистов, осуществляющих профессиональную деятельность на Крайнем Севере и Арктике РФ (2005-2016 гг.) выявил, что сведения по проблемам здоровья не систематизированы, разрозненны. Не разработанными остаются критерии оценки здоровья и экологической адаптации, включая социально-психологическое направление.

Соответственно не разработаны модели медико-экологического мониторинга медицинского, психологического, психического и социального здоровья с учётом экстремальных условий труда в арктических широтах.

1.4.2. Хронобиологические исследования адаптационных возможностей трудовых ресурсов в экологических условиях высоких широт

Понятие человеческие ресурсы получило широкое использование как научный термин не только в социологии, но и других науках. В медико-биологических и психологических науках его целесообразно использовать в комплексной характеристике адаптационных возможностей, как конкретного человека, так и групп населения в различных условиях среды. В литературных источниках отмечается, что человеческий фактор определяется филогенезом психофизиологических резервов человека. С развитием синергетической методологии, человеческие ресурсы рассматриваются как саморазвивающаяся диссипативная система, в таком случае влияние внешних факторов на адаптацию к экстремальным условиям и ситуациям целесообразно рассматривать на основе фрактального детерминизма. На современном этапе развития фундаментальной науки о человеке и земле природная система Арктики и её влияние на человека является «белым пятном» в науке.

Нами проанализировано более 140 литературных источников, направленных на изучение особенностей адаптации человека к ритмическим условиям арктических широт. В данной работе представлен анализ некоторых аспектов данной проблемы по российским исследованиям.

В первую очередь следует обратить внимание на монографию В. И. Евдокимова «Наукометрический анализ научных статей по медико-биологическим проблемам у специалистов экстремальных профессий на Крайнем Севере России (2005–2016 гг.) в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)», в которой представлен статистический анализ

русских научных публикаций [100]. Из приведенного примера не сложно понять, что проблема изучения потенциала человеческих ресурсов исследуется, но, выраженной системности не отмечается, что подчёркивает необходимость систематизации данных о человеческих ресурсах именно в хронобиологическом аспекте.

Ведущей и основной задачей физиологии является раскрытие механизмов приспособления человека к чрезвычайным условиям существования. Фундаментальные труды И. П. Павлова, И. М. Сеченова, Н. Е. Введенского, Л. А. Орбели, К. М. Быкова, П. К. Анохина, Г. Селье и других легли в основу изучения и понимания реакций организма на действие экстремальных факторов внешней среды. Основная парадигма в физиологии и медицине заключается в универсальности системного ответа организма на интенсивные и качественно разные раздражители, а также значение адаптивных и компенсаторных реакций на действие неблагоприятных факторов окружающей среды. Нарушение интеграции защитных реакций организма приводит к развитию критических состояний и рассматривается как угроза жизни. Особую актуальность приобретают прикладные разработки в современном развитии науки, а также теоретическое обобщение вопросов об экстремальном взаимодействии различных факторов и условий окружающей среды на организм человека. Возрастает необходимость в характеристике воздействия экстремальных раздражителей на организм и определения их механизмов. Это позволит понять в каких случаях они приведут к кумуляции и взаимному потенцированию неблагоприятных эффектов, а в каких – к компенсации и адаптации. А также позволит понять, как организм выдерживает эти воздействия и при этом готов выполнять задачи профессиональной деятельности без отрицательных для здоровья последствий. Основная цель таких исследований заключается в том, что необходимо разработать средства и способы оптимизации. Конечной же целью различных физиологических исследований, посвященных проблеме экстремальных воздействий, являются обоснование и разработка средств

и способов оптимизации функционального состояния организма, возможности его восстановления и работоспособности в экстремальных условиях профессиональной деятельности [61-63; 103; 120; 128; 141; 166; 168-172; 175-176; 178; 189-191; 194; 196].

В качестве экстремального может выступать любой природный или техногенный фактор, его доза, интенсивность и длительность воздействия, превышающая нормированную критическую величину. От этого воздействия зависит развитие состояний, которые могут приводить к изменению в здоровье и работоспособности, либо являть не совместимыми с жизнью и приводить к смерти организма. Экстремальность, как фактор среды, является относительной по воздействию на организм человека и может приводить как к выраженным функциональным и даже структурным изменениям, так и к полной компенсации нарушений гомеостаза с развитием устойчивого приспособления, что указывает на индивидуальные реакции организма [60; 70; 81; 102; 113; 147; 168-169; 197; 330; 348].

К экстремальным факторам относят: физические, химические, информационные, биологические. В совокупности или по отдельности эти факторы могут приводить нарушению гено- и фенотипически детерминированных компенсаторно-приспособительных реакций организма и возникновению дезадаптации. В условиях космического полета, длительного плавания на организм человека воздействует совокупность этих факторов, что взаимно отягощает адаптацию. Следует учитывать интенсивность, длительность и комбинированности воздействия экстремальных факторов на организм человека. Значимость исследований физиологии человека в экстремальных условиях окружающей среды в профессиональной деятельности возрастает в связи со снижением адаптационного потенциала у лиц молодого возраста, наблюдаемой у них нервно-психической неустойчивости, истощение компенсаторных свойств организма. Снижается доля трудоспособного населения старшего возраста, увеличивается процент хронических заболеваний. Предельное напряжение

компенсаторных механизмов, их срыва, необратимая декомпенсация, усиление метаболических процессов в адаптационно-компенсаторных реакциях приводит к возникновению экстремального состояния [196; 200; 224; 232; 245].

Гомеостатический диапазон физиологических функций и резервных возможностей организма играет ведущую роль в резистентности организма к экстремальным воздействиям окружающей среды. Популяционно приспособление организма к сезонам года, световой периодизации, шла веками и закреплялась генетически. С появлением различных технических средств человек стал перемещаться по всему земному шару приспособляясь к изменениям условий внешней среды. При таких перемещениях изменяется фаза сезонных колебаний природных факторов [102-103]. Способность организма адаптироваться к существующим факторам позволяет длительно прибывать в экстремальных условиях внешней среды.

Не теряют свою актуальность исследования полярников. Значительное проживание в условиях холода, особенно к концу зимовки, приводит к возникновению «синдрома полярной зимовки» [85; 118-119] или «антарктического/арктического синдрома» [406]. Данный синдром характеризуется напряжением центральных, вегетативных и клеточных механизмов регуляции, сопровождающийся изменениями функций гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы [194], что не укладывается в понятие общего адаптационного синдрома, предложенного Г. Селье в 1960 году [193]. Исследованиями установлено, что роль факторов, влияющих на дезадаптационные расстройства у зимовщиков в разные периоды, могут меняться [143-144; 158; 202-205; 231]. В первой половине зимовки влияние оказывают природные факторы. Во второй половине актуализируются социальные факторы, к ним относят: длительную социальную изоляцию, работу в мужском коллективе, трудности в межличностных отношениях и другое. Эти факторы могут приводить к развитию экстремальных состояний. К неспецифическими механизмами

дезадаптации относят дефицит функциональных резервов нейроэндокринной системы, энергетический дисбаланс, нарастающий анаэробный катаболизм с выделением энергии, активация процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), истощение потенциала антиоксидантной системы, нарушение гомеостаза [166; 168; 172].

В биологии и медицине экстремальные параметры принято рассматривать с точки зрения их неблагоприятного влияния на человека. В медицинской экологии термин «экстремальная среда» имеет иной смысл, в него вкладывается выраженность значений тех или иных величин, например, критическое состояние температур или давления.

В классификации, которую предложил А. П. Авцын, необходимо учитывать индивидуальную устойчивость человека к негативным факторам среды, его генотипические (врожденные) и фенотипические (приобретенные в процессе эволюции) особенности и т.д. (рис. 9).

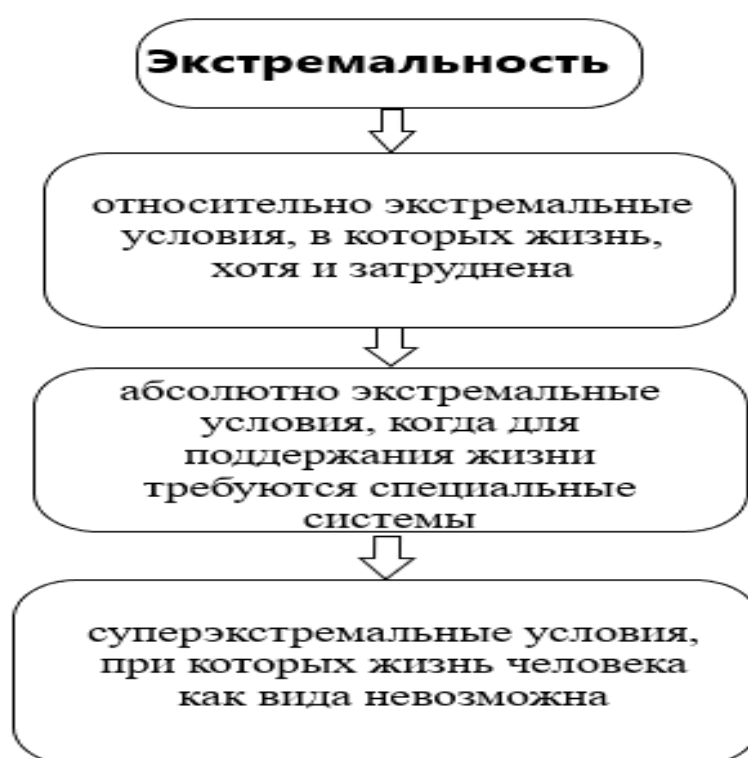


Рисунок 9. Степени экстремальности (Авцын А.П., 1974) [4; 5].

У лиц старше 40 лет, находящихся в экстремальных условиях пониженной температуры Арктики и Антарктики, к концу зимовки наблюдаются следующие нарушения: изменяются проводимость и сократительная способность миокарда, его гипоксия, стойкие гипер- и гипотензивные реакции, появляются функциональные шумы в области сердца. Согласно исследованиям, данные нарушения связаны не только с воздействием природных факторов, но и с продолжительной гиподинамией, нарушением электролитного баланса в организме вследствие длительного употребления консервированной пищи, обедненной микроэлементами и снежной воды. Резкие перепады температур воздуха и атмосферного давления вызывают нарушения в деятельности нервной и сердечно-сосудистой системы у лиц с высокой метеолабильностью. Обследуемые отмечают головные боли, раздражительность, боли в области сердца, повышение или падение кровяного давления, бессонницу и др. [171; 428]. Соответственно возрастает роль прикладных исследований в изучении особенностей механизмов адаптации человека к различным условиям в зависимости от индивидуальных свойств, систем регулирования функций, их реактивности и устойчивости, пластичности и функциональных резервов. Необходима разработка критериев оценки адаптивных возможностей организма, прогнозирования состояния для своевременной помощи.

В классических работах русской физиологической школы И. М. Сеченова, И. П. Павлова, Л. А. Орбели, К. М. Быкова отмечается проблема единства организма и внешней среды. В настоящему времени в отечественной и зарубежной литературе накоплен большой опыт исследований адаптации организма к неблагоприятным условиям, однако ряд вопросов остается малоизученным [44; 59; 172; 176; 194; 442]. Необходимо обратить внимание на разработку методологических основ заявленных проблем, в частности изучение индивидуальных особенностей адаптации организма к экстремальным факторам. В готовности выполнять экстремальную профессиональную деятельность индивидуальная

устойчивость и адаптационные возможности организма имеют решающее значение [171; 219; 229; 230; 447].

Следует отметить важную роль сохранения естественных биоритмов человека, пребывающего в условиях полярного дня и полярной ночи, обратной сезонности года. Нарушение периодичности этих факторов нарушают естественные биоритмы организма. Акрофаза (максимальные значения) физиологических процессов сдвигается и не соответствует основному циклу сон-бодрствование. Выделения биологически активных веществ, например, глюкокортикоидов, в период полярной ночи отмечается в вечерние часы (максимальный выброс), а в норме он происходит в первой половине дня [92-93]. В зимнее и весеннее время выявлены наибольшие биоритмологические отклонения физиологических и биохимических процессов от принятой нормы. Так адренокортикотропный гормон (гормон передней доли гипофиза) и катехоламины (адреналина и норадреналина) повышены на протяжении всей зимовки полярников. Что является показателем стрессогенности условий.

Воздействие в течение длительного времени неблагоприятных факторов окружающей среды, таких как: световой режим (полярный день и ночь), климат, социальная изоляция, изменение давления и другое, могут вызывать изменения в организме [235; 244; 257; 286; 299; 327-328; 331; 335; 455]. Процесс адаптации становится длительным, что приводит к напряжению регуляторных систем [4-5; 111-118; 132; 146]. Возникающий «синдром полярной зимовки» [448], «антарктический синдром» [65; 189], «синдром полярного напряжения» [115; 119] указывает на длительность пребывания человека в условиях Крайнего Севера и Антарктики. Данное состояние характеризуется повышенным напряжением различных механизмов регуляции как на организменном [111], системном [58], так и на клеточном уровнях [113]. Отмечено, что согласно классической реакции стресса по Г. Селье в условиях Севера [87] и в условиях Антарктиды реакция напряжения не проявлялась классически. Так как четких изменений функции гипофизарно-

адреналовой системы [65], без учёта центральной нервной системы, не наблюдалось при полярном синдроме [189].

В связи с интенсивным развитием в XXI веке научно-технического прогресса, освоением новых климатогеографических зон Крайнего Севера, арктических широт, активизируются миграционные процессы, появляются новые профессии, которые человеку приходится осваивать впервые. В связи с этим важное значение имеют исследования адаптации различных групп к изменяющимся условиям среды, в которых специалисту приходится выполнять трудовую деятельность в рамках конкретной профессии [235]. Жизнь и деятельность человека в современном обществе неразрывно связана с периодическим или длительным интенсивным влиянием таких неблагоприятных факторов или условий как производственные, экологические, социальные, экономические и другие, на которые организм отвечает адаптационными реакциями и адаптацией [37; 347; 349; 376-379; 387; 405; 414; 426; 444; 453].

На современном этапе развития науки возрастает необходимость поддержания здоровья с целью профилактики техногенных катастроф. Эффективное и безопасное выполнение профессиональной деятельности в экстремальных условиях напрямую связано с потребностью совладания со стрессом [37]. Экстремальные ситуации возникают в любой профессии, а условия – сопровождают трудовую деятельность, связанную с риском для здоровья и жизни.

Российские арктические широты отличаются экстремальными условиями жизнедеятельности, связанные с особенностями географического положения. Протянувшись с запада на восток почти на десять тысяч километров и, находясь в 11 часовых поясах, эта территория обладает многообразными природно-климатическими, гелио-геомагнитными, экобиосоциальными и другими особенностями, которые недостаточно изучены. Освоение Арктики связано с выполнением профессионального труда на тех территориях, на которых человек никогда не обитал. Амбициозные

планы масштабного индустриального продвижения в Арктику, с предполагаемыми инфраструктурными проектами вторгнутся в эволюционно «хрупкий» арктический мир.

Большой научный интерес представляет индивидуальный потенциал ресурсов человека в социально-психологическом аспекте, поскольку трудовая деятельность связана с групповыми взаимодействиями. В отечественных и зарубежных литературных источниках недостаточно отражены результаты исследований человеческих ресурсов к комплексу стресс-факторов различной природы, в том числе арктических широт.

Биологическая целесообразность и физиологическая целостность организма зависят от согласованной деятельности функциональных систем. Одним из ведущих показателей нормального функционирования систем любого уровня является её устойчивость и сохранение хроноархитектоники биоритмов [9; 76; 212-214].

В конце 80-90-х годов прошлого века были проведены блестящие исследования, направленные на изучение адаптации и здоровья населения Крайнего севера России, территория которой тянется на многие тысячи километров с запада на восток.

В условиях высоких широт трудовая деятельность человека подвержена влиянию сложного комплекса факторов как социального, так и геофизического характера. Конкретизация механизмов системной хронобиологической перестройки функций организма является необходимым условием эффективной разработки средств контроля за состоянием здоровья, а также [212]: а) возможности научного прогноза их отдаленных последствий; б) профилактики развития патологии; в) мониторинга индивидуального здоровья; г) оптимальной организации труда для сохранения профессионального здоровья человека, связанной с длительным или кратковременным пребыванием (вахтовой и экспедиционно-вахтовой) в экстремальных природно-климатических и сезонных условиях севера.

Исследования в данной области имеют свою историю и связаны с социально-экономическим освоением северных широт России [118].

Анализ литературных источников выявил, что в основном работы посвящены характеристике, в том числе сравнительной, отдельных физиологических показателей. Большая часть изученной литературы по проблемам адаптации человека к условиям севера посвящена изучению функционального состояния физиологических систем коренного и пришлого населения к суровым природно-климатическим условиям Крайнего Севера европейской, западносибирской, и меньше, восточносибирской части России. В связи с освоением природных ресурсов, где нет постоянно проживающего населения эффективно стала использоваться такая нетрадиционная форма труда, как вахта.

Большой интерес представляют медико-биологические исследования вахтовой и экспедиционно-вахтовой трудовой деятельности на Крайнем Севере. Так, установлено, что непосредственно в экстремальных условиях Заполярья, у лиц, занятых экспедиционно-вахтовой формой труда наблюдается распространенность артериальной гипертензии [81]. Полученные фундаментальные медико-биологические сведения изучения адаптационных ресурсов «вахтовиков» выявили развитие существенных морфофункциональных изменений в организме работников, связанных с незавершенной адаптацией [16; 31; 145].

Концепция «незавершенной адаптации» позволила обосновать режим труда и отдыха для населения крайних северных широт. Так исследованиями отмечается, что особое значение приобретает физиологический уровень реагирования и изменения психоэмоционального статуса в случае экспедиционно-вахтового труда, поскольку деятельность работников связана с динамичной сменой природно-климатических зон, часовых поясов и условий жизнедеятельности [137-138]. Выявлено, что в условиях высоких широт необходим определённый регуляторный фон, устанавливающий сложные психосоматические взаимоотношения, а также сопряженность

и гетерохронность включения отдельных систем, обеспечивающих работоспособность человеческого организма [69].

Н. М. Фатеева, опираясь на труды отечественных и зарубежных исследователей (Быков В.А, Катинас Г.С., 1977; Заславская Р.М., 1994-2001; Колпаков В.В, 1987-1995; Сорокин А.А. и соавт., 2000; Anderson S., 1989; Hilman D.C., 1993; Otsuka K., Cornelissen G., Halberg F., 1997; Rusak, 1977; Rossi A., 1988; Ikonomow O., 1991; Wang Z., 1993 и др.) подчёркивает, что хронофизиологическая диагностика состояния организма, как в норме, так и при различных формах производственной деятельности, в различных экологических условиях является наиболее информативной в оценке и расшифровке физиологических механизмов адаптации и срыва компенсаторно-приспособительных реакций. Наиболее перспективными исследованиями биоритмов является их комплексная характеристика [211-215]. Н. М. Фатеева отмечает, что при челночных перелётах из средних широт в условия Крайнего Севера у вахтовиков сохраняется сезонная динамика физиологических функций с проявлением индивидуально-типологических реакций организма на челночные меридиональные перемещения. Так же автором были определены критерии десинхроноза, которые отличаются при перемещениях из средних широт в условия Крайнего Севера различной выраженностью на действие климатического контраста [213]. Установлены взаимосвязи системной организации биоритмов ультрадианных, циркадианных, циркануальных, сезонных. В условиях интенсивной производственной деятельности на Крайнем Севере при периодической смене климатической среды (вахта 2 типа) наблюдаются изменения гемодинамики, гомеостаза и другое.

Адаптивные реакции кардиореспираторной системы у вахтовых рабочих были изучены А. С. Сарычевым (2011) [189-190]. Автором установлено, что при экспедиционном типе организации утомление у вахтовиков наступает в разные сроки вахтового периода: у симпатотоников – на 1-4, нормотоников – на 20-30, у ваготоников – на 35-40 сутки вахты. При экспедиционно-вахтовой

организации труда у симпатотоников утомление наступает раньше, чем у нормотоников и ваготоников. Исследованиями отмечается, увеличение энергетической стоимости дыхания связанного с напряжением функционирования системы внешнего дыхания при любом типе и режиме вахтового труда [2; 190; 331]. Выявлено, что в динамике ночных смен регистрировалось ухудшение функционального состояния различной степени выраженности в период с 19.00 до 23.00 часов и к 05.00 час. Во всех ночных сменах, независимо от сроков нахождения нефтяников на вахте, отмечалось ухудшение функционального состояния, что является предпосылкой к нештатным ситуациям [83]. Исследователи вахтового метода рекомендуют при формировании рабочих коллективов для работы на нефтедобыче отдавать предпочтение лицам, постоянно проживающим на Крайнем Севере. Однако автор не уточняет хронобиологический и синергетический аспекты исследования, что подтверждает важность заявленной темы и необходимость её продолжения.

Вместе с тем, в разных экологических условиях остается ряд неясных и нерешенных вопросов. В этой связи важное значение имеют фундаментальные исследования по современным проблемам адаптиогенеза и установлению критериев «цены адаптации» в патогенезе экологически обусловленной патологии человека.

В литературе отмечают особенности нервной системы у жителей арктических регионов Европейского Севера России. Выявлено, что во время полярной ночи развиваются признаки сенсорной депривации, возникают депрессивные состояния. В период полярного дня наблюдается нарушение сна, раздражительность, различные вегетативные расстройства, повышенная возбудимость центральной нервной системы и т. д. [24; 48]. На Севере часто встречается и играет важную роль развитие психосоматической патологии.

У жителей Севера выявлена сезонная корреляция обострений патологического процесса нарушения циркадных хроноритмов продукции мелатонина, возникающих в результате изменения фотопериодизма, что

является неотъемлемым условием проживания на этих территориях [208; 388; 397]. В условиях нестабильности и необходимости переадаптации к новым комбинациям средовых факторов (часто токсичных и патогенных для человека) функциональные системы могут быстро исчерпать выбор стратегии вариантов реагирования на стресс [431]. Соответственно, запас прочности системы при параллельных сравнениях популяционных групп пришлого и аборигенного населения высоких широт будет не в пользу генетически адаптированных групп из-за роста «цены адаптации».

В данной части работы акцент сделан на российских исследованиях хронобиологического потенциала человека как условие обеспечения социально-безопасной деятельности в освоении Арктики

- Все исследователи подчёркивают проблемы адаптации человека к природно-климатическим, ритмическим условиям северных широт. Поскольку в освоении Арктики будет принимать участие пришлое население, то чрезвычайно важными, с данной точки зрения, являются сведения о сезонных обострениях функциональных систем патологического характера и нарушениях циркадных хроноритмов продукции мелатонина, возникающих в результате изменения фотопериодизма;

- В анализируемых работах подчёркивается, что полученные сведения об адаптационных ресурсах различных трудовых групп, осуществляющих свою деятельность в освоении арктических широт, свидетельствуют не в пользу их здоровья по сравнению с генетическим потенциалом аборигенов.

Результаты анализа литературных источников показали недостаточную изученность хронобиологического потенциала организма человека с позиции детерминизма, поскольку мы можем регистрировать только линейные показатели. Взгляд на проблему хронобиологического потенциала человеческих ресурсов с точки зрения фрактального детерминизма является недостаточно изученной.

1.5. Направления исследований психофизиологического статуса человеческого капитала в экологических условиях Арктики

Страны, приоритетно специализирующиеся на добывающих отраслях промышленности, проникают в труднодоступные районы, привлекая трудовые ресурсы к тяжёлым, зачастую опасным, условиям труда. Не всегда освоение таких территорий, как арктические широты, продумано и целесообразно, поскольку влечёт за собой комплекс проблем: экологических, природно-климатических, медико-биологических, психологических и других.

Важной, но недостаточно финансируемой проблемой, является здоровье трудовых ресурсов. Поиск и добыча нефтегазоносных залежей в арктических российских широтах требует от работников здоровья, в том числе психологического [74; 106; 194; 199; 205; 210; 389; 399; 452].

Проведенный анализ литературных источников показал, что этим вопросам российскими исследователями уделяется недостаточно внимания. В связи с этим, мы обратились к различным источникам, в которых освещена проблема психофизиологического статуса человеческого капитала, осуществляющего свою трудовую деятельность в циклических условиях Арктики.

Психофизиологический статус определяет потенциальные возможности организма человека как субъекта или личности в условиях освоения человеческой деятельности, в том числе профессиональной [145; 147]. Требования к психофизиологическому статусу зависят от сложности труда, и увеличиваются в условиях её опасности для здоровья. Поскольку освоение Арктики, на государственном уровне рассматривается как фактор инновационного развития российской экономики, то трудовые ресурсы будут представлять собой человеческий капитал.

Социум создает свои ритмы, в которых существует эволюционно заложенные биологические ритмы человека. В качестве таковых выступают

изменения внешней среды (температура, интенсивность или продолжительность света) и изменения внутреннего состояния и поведения, такие как движения или неподвижность, бодрствование и сон, голод и прием пищи, магнитные поля, физические нагрузки и прочее [8; 9; 11; 132; 296]. Социальные факторы, такие как межличностные отношения, физические нагрузки, психофизиологические и социальные. Работа в экстремальных условиях и ситуациях предъявляет особые требования к здоровью человека не только в медицинском аспекте, но и психологическом (психическое, психологическое, социальное).

Известно, что высокие широты характеризуются активностью магнитных и солнечных бурь, особенно в переходные периоды. С точки зрения влияния солнечных и магнитных полей на поведение человека, проживающего или пребывающего в Арктику, являются слабо изученными и представляют несомненный интерес.

Хронофизиологические исследования проведенные под руководством академика Н. А. Агаджаняна в условиях Заполярья показали, что временная организация организма в различных экологических условиях имеет свои особенности [9; 234-235; 239]. Так, выживанию людей в экстремальных ситуациях способствует синхронизация биоритмов и имеет важное адаптивное значение [183; 235]. У людей на Крайнем Севере в связи с изменениями циркадианной структуры выявлены внутрисистемные десинхронозы [там же]. При трансширотном перемещении наблюдается сезонная десинхронизация. При перелёте на север амплитуды внешних синхронизаторов вызывают уплощение биоритмов. Циркадианная организация ослабляется, а межсистемные корреляции частично разрушаются [26; 57; 104; 147; 178; 235]. Трансмеридиональный перелёт влечёт за собой циркадианный десинхроноз. Следует понимать, что работники вахтового метода осуществляют трансширотный и трансмеридиональный перелёт для осуществления трудовой деятельности и приступают к работе в условиях

сезонного и циркадианного десинхроноза, что ведёт к срыву адаптационных систем организма.

Некоторые авторы полагают, что слабые магнитные бури, имеющие 27-дневную цикличность, могут быть отнесены к числу «импульсных датчиков» биоритмов, а спорадически возникающие бури – откликами на солнечные вспышки («помехи»), десинхронизирующие деятельность функциональных систем [39; 156; 159]. Во время электромагнитных возмущений, когда разрушается ритмозадающая организация внешней среды, наблюдаются нарушения биологических ритмов [265-229; 276-277; 343; 349; 413].

Исследователями отмечается наличие статистически достоверных корреляций между геомагнитным возмущением и различными характеристиками биологических объектов, в том числе организма человека на различных уровнях его организации [69; 466]. Установлено, что геомагнитный фактор, наравне с солнечным, является временным датчиком, ответственным за циркадианные ритмы, сбой которого ведут к десинхронизации эндогенных ритмов [там же].

В связи с особенностями географического положения у населения северных территорий наблюдается обострение неинфекционных заболеваний и психопатологии [110, 182; 230; 252; 263; 278; 301; 325; 361].

Выявлено, что сменный труд влияет на социальные взаимоотношения, психологическую дезадаптацию и развитие соматической патологии, однако, остаются предметом научных дискуссий [321; 339; 340]. Например, статистические данные у людей работающих в сменном режиме свидетельствуют о повышенной заболеваемости сердечно-сосудистой, нервной системы, нарушении функций органов желудочно-кишечного тракта [285; 357].

Сменная работа снижает производительность труда особенно в ночные часы и в середине дня (с 13.00 до 16.00 часов), изменяется качество сна и увеличивается сонливость, пик которой приходится на 05.00 утра [241-242;

334; 352]. Интервалы между сменами, при скользящем графике, вызывают накопление утомления и медленное восстановление психологических и физиологических функций у людей разного пола и возраста [36; 329; 359].

Достаточно серьезно страдает психологический статус людей, работающих в ночную смену – снижается внимание, увеличивается время принятия решений, неадекватно воспринимаются экзогенные раздражители, что повышает уровень производственных конфликтов и увеличивает вероятность локальных и глобальных антропогенных аварий [257; 262; 382; 384].

Психологическое неблагополучие, возникающее в результате производственной деятельности, негативно влияет на межличностные отношения с близкими родственниками и детьми [268; 275; 284; 287; 305; 307; 351; 356; 373-374; 386; 415]. Можно утверждать, что работники сменных и скользящих графиков испытывают не только физиологическое напряжение, но и психическое, что в итоге приводит к проблемам социальной адаптации.

В различных исследованиях обсуждаются варианты сменной работы: 12-часовые смены с правильным чередованием [467], 16-часовые смены; 24-часовые смены; аперiodичные [355]. Среди исследователей ведётся активно обсуждение идеальной сменной работы [384; 398; 403]. Установлено, что длительная сменная работа негативно влияет на биологические ритмы и приводит к десинхронозу, вследствие чего, наступает стойкая социальная, психологическая и физиологическая дезадаптация [16; 84; 139; 359; 430; 437; 439; 448; 451].

Открытым остается вопрос взаимосвязи психологических и физиологических параметров в управлении поведением человека.

Социальные ритмы могут являться времязадавателями поведения человека. Т. В. Башкиревой с соавторами (2013; 2018) была выявлена достоверная положительная взаимосвязь акрофазы показателей частотных компонентов спектра вариабельности сердечного ритма (ВСР) с психологическими показателями [37-40] самоактуализации мужчин и

женщин в экстремальных условиях трудовой деятельности. Например, у мужчин в экстремальных ситуациях в дневной период времени отмечена положительная взаимосвязь между акрофазой частотных компонентов быстрых (HF) и медленных волн (VLF) с ориентацией во времени и познавательными потребностями. У женщин эти же волны – с потребностью в опоре, принятием агрессии, которые можно назвать психологическими времязадавателями поведения в состоянии бодрствованиями. Также по циркадианным ритмам спектрального анализа кардиоритма нами выявлено, что у мужчин и женщин в экстремальных ситуациях сдвиг активности спектра зависит от времени пробуждения и совместной групповой деятельности, влияющие на синхронизацию ритма сердца. Индивидуальный же ритм в состоянии бодрствования подчиняется социально-групповому влиянию [8-9; 15; 41]. Этот аспект недостаточно изучен в хронобиологических исследованиях работников для обеспечения социально-психологической безопасности в освоении высоких широт.

Отдельного рассмотрения заслуживает проблема влияния психотравмирующих событий на циркадианные ритмы, которые могут выступать в структуре острого или хронического стресса. Следует подчеркнуть, что в качестве психотравмирующих событий могут выступать как негативные, так и позитивные изменения в жизни человека [111; 278-281; 319-322]. Все перечисленные социальные факторы могут оказывать патогенное влияние на биологические ритмы и приводить к развитию психических и психосоматических расстройств, в случае недостатка приспособительных ресурсов.

Проведенный нами анализ литературных источников показал, что исследование психофизиологического статуса человека, его трудовой деятельности активно разрабатываются в различных направлениях медико-биологических и психологических наук. Однако, системных хронобиологических исследований психофизиологического статуса человеческого капитала в условиях арктических широт, с использованием

её научной терминологии выявлено единично. В связи с этим остается неясным механизм целостной адаптации к условиям комплексного воздействия стресс-факторов различной природы, на примере высоких широт, важные для выявления психофизиологического статуса и психологического портрета человеческого капитала в циклических условиях Арктики. По мнению С. М. Чибисова, наиболее актуальным является понимание согласования жизнедеятельности с «хронометром» [226-229].

Анализ литературных источников показал, что освоение Арктики, является актуальной для российской экономики, но здоровье трудовых ресурсов, профессиональное долголетие остаётся архиважной, требует социально-экономического удовлетворения их базовых потребностей. Следует понимать, что человеческие ресурсы не рассматривались как диссипативная система и поэтому мы видим в результатах только принцип детерминизма, но не фрактальный детерминизм. Возможно, десинхроноз – это адаптивное пространство, в рамках которого организм человека находит индивидуальные возможности для адаптации к комплексу воздействующих на него циклических ритмов. Полученные сведения о психофизиологических особенностях человеческого капитала в циклических условиях профессиональной деятельности, необходимы для создания направлений медико-экологического мониторинга Арктики.

1.6. Характеристика современных инфраструктур

Инфраструктуры – это организационные, физические структуры и объекты, имеющие жизненно важное значение для общества и экономики страны. Инфраструктуры являются сложными системами, состоящие из компонентов и подкомпонентов, которые необходимы для полной, непрерывной функциональности. Выход из строя одного компонента может привести к выходу из строя всей системы [152-155; 429; 464; 482]. Функционирование экономики и жизнедеятельность людей зависят от

согласованной работы различных систем: энергетических, транспортных, телекоммуникационных, кредитно-финансовых систем и других (рис. 10).



Рисунок 10. Критические инфраструктуры

Список объектов критической информационной инфраструктуры государства включает информационные и телекоммуникационные системы, а также автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), которые используются в государственных органах, здравоохранении, транспорте, связи, кредитно-финансовой сфере, топливно-энергетическом комплексе и различных отраслях промышленности (атомной, оборонной, ракетно-космической, химической и других).

Согласно ФЗ -187 субъекты КИИ должны [484]:

- Провести категорирование объектов КИИ.

— Обеспечить интеграцию (встраивание) в Государственную систему обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации (ГосСОПКА).

— Принять организационные и технические меры по обеспечению безопасности объектов КИИ.

Критические инфраструктуры имеют многоуровневую структуру: технический уровень (машины, оборудование и техника); социальный уровень (персонал); организационный уровень (службы, обеспечивающие эксплуатацию КИ); государственное управления (нормативно-правовые службы по надзору и государственному регулирование в сфере деятельности КИ). Многоуровневость системы КИ влечёт различные сложности, в том числе связанные с эксплуатацией её объектов (рис. 11).



Рисунок 11. Эксплуатационная сложность инфраструктур [153].

Элементы КИ представляют собой технические объекты. На данных объектах осуществляются хранение, переработка и/или преобразование, транспортировка и передача опасных веществ, энергии и/или информационных потоков. В связи с тем, что объекты критической инфраструктуры находятся в зоне риска и могут служить источниками

тяжелых техногенных аварий и катастроф, необходимо уделять им особое внимание. Учитывать риски для территорий размещения объектов критических инфраструктур, а также проводить своевременную модернизацию объектов КИ [152; 154; 287].

Современные инфраструктуры отличает глобализация. В связи с чем функционирование инфраструктур делает их более уязвимыми от природных, техногенных и социальных факторов среды по всему миру. Крупномасштабность аварий и тяжесть их последствий на объектах КИ зависят от объема опасных веществ на производствах, энергетических и информационных ресурсов, в частности от их хранения, переработки и транспортировки. Усложнение объектов КИ затрудняет создание эффективных систем защиты, в первую очередь информационной киберзащиты. Необходим полный анализ систем, определение способов защиты от максимального количества угроз [153].

Традиционная парадигма обеспечения безопасности технических систем (ТС) направлена на усиление функционирования с помощью проектирования, строительства и эксплуатации объектов КИ. Обеспечение безопасности достигается за счет учёта развития сценария отказов в системе, создания защиты, идентификации сценариев, что направлено на предупреждение возникновения катастроф. От структуры критических инфраструктур зависит жизнедеятельность населения близлежащих городов к объекту, экономическая составляющая региона, возможность и тяжесть последствий в случае аварий. В связи с этим на объектах КИ существуют специальные требования к эксплуатации технического объекта, что максимально способствует обеспечению безопасности и готовности к экстремальным ситуациям [290; 339; 346].

Обеспечение устойчивости к многочисленным угрозам важнейших объектов инфраструктуры способствует экономическому росту и благосостоянию общества, направлено на достижение целей устойчивого развития (ЦУР) [411; 434; 458]. Устойчивая система способна поглощать

бедствия и восстанавливаться после них, а также адаптироваться к новым условиям [298; 407; 411; 434]. Создание инфраструктуры, устойчивой к многочисленным стихийным бедствиям [246], многие из которых усугубляются изменением климата, например, наводнениями, оползнями, повышением уровня моря, имеет основополагающее значение для обеспечения социального и экономического процветания и достижения целей устойчивого развития мирового сообщества [238]. Такие критические инфраструктуры, как энергетическая и транспортная сети, тесно взаимосвязаны [468]. Сбой в работе критических инфраструктур может привести к каскадным и усиливающим глобальным экологическим и социально-экономическим последствиям [454]. Традиционное управление инфраструктурой в значительной степени зависит от визуального осмотра, ручных измерений и экспертной оценки изолированной области инфраструктуры и в целом её технического обеспечения.

Сегодня обеспечение функционирования критически важных инфраструктур стало приоритетом политики во всем мире, поскольку возросла вероятность стихийных бедствий в связи с нарушениями их эксплуатации [300; 302; 346; 402; 420].

Отмечается взаимная зависимость между субъектами и инфраструктурами с точки зрения, например, физических, географических, информационных и законодательных отношений. Риски, связанные с взаимозависимостью, характеризуются неопределенностью, сложностью и неоднозначностью, так называемые системные, включающие в себя энергетическую безопасность, а также возможные заболевания сотрудников, обеспечивающих технические условия в критических инфраструктурах, и имеют высокий потенциал перерастания в неожиданные события или кризисы [250; 353; 465] (рис. 12).



Рисунок 12. Угрозы/опасности для критических инфраструктур [429].

Существуют не только внешние угрозы, но и внутренние, которые также могут привести к нарушению работы КИ, к таким угрозам можно отнести кадровые угрозы – это ситуации, когда сотрудник или иное уполномоченное лицо является фактором риска. Эти угрозы можно далее разделить на непреднамеренные и преднамеренные [400]. Непреднамеренные угрозы со стороны персонала включают недостаточную осведомленность о безопасности, недостаточную квалификацию персонала или человеческий фактор. Самый известный пример – авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г., произошедшая в результате недостаточно предпринятого и недостаточно компетентного персонала [408]. Напротив, преднамеренные угрозы персонала имеют целью, например, личное обогащение, месть или достижение скрытых целей (т.е. сущности терроризма) [425].

Существует настоятельная необходимость в определении и реализации стратегий предотвращения и смягчения пагубных последствий, которые могут возникнуть по причине человеческого фактора, что будет направлено на защиту критических инфраструктур и на нормальное функционирование нашего общества. Сегодня усилия по защите критически важных объектов

инфраструктуры направлены на разработку и совершенствование «человеческого брандмауэра» в критически важных организациях посредством повышения уровня образования, обучения и осведомленности в области безопасности. Так же необходимо развивать культуру безопасности внутри организаций [324]. Необходимо учитывать не только повышение уровня образования персонала, работающего с критическими важными инфраструктурами, но состояние здоровья, так как это напрямую связано с техническим обеспечением объектов КИ.

В современных условиях развития технического прогресса, интенсивного внедрения информационных и цифровых технологий в производственные процессы ведёт к новым видам трудовой деятельности на критических инфраструктурах. Важным аспектом, связанными с трудовой деятельностью сотрудников КИ является продуманность и законодательно обоснованная смена труда и отдыха [443]. Всё чаще в трудовых отношениях используется понятие «индивидуальный режим труда и отдыха». Особенно часто к данному понятию стали обращаться в последние годы. Это связано с критическими ситуациями на инфраструктурах, распространения заболевания COVID-19 его разновидностей и мутаций [390; 337-338; 410]. Производства, которые могут перейти на новые виды трудовых отношений, решают эти вопросы на основе «Трудового кодекса Российской Федерации» от 30.12.2001 г. №197 ФЗ (ред от 22.11.2021) (с изменениями и дополнениями, вступившему в силу с 30.11.2021 г.) [484]. Статьи 21, 22, ТК РФ (2024) рассматривают продолжительность рабочего времени и связанные с ними условия труда. В главе 16 статьях 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111 дана характеристика режима рабочего времени, смены труда и отдыха на основе коллективного договора. В статьях 160, 163 обусловлены нормы труда и обеспечений условий работы. Вместе с тем, сотрудники организаций подчиняются на основе трудовых договоров внутреннему распорядку.

В современно кодексе ТЗ РФ не закреплено понятие «индивидуальный режим труда и отдыха», но такие вопросы возникают с учётом трудовой

деятельности работников. Так, например, в условия выполнения заданий по обеспечению безопасности критических инфраструктур или работники ликвидации чрезвычайных ситуация срочно мобилизуются, что ведет к нарушению привычного режима работы и отдыха. В таких случаях чаще используется понятие «режим гибкого рабочего времени». Предполагается, что работник самостоятельно регулирует начало работы, её окончание или продолжительность рабочего дня (ст.102 104 ТК РФ). Индивидуальным режимом смены труда и отдыха считается режим неполного рабочего дня, который устанавливается в соответствии со ст. 93 ТК РФ. К индивидуальным режимам относят работу на дому (глава 49 ТК РФ), которая устанавливается по заявлению работника и решению работодателя. В соответствии со ст.72 ТЗ РФ индивидуальный режим смены труда и отдыха устанавливается по взаимному соглашению работника и работодателя.

Следует подчеркнуть, что интенсивное внедрение информационных цифровых технологий позволяет работнику осуществлять трудовую деятельность удалённо. В таких случаях режим смены труда и отдыха регулируется сотрудником самостоятельно. Можно констатировать, несмотря на то, что в ТЗ РФ понятие «индивидуальный режим труда и отдыха» как дефиниция не рассматривается, но оно предполагается через понятие «гибкий график работы». Во многих странах, понятие «индивидуальный режим труда и отдыха» получил своё развитие на законодательном уровне.

1.7. Использование информационных технологий в оценке экологической справедливости и управления экологизацией

Нестабильность социально-экономического развития приводит к различным рискам, в том числе экологическим. Человек активно внедряется в окружающий мир и меняет его. Наблюдается нарушение биосферы под влиянием антропогенного фактора. В природной среде накапливаются ксенобиотики и поллютанты различного происхождения, которые

представляют собой зоны экологического риска [408; 475]. Особую тревогу вызывает здоровье детей и учащейся молодежи, проживающих на территориях экологических рисков. Забота о безопасности здоровья детей начинается с рождения и охватывает весь период развития и взросления. В декларации ВОЗ «Здоровье, окружающая среда и изменение климата» [461; 475] подчеркивается, что необходимо стимулировать и расширять обмен опыта, практик, направленных на улучшение здоровья населения.

Совет Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в аспекте устойчивого развития, предложил новую концепцию «Здоровье для всех» [480]. Внедрение в жизнь принципа «здоровье для всех» предполагает наращивание объема финансирования, направленное на повышение качества жизни людей. Финансовые ресурсы должны распределяться справедливым образом и обеспечивать стабильные позитивные изменения в жизни людей. Поэтому главная инвестиция мирового сообщества должна осуществляться в здоровье подрастающего поколения в безопасной окружающей среде [394; 341]. В целях устойчивого развития последние годы экологическая политика направлена на реализацию экологической справедливости, которая может выступать гарантом безопасности жизни и здоровья людей, проживающих на территориях экологических рисков.

Концепция «экологической справедливости» появилось в США, начале 80-х годов прошлого столетия. Понятие «экологическая справедливость» заключается в защите окружающей среды, обеспечивающей здоровье всех людей независимо от их происхождения, социального статуса, вероисповедания, социально-экономического уровня страны [481]. Другие исследователи рассматривают данное понятие как конструктивную экологическую политику, направленную на справедливое распределение экологических рисков и обеспечение социальной безопасности мирового сообщества [308-309; 395].

Источниками экологических проблем являются промышленные производства, которые имеют технические устройства, загрязняющие

и разрушающие экологические системы. К сожалению, добыча, обработка и производство товаров для мировой промышленности и повседневного спроса сопровождается загрязнением окружающей среды в связи с несовершенством технологических процессов. Для достижения устойчивого развития необходимо устранить несовершенство технологических процессов, социальных, региональных конфликтов [33; 299]. Мировое сообщество выступает за урегулирование этих конфликтов. Для разрешения экологических конфликтов необходимо изменение взглядов людей на экологическое образование с точки зрения экологической этики [344].

Исследователи считают, что необходимо создавать такие механизмы управления экологизацией, которые бы обеспечивали безопасность здоровья местного населения в зонах экологического риска [250; 339; 340]. Следует отметить, что концепция безопасности человека подвергается критике. Это связано со столкновением трех глобальных проблем: 1) добычей и производством продуктов, необходимых для жизнеобеспечения общества; 2) предоставлением рабочих мест трудовым ресурсам; 3) безопасностью здоровья населения [304].

В последние годы интенсивно развивается область знаний, исследующая функционирование человека в биосфере с позиции взаимодействия антропосистемы со средой обитания, получившая название «экология человека». Экология человека является междисциплинарной наукой и включает компоненты: биологический и социальный, прикладной («человек – общество – окружающая среда»). В начале нового тысячелетия была сформулирована экологическая доктрина в области здравоохранения, образования, культуры [360; 364; 368-369].

В работе использован анализ литературных источников, связанных с уточнением понятия «экологическая справедливость». Уточнение понятия «экологическая справедливость» были изучены по документам ВОЗ, Агентства по охране окружающей среды (ЕРА) и другим источникам. По мнению ЕРА необходимо укреплять научную основу, для принятия

решений, направленных на экологическую справедливость. С этой целью необходимо разрабатывать: методы оценки неблагоприятных и кумулятивных рисков; инновационные технологии мониторинга и технологических решений экологических проблем; содействия устойчивости развития общества и безопасности его здоровья.

В последние годы отмечается внедрение информационных, в том числе цифровых решений, в сфере экологии. Собственные эмпирические исследования позволили разработать критерии здоровья человеческого капитала, имеющие значение в создании информационной технологии мониторинга здоровья на территориях экологических рисков с использованием метода вариабельности сердечного ритма [254; 454]. Это важно для осуществления экологической справедливости по отношению к трудовым, так и будущим трудовым ресурсам.

В современном обществе расширяется промышленное освоение экстремальных территорий, внедряются новые технологии в промышленность. В этих условиях жизни человека, чрезвычайно важно изучение адаптации различных групп к изменяющимся условиям среды под влиянием социальных факторов. Сегодня особую актуальность приобретает изучение здоровья и экологической адаптации коренных и пришлых этносов к природно-климатическим и специфическим экологическим условиям [97; 99].

В психофизиологических и физиологических реакциях основой является адаптация, а патологических — компенсация. Компенсаторная реакция осуществляется путём изменения функциональных связей между системами, для этого организм перестраивает свои структурные связи, возмещая недостаточность функций и систем жизнеобеспечения.

В последние годы в мировых исследованиях большое внимание уделяется территориям, на которых расположены нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы [240; 247; 282]. Именно на этих территориях

высока вероятность развития злокачественной патологии. Это связано с содержанием в воздухе хрома, бензола, суммарной концентрацией сажи.

Для городов России, насыщенных промышленными предприятиями, приоритетными являются следующие вещества: диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота, сероуглерод, бензин, сероводород, фенол, ксилол, стирол, бензол, этилбензол, марганец, хром трехвалентный, аммиак, свинец и его соединения. К канцерогенным веществам относят: мышьяк, бензпирен, формальдегид, хром и его соединения, эпихлоргидрин, оксид пропилена, кадмий, сажа, хлористые углеводороды, ацетальдегид, никель, акрилонитрил. Результаты мониторинга состояния окружающей среды по литературным источникам указывают их влияние на здоровье населения. Выявлены корреляционные связи заболеваемости со средой обитания, в том числе состоянием воздушного бассейна многих городов [368].

Глобальный экологический кризис изменил отношения человек-природа. Организм человека, особенно ребенка, находится в неразрывной связи с окружающей средой, с геохимическими компонентами Земли и геофизическими характеристиками Вселенной. Взаимодействие, взаимообусловленность этих факторов обеспечивает гомеостаз, стабилизацию адаптивных регуляторных систем и сохранение психического, физического, психологического, социального здоровья [369; 374]. Показателями здоровья на популяционном уровне являются рождаемость, здоровье детей, генетический полиморфизм, приспособленность населения к климатогеографическим условиям, готовность к выполнению разнообразных функций и другие.

Антропогенные загрязнители природы представляют особую опасность для детей, которые в силу морфофункциональной незрелости отличаются повышенной чувствительностью к химическим, биологическим и радиационным загрязнениям окружающей среды [324]. Анализ литературных источников показал, что учебная успешность школьников

зависит от экологической справедливости, профилактики заболеваний, здоровой и безопасной окружающей среды [395].

Исследования здоровья по показателям variability сердечного ритма у юношей и девушек, проживающих на территории экологических рисков и условно безопасной для здоровья являются актуальными, поскольку это будущие трудовые ресурсы и высока вероятность того, что их профессиональная деятельность будет осуществляться в арктических или приближенных к ним территорий. Исследованиями установлено, что напряжение функциональных систем достоверно выше у юношей, проживающих на территории опасной для здоровья ($t=4,06$; $P<0,001$). Синхронизация управления ритмом сердца у юношей, проживающих на территории экологических рисков, осуществляется дыхательным центром. Этот механизм обеспечивает адаптационные процессы организма юношей к экстремальным экологическим условиям места их проживания. У юношей, проживающих на территориях условно безопасных для здоровья, отмечается гармоничная синхронизация адаптационных реакций. Следовательно, юноши, проживающие на территориях экологически неблагоприятных, будут нести генетический риск для здоровья.

У чувствительных людей мутагенное и тератогенное влияние внешне средовых факторов может проявиться при очень низких дозах, даже под влиянием естественного радиационного фона Земли. Кумулятивный характер различных видов ксенобиотиков и поллютантов требует проведения многолетних комплексных природоохранных мероприятий. В течение короткого времени эффективного результата невозможно добиться.

Агентство по охране окружающей среды (ЕРА) 2 ноября 2021 года предложило стандарты, которые позволят сократить выбросы метана и других вредных веществ в нефтегазовой отрасли. При установлении нормативов качества окружающей среды используются показатели, контроль за которыми обеспечивается посредством применения соответствующих методик (методов) измерений, способов индикации и тестирования. Их необходимо

учитывать при разработке информационных технологий мониторинга экологической информации, которые бы отражали уровень здоровья человеческого капитала, в том числе, проживающих на территориях экологических рисков [364; 367].

Несмотря на то, что в последние годы усилился контроль над состоянием окружающей среды, осуществляется внедрение в производство безопасных технологий, тем не менее, существует проблема мониторинга экологических рисков. К сожалению, внедрение инновационных технологий не является повсеместным и качественным.

В литературных источниках отмечается, что внедряется небольшое количество цифровых решений в сфере экологии, например, измерений в онлайн-режиме качества воздуха и воды [342; 363]. В связи с этим имеет место необходимость разработки с использованием информационных технологий модели мониторинга и оценки здоровья населения по показателям окружающей среды на территориях экологических рисков. Обществу следует осуществлять экологическую справедливость по отношению к трудовым, так и будущим трудовым ресурсам и организовать для них максимально безопасную экологическую среду.

Использование информационных технологий косвенно влияет на создание расширенной информации, контроль и управление за безопасностью здоровья людей. Европейская комиссия (2019) особое внимание уделила созданию цифровых технологий в сельском хозяйстве, направленных на создание здоровой экологически чистой продукции, нулевому загрязнению окружающей среды без токсических веществ. Однако освоение Арктики потребует решения вопроса экологической справедливости не только в отношении природно-климатических условий, но и этносов, жизнь которых зависит от этих условий.

Анализ литературных источников показал, что важным фактором устойчивого развития общества и критических инфраструктур в освоении новых территорий является разрешение экологических конфликтов на

понимании значимости здоровья человеческого капитала как фактора экологической справедливости. С нашей точки зрения, экологическая справедливость заключается в этической организации экологической среды максимально безопасной для экосферы в целом и здоровья каждого человека. Среди разработанных нами общих критериев здоровья, целесообразно остановиться на тех, которые позволяют оценить здоровье человеческого капитала в особых экологических условиях с использованием информационных технологий, ресурсом которого является цифровизация [286; 292; 314]. Такими критериями являются: 1) заболеваемость детских и взрослых популяций как маркер состояния окружающей среды; 2) санитарно-эпидемиологическое неблагополучие [338]; 3) состояние окружающей среды (экологическая информация); 4) функциональное состояние и адаптация жителей конкретных территорий. К важному моменту любого исследования следует отнести установление синхронизации между воздействующим фактором и реакцией объектов на них. Необходимо уделять внимание слабым воздействиям, связь которых не всегда ясна, а синхронизация очевидна. В настоящее время решение этих проблем связано осознанием обществом значения экологической этики, разработкой и использованием информационных технологий для оценки экологического здоровья человеческого капитала как фактора экологической справедливости и устойчивого развития.

Глава 2. Методология и объемы исследований

2.1. Методы изучения функционального состояния организма человека

Исследования проводились в период 2013-2021 гг. на территории северных арктических широт, а также северной и центральной части умеренного пояса европейской части РФ. Сложность природно-климатических условий арктических широт и востребованность в специалистах связана с участием мужского населения. Особенность данного исследования заключается в том, что все её участники – мужчины. В работе дан анализ ультрадианных и циркадианных биоритмологических показателей мужчин, различного возраста (от 29 до 52 лет; $40,2 \pm 12,7$) и профессии, которые осуществляли свою трудовую деятельность по гибкому (индивидуальному) графику (ст.102 104 ТК РФ) в Арктике, Крайнем Севере умеренного климатического пояса и центральной Европейской части РФ. Их трудовая деятельность была связана с выполнением работ по обслуживанию безопасности инфраструктур, включая критические и их транспортного обеспечения. С учётом возраста и профессиональной деятельности обследуемые были разделены на следующие группы инженерно-технического персонала: 1) участники десантирования с высоты 10 км в Арктику (арктические острова) для осуществления технической безопасности арктических инфраструктур в экстремальных экологических ситуациях; 2) авиационно-технические работники, отвечающие за безопасность полётов; 3) европейские этнические группы для обеспечения ремонтно-наладочных работ на судах в условиях длительных арктических морских грузоперевозок (Россия, Польша, Беларусь, Латвия, Литва, Эстония, Италия, Испания, Португалия) и арабские этнические группы (Турция, Оман, Иордания), осуществляющих ремонтные и погрузочные работы, участие данной группы в исследовании была связана с долгосрочными международными проектами развития арктического морского транспортного пути; 4) служащие и рабочие,

обеспечивающие техническое функционирование критических инфраструктур производственного процесса: работники производства, осуществляющие поддержание, ремонт и эксплуатацию инфраструктур; рабочие, осуществляющие ремонт и иные технические работы по безопасности инфраструктур в условиях арктических широт европейской части РФ (геоинжиниринг) (таб. 3).

Таблица 3.

Общая характеристика, объем и методы исследования

Разделы (направления)	Количество человек	Использованные методы и АПК
1. Сравнительная оценка групповых и индивидуальных показателей по биоритмологическим характеристикам у участников десантирования на арктические острова: - участники тренировочного десантирования; - участники десантирования в арктические широты с учётом трансмеридионального перелёта	$\Sigma \text{♂ } n=20$	Методы: - вариабельность сердечного ритма; - инструментальный: непрямой метод измерения давления; по Н.С. Короткову; - <u>пульсоксиметр</u> . - психологические тесты: тревожность (м. Дж. Тейлора); агрессия (м. <u>Басс-Дарки</u>). в программном обеспечении «ISCIM7.8»; самооценка (м. С.В. Ковалёв). Аппаратно-программные комплексы: - «Варикард2.5.2» - «Варикард2.8» в статистической обработке: «ISCIM6.0», «ISCIM7.3», - «HOLTERLIVE» - AnnaFlash2000 Статистические методы обработки - Statistica10 - Statistica11 - Excel 2010 - Excel 2019
	♂ n=20	
	♂ n=8	
2. Сравнительная оценка групповых и индивидуальных особенностей физиологического состояния у инженерно-технического персонала, связанного с функционированием инфраструктур: 2) авиационный персонал; 3) этнические группы для обеспечения судов в условиях длительных арктических морских грузоперевозок 4) работники, обеспечивающие техническое функционирование критических инфраструктур и служащие и рабочие производственного процесса	$\Sigma \text{♂ } n=352$ Исследования проводились в экстремальных условиях выполнения профессиональной деятельности (весна, лето, осень)	
	♂ n=50	
	♂ n=55	
	♂ n=247	
Всего (чел)	$\Sigma \text{♂ } n=372$ (25 – 60 лет)	

Замеры проводились в естественных условиях с использованием аппаратно-программных комплексов: «Варикард», «Варикард2.5.2», «Варикард2.8», «HOLTERLIVE», «AnnaFlash2000» в статистической обработке «ISCIM 6.0», «ISCIM 7.3», «ISCIM 7.8», Statistica 10, Statistica 11, Excel 2010, Excel 2019, способствующие реализации основных методов анализа variability сердечного ритма (BCP) (статистический анализ, вариационная пульсометрия, корреляция, ритмография, автокорреляция, спектральный анализ) с вычислением более сорока различных параметров. Использование variability сердечного ритма (BCP) рекомендовано европейско-американским стандартом и широко используется в исследованиях в России. В работе дан анализ отдельных показателей variability сердечного ритма (BCP или HRV – heart rate variability): 1) среднее значение ЧСС (HR уд/мин) – частота сердечных сокращений (Heart rate – скорость сердцебиения, измеряемая количеством сокращений/ударов сердца в минуту); 2) SI (ед) – стресс-индекс, степень напряжения регуляторных систем; 3) MxDMn (мс) – вариационный размах, отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряде и нарушения сердечного ритма; 4) SDNN (мс) – стандартное отклонение R–R-интервалов, характеризует состояние механизмов регуляции суммарного эффекта влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы; 5) RMSSD (мс) – квадратный корень из среднего значения квадратов разностей величин последовательных интервалов R-R, показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции. Спектральный анализ BCP представляет собой построение автокорреляционных спектров динамических временных рядов R-R интервалов, включает подсчёт и сравнение спектральной мощности по абсолютному значению или стандартизированной, нормированной спектральной мощности в различных регуляторных системах. Акцент в работе сделан на показатели мощности спектров частотного диапазона (медленно-волновые компоненты управления

ритмом сердца) их амплитуду (А) и период (Т). В исследовании изучены волны: высокой частоты (HF– High Frequency, 0,40-0,15 Гц/2,5-6,7 с.) – суммарный уровень активности парасимпатического звена; низкой частоты (LF –Low Frequency, 0,15-0,04 Гц/6,6-25 с.) – суммарный уровень активности вазомоторного центра; очень низкой частоты (VLF – Very Low Frequency, 0,04-0,0033 Гц/25-303 с.) – суммарный уровень активности симпатического звена регуляции; ультранизкой частоты (ULF – Ultra Low Frequency, менее 0,0033 Гц/более 303 с.) – суммарный уровень активности высших вегетативных центров. В соответствии с литературными данными, HF – отражает трофотропные, LF – изменение баро- и хеморецепторов, VLF – эрготропные процессы (Akselrod S., 1985; Флейшман А.Н., 1999). Волны HF (%), LF (%), VLF (%) рассматривают нормированные значения вклада спектров в процентном отношении в общую мощность спектров, определяющие уровень вегетативных реакций. В построении гистограмм спектральных показателей существуют разные точки зрения. Данный выбор связан с тем, что частотные компоненты напоминают классическую Гауссову кривую нормальных распределений.

В анализе массива данных использованы фазовые портреты, способствующие техническому пониманию сигнального хаотического характера вариабельности сердечного ритма для разработки новых клинических инструментов выявления пациентов и специалистов с высоким уровнем риска здоровья. Ритмы спектрального анализа ВСР имеют логнормальное распределение (Семенов Ю.Н., 2009; Наумова В.В. с соавт., 2009 и др.). Поскольку каждый показатель ВСР несёт определённый смысл и недостаточна репрезентативная выборка, в работе использован методологический принцип «брита Оккама», позволяющий из нескольких логически непротиворечивых определений или объяснений какого-либо явления, целесообразно считать верным самое простое из них (Schmitt, Gavin C., 2006; Dowe, David Latall 2007, и др.). В анализе показателей вариабельности сердечного ритма использовалось преобразование Бокса-

Мюллера, моделирование стандартных нормально распределенных случайных величин (Зорин А.В., Зорин В.А., 2006; Гельгор А.Л., 2012 и др.).

Артериальное давление замерялось по методике Н.С. Короткова и непрямым методом при помощи тонометра. В обработке материала использовалось теоретическое описание математических и статистических методов анализа variability ритма сердца, в соответствии с которыми дана характеристика ультрадианных ритмов.

Изучена сатурация с помощью пульсоксиметра. Изучение процентного содержания кислорода в крови проводилось с помощью пульсоксиметра. Сатурация (SaO_2 – сатурация артериальной крови кислородом, определяемая анализом газов артериальной крови) – это доля насыщенного кислородом гемоглобина относительно общего гемоглобина в крови. Нормальный уровень насыщения составляет 95-100%.

Десатурация (авиационная и космическая медицина) – выведение из организма азота, растворенного в его жидкостях, путем дыхания кислородом; учитывается для профилактики декомпрессионных расстройств (Катунцев В.П., 1996; Агаджанян Н.А. 1998; Бурых Э.А, Нестеров С.В, Сороко С.И, Волков Н.Ю. 2002; Ушаков И.Б., 2007; Благинин А.А., 2014; Брагин А.А., 2017, др.). Десатурация изучалась по показателям ВСР. В работе дан анализ ультрадианных (высокочастотные с длиной периодов менее 20 час.) по показателям ВСР: период, акрофаза, амплитуда, мезор, батифаза (Халберг Ф., 1998; Чибисов С.М. с соавт, 2006; 2019; Катинас Г.С., 2012).

В изучении индивидуально-психологических особенностей использована методика «Формула темперамента» (Белов Н.Н., 1979), как оценка состояния и сформированности условных реакций на жизненные ситуации по вербальному тесту. «Уровень тревожности» (м. Дж. Тейлор, адаптированная Т.А. Немчиным) определяет уровень тревожности, состоит из 50 утверждений. «Опросник агрессивности» (Басс А., Дарки А.) включает выявление уровня агрессии и видов агрессии – физическая, косвенная, негативизм, вербальная, враждебность, подозрительность, обида.

Агрессивные проявления имеют два основных типа: 1) мотивационная агрессия, или агрессия как самооценочность; 2) инструментальная агрессия, как средство. Измерение осуществлялось с использованием программного обеспечения «ISCIM 7.3». Методика САН представляет собой быструю оценку текущего психологического состояния. Опросник состоит из 30 пар противоположных характеристик, по которым обследуемого просят оценить своё состояние.

При статистическом анализе использовались стандартные методы вариантной статистики: построение диаграмм, вычисление среднестатистических показателей и её отклонений ($M \pm m$), среднеквадратичное отклонение ($\pm \sigma$) в программе Excel. Достоверность различий для параметрических показателей определялась по t-критерию, а для процентных отношений – по ϕ -критерию Стьюдента.

Построение гистограмм и определение достоверности корреляции (r), множественный регресс проведен в автоматическом режиме программного обеспечения Statistica 6.0, Statistica 10, Statistica 11. В исследовании использован коэффициент детерминации (R^2), показывающий вклад конкретного параметра в общее значение. Сравнение вариативности выборки осуществлялось по коэффициенту вариации ($V\%$). Достоверно значимыми принимались прямые и обратные связи.

Исследование проводилось в соответствии с этическими принципами, изложенными в Хельсинской декларации. Все обследованные давали добровольное информированное согласие. Результаты вносили в протоколы научных исследований и компьютерный банк данных. Обследования проводили в условиях выполнения трудовой деятельности с использованием не инвазивных методов исследования.

2.2. Вариабельность сердечного ритма в диагностике индивидуального здоровья

Во второй половине 20 века в донозологических исследованиях получила развитие методология вариабельности сердечного ритма (ВРС). Концепция о сердечно-сосудистой системе, как индикаторе адаптационных реакций организма в России впервые была изложена в связи с осуществлением полёта человека в космос. Вклад в развитие ВРС внесен многими учеными из самых разных стран мира. Анализ вариабельности сердечного ритма рассматривается как современная методология исследования и оценки состояния регуляторных систем организма, а также функционального состояния различных отделов вегетативной нервной системы. В целом ВРС рассматривается как результат активации различных регуляторных механизмов, обеспечивающий поддержание сердечно-сосудистого гомеостаза. Её изучение является важным аспектом исследования резервов организма человека, так как позволяет получить информацию о напряжении механизмов регуляции в различных условиях деятельности человека. С нашей точки зрения, в исследовании проблем здоровья, наибольший интерес представляет спектральный анализ или анализ медленных колебаний гемодинамики. В настоящее время активно разрабатываются методологические подходы с использованием аппаратно-программных комплексов, которые позволяют проводить мониторинг донозологических состояний здоровья.

А. И. Григорьев и Р. М. Баевский объясняют механизм данной методологии, построенной на анализе двухконтурной модели (автономного и центрального контуров) управления регуляцией ритма сердца [9]. Автономный контур управления регуляцией ритмом сердца заключается в том, что синусовый узел под действием сигналов, передаваемых через блуждающий нерв, замедляет или ускоряет сердечные сокращения в такт с дыханием (синусовая дыхательная аритмия). Симпатический нерв,

усиливающий и ускоряющий сердечные сокращения, несёт синусовому узлу команды от высших уровней управления центрального контура регуляции. Под его воздействием, подавляется дыхательная аритмия, и усиливаются колебания с более медленными периодами (не дыхательные колебания).

Синусовая дыхательная аритмия была открыта в прошлом веке (Карл Ф.В. Лёвиг, 1847). Многие исследователи считают, что фактически доказано влияние дыхания на ритм сердца. Данные В. Сайерса (1973) указывают на то, что дыхание влияет на длительность кардиоциклов через интерплевральное давление и активность барорецепторов. Модель дыхательной регуляции частоты сердечных сокращений была разработана М. Клаймсом (1963). Модель основывается на положении теории автоматического регулирования и интерпретирует зависимость между дыханием и величиной «вагусного» торможения сердца с помощью передаточных функций. Согласно опубликованным стандартам Европейского Кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии (Heart rate variability, 1996) выделяют две группы методов: временные (Time Domain Methods) и частотные (Frequency Domain Methods). Статистический анализ и геометрические методы относятся к временным методам, спектральный анализ – частотным.

Концепция о сердечно-сосудистой системе, как индикаторе адаптационных реакций организма в России впервые была изложена в работе В. В. Парина, Р. М. Баевского, Ю. Н. Волкова, О. Г. Газенко «Космическая кардиология» (1967). Исследователи считают, что сердце является чувствительным индикатором всех происходящих в организме процессов [1-2]. А. Н. Флейшман называет сердце «окошко, через которое учёные наблюдают за процессами, происходящими в организме» [6]. Ритм его сокращений очень чутко реагирует на любые стрессогенные воздействия и регулируется симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. На основе анализа ритма сердца получают объективные данные о состоянии здоровья человека.

Н. И. Яблчанский и А. В. Мартыненко считают, что вариабельность сердечного ритма (ВРС) представляет собой совокупность всех её свойств, обусловленных нелинейностью симпатической, парасимпатической и гуморальной регуляции и связями между собой, с подкорковыми и корковыми образованиями, реакциями на виды стресса [18].

Вклад в развитие ВСП внесен многими учёными из самых разных стран мира [5; 10-12; 14; 16; 283; 421]. В России данная методология получила развитие благодаря Р. М. Баевскому [251]. Развитие космонавтики потребовало от учёных совершенствования метода дистанционного исследования здоровья космонавтов. И в 60-е годы начинается интенсивное развитие метода вариабельности сердечного ритма и его использование в медицинской, психофизиологической практике. В связи с этим всё большее признание получают аппаратно-программные комплексы, позволяющие получить представление о функциональном состоянии организма за короткое время. Число публикаций в этой области с каждым годом увеличивается.

Вариабельность сердечного ритма условно разделяют на три группы:

- 1) методы статистической оценки числового массива кардиоинтервалов;
- 2) методы оценки связи между кардиоинтервалами;
- 3) методы выявления скрытой периодичности динамического ряда кардиоинтервалов.

Вариабельность сердечного ритма в научном сообществе рассматривается как неинвазивный метод, доступный для любых, даже самых сложных исследований, для получения данных об активации различных регуляторных механизмов, обеспечивающих поддержание сердечно-сосудистого гомеостаза.

С нашей точки зрения, в исследовании проблем адаптации и адаптационных реакций, наибольший интерес представляет спектральный анализ или анализ медленных колебаний гемодинамики (МКГ). Вклад в изучение МКГ внесли Г. Уолтер (1964), Н. А. Аладжалова (1979), Н. П. Бехтерева (1980), М. В. Волькенштейн (1981), S. Akselrod (1985), Г. Р. Иваницкий, В. И. Кринский (1982), I. Richards (1988), X. Вестерхофф

(1992), Д. Жемайтите, особо следует отметить работы А. Н. Флейшмана (1991-2012). Спектральный анализ – это один из методов изучения физиологических сигналов с целью получения качественных и количественных характеристик колебательных процессов. Разработаны классификации энергетики медленных волн гемодинамики: 1) норма; 2) энергодефицитное состояние; 3) гипердаптивное состояние; 4) гипердаптивная реакция; 5) нагрузочный (постнагрузочный) энергодефицит; 6) энергетическая складка [7]. В соответствии с литературными данными частотные диапазоны имеют конкретное физиологическое содержание: HF – ваго-инсулярная ветвь барорецептивного рефлекса, LF – симпатическая ветвь барорецептивного рефлекса, VLF – эрготропные функции, которые были апробированы и изложены в российских исследованиях [3].

В настоящее время возник большой интерес к нелинейной динамике анализа вариабельности сердечного ритма. В развитие синергетического подхода в физиологии и медицине внесли вклад такие исследователи как: Дж. Марри (1983), R. E. Klinger, J. P. Miller (1987-2009), Г. Хакен (1991, 2000), И. Пригожин (2000), А. А. Короновский, А. Е. Храмов (2002) и другие.

А. Родионов в своей работе «Клиническое значение исследования вариабельности сердечного ритма» дает подробную характеристику гистограмм ВСР [19]. Под гистограммой понимается графическое изображение сгруппированных значений сердечных интервалов, где по оси абсцисс откладываются временные значения, по оси ординат – их количество»: 1) нормальная гистограмма, близкая по виду к кривым Гаусса, типична для здоровых людей в состоянии покоя; 2) асимметричная – указывает на нарушение стационарности процесса, наблюдается при переходных состояниях; 3) эксцессивная – характеризуется очень узким основанием и заостренной вершиной, регистрируется при выраженном стрессе, патологических состояниях. Многовершинная гистограмма обусловлена наличием несинусового ритма (мерцательная аритмия, экстрасистолия), а также множественными артефактами. Различают

нормотонические, симпатикотонические и ваготонические типы гистограмм, по которым судят о состоянии вегетативной нервной системы.

ВСП количественно определяет изменение нормальных синусовых интервалов и отражает вегетативную функцию сердца [423]. Данная вариация приписывается разным регуляторным эффектам парасимпатической и симпатической ветвей вегетативной нервной системы на возбуждение синоатриального узла [477].

Институт внедрения новых медицинских технологий «РАМЕНА» (Рязань), совместно с институтом медико-биологических проблем российской академии наук (ИМБП РАН, Москва) разработали специализированный программно-аппаратный комплекс «Варикард», который рекомендован Минздравом России в качестве стандартного средства для исследования variability сердечного ритма в клинической практике, прикладной физиологии и психологии. «Варикард», включая статистический комплекс, обеспечивает реализацию всех основных методов анализа ВСП (статистический анализ, вариационная пульсометрия, корреляция, ритмография, автокорреляция, спектральный анализ и др.) [5].

Цвет и рисунок функциональных состояний с узнаваемыми психологическими знаками и символами, позволяет формировать образ здоровья, регулировать, корректировать его. А специалисты могут вырабатывать те оздоровительные технологии, которые позволят контролировать диапазон нормы индивидуального здоровья.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время активно разрабатывается методология variability сердечного ритма с использованием аппаратно-программных комплексов, которые позволяют проводить мониторинг донологических состояний и здоровья работников производственных сфер к комплексу стресс-факторов различной природы, особенно, в экстремальных условиях, когда невозможно использование инвазивных методов и методик. В связи с тем, что пенсионный возраст в России значительно увеличился, необходимо систематическое

массовое проведение исследований здоровья населения всех возрастов с использованием современных статистических комплексов. Результаты таких исследований позволят разрабатывать те стратегии и техники здоровьесбережения, которые будут востребованы в решении различных социально-экономических проблем.

2.3. Основные понятия и показатели биологических ритмов

Биоритмическая система представляется сложной и целесообразной организацией живой материи. В связи с интенсивным развитием изучения биологических ритмов в различных странах и научных дисциплинах, закономерным является вопрос о понятийном аппарате и основных показателях или параметрах. По мнению Ф. И. Комарова (с соавт., 1994-2000), практически все показатели жизнедеятельности – биохимические, физиологические, поведенческие имеют ритмические колебания в разных диапазонах частоты [56; 97-98; 135].

Биологический ритм характеризуют основные параметры: период, мезор, амплитуда, акрофаза, батифаза. Однако авторы дают различные определения этим понятиям.

Ф. Халберг (1998), Г. С. Катинас (2012) определяют период как время, после которого повторяется определенная фаза колебаний; акрофаза (фазовый угол, соответствующий максимальному значению изучаемого ритмического параметра) – фаза цикла, при которой значение переменной (например, какого-либо физиологического или биохимического показателя, такого как ЧСС или содержание креатинина в крови), рассчитанной путем однокомпонентной синусоидальной аппроксимации, максимально; амплитуда (мера половины степени ритмического изменения, оцененного с помощью математической модели) – отклонение максимума функции, рассчитанной путем однокомпонентной синусоидальной аппроксимации, от мезора.

Т. К. Бреус, С. М. Чибисов, Р. М. Баевский, К. В. Шебухов в своей монографии «Хроноструктура биоритмов сердца и факторы внешней среды» (2002) [54] понятия биологических ритмов определяют следующим образом:

биологический ритм – регулярное, периодическое повторение во времени характера и интенсивности жизненных процессов, состояний или событий;

циркадианный ритм – околосуточный биологический ритм с периодом близким к 24 часам;

ультрадианный ритм – биологический ритм с периодом менее суток;

период – интервал времени, в течение которого исследуемая величина совершает полный цикл своего изменения и обратно пропорционален частоте ритма);

мезор – средний уровень исследуемого показателя за один цикл;

амплитуда – разность между максимальным /минимальным значениями и мезором;

акрофаза – фаза, в которой достигается максимальное значение колеблющейся величины, выраженное в градусах;

батифаза – фаза цикла, когда значение функции, рассчитанной путем однокомпонентной синусоидальной аппроксимации, минимально.

Н. А. Агаджанян и В. М. Смирнов (2007) дают следующие определения основным структурным показателям биоритмов [20, с. 474]:

период – продолжительность какого-либо проявления жизнедеятельности организма;

фаза – любая отдельно выделенная часть цикла;

акрофаза – момент в периоде, когда отмечается подъем параметров биоритмов;

батифаза – спад параметров биоритма;

частота – число циклов, соответствующего биоритма, совершающихся в единицу времени;

мезор – среднее значение параметров ритмического колебательного процесса;

амплитуда – размах колебаний между двумя предельными значениями ритмически изменяющейся величины, т.е. величина отклонения исследуемого показателя от средней (мезора)

Ю. Ашофф (1964) характеризует ритм параметрами, как пишут исследователи, легко поддающимися измерению [173]: спонтанная частота (количество колебаний в единицу времени); длительность фазы активности; активность – уровень, около которого система совершает свои колебания.

Есть другие определения: мезор – величина, соответствующая среднему значению полезного сигнала; амплитуда – наибольшее отклонение сигнала от мезора; акрофаза – момент, когда сигнал принимает свое максимальное значение; период – это интервал между одинаковыми положениями двух волн и состоит из двух фаз – спада и подъема [214].

В литературных источниках встречается мнение, что у здоровых людей акрофаза приходится на дневные часы, когда человек активен [57; 212]. При гипертонической болезни акрофаза сдвигается на темное время суток. Когда человек готовится ко сну или спит. Акрофаза в раннее утреннее или ночное время должна насторожить в отношении гипертонической болезни. При серьезных травмах, переездах на несколько часовых поясов, при заболеваниях (в том числе при гипертонической болезни) акрофаза сдвигается на 6 и более часов от своего обычного местоположения. Она может размыться или исчезнуть. В норме акрофаза у одного и того же человека может смещаться на 2-3 часа в обе стороны от среднего значения предыдущих замеров. Непостоянство акрофазы (выражающееся в изменении ее значения и/или размытости ее интервала) говорит о снижении устойчивости организма или его какой-то перестройки [там же].

Несмотря на то, что интенсивно ведется изучение биоритмов человека, тем не менее, основные понятия показателей биологических ритмов не имеют четких определений и, как следствие, представляют сложность и актуальность

в изучении. В своих исследованиях мы взяли за основу определения основных показателей, изложенные в учебнике Н. А. Агаджаняна и В. М. Смирнова «Нормальная физиология» (2007), с учётом уточнений Ф. Халберга и С. М. Чибисова с соавторами (2001; 2002) [57; 164].

В настоящее время экспериментально изучено большое количество периодических процессов в биосистемах: фотосинтез, биохимические реакции, гликолиз, численность видов и прочее. Важный вклад в изучение этого вопроса внесли Л. Гласс, М. Мэки (1991) [112]. Одним из главных этапов хронобиологических исследований является количество изучение хронобиологической информации. Изменчивость, интенсивность ритмических процессов, время наибольшей и наименьшей активности, периодичность процессов и т.д. используются в оценке экспериментальных данных.

Характеристика основных понятий биоритмов представлена в трудах F. Halberg (1964-2010). Разработанный им метод вычисления основных показателей биоритмов сердечно-сосудистой системы «Косинор-анализ» и в настоящее время остается единственным для обработки хронобиологической информации [150; 173; 189-190; 409]. Суть заключается в аппроксимировании экспериментальных данных, поскольку любой периодический процесс представляется в виде бесконечной суммы периодических слагаемых (ряд Фурье) [65].

Существует два метода выявления периодичности колебаний: спектральный анализ и косинор-анализ [114; 227; 229].

Первый этап в построении модели биоритмов методом косинор является аппроксимация индивидуальных суточных кривых гармониками, определяется среднесуточный уровень, амплитуда и акрофаза, с любым заданным периодом (Т). Все параметры находятся по методу наименьших квадратов [30; 197].

На втором этапе значения амплитуды (р) и акрофазы (φ), рассматриваются как полярные координаты некоторой точки на плоскости

определенные для каждой из хронограмм на первом этапе. О наличии группового ритма можно сказать, когда построенный с равной вероятностью эллипс не содержит начала координат. Например, А. А. Сорокин (1981) предлагает сначала исследовать хронограммы методами спектрального анализа, а затем применять косинор-анализ для определения параметров статистически значимых ритмов. Спектральный анализ позволяет по экспериментальным данным (если имеется достаточно длинный временной ряд) построить функцию спектральной плотности процесса и оценить распределение общей дисперсии по частотам. В ритмических процессах выделяются статистически достоверные ультрадианные составляющие суточных ритмов, при построении функции спектральной плотности [31; 90; 203].

При изучении хронобиологической информации вычисляются следующие величины: положение и величину максимума и минимума значений показателя, разность максимальных и минимальных значений показателя, длины восходящих и нисходящих ветвей, величину зоны блуждания акрофаз [25; 26; 27].

В изучении особенностей биоритмов используется методология кластер-анализа и теория распознавания образцов [139; 142].

Кластеры показывают взаимосвязи между физиологическими показателями. При этом можно оценить степень нарушения хронобиологической структуры в зависимости от числа признаков, не попавших в область возможных нормальных значений, сохранности хронобиологической структуры испытуемого. Количество замеров (участников эксперимента) сказывается на показателях амплитуды ритма и среднесуточного уровня.

Б. С. Алякринским (1975) была выдвинута гипотеза о «блуждающей акрофазе», так как их положение в суточном ритме любого показателя не бывает постоянным и строго зафиксированным. Фактическая синхронность социальных и физических датчиков времени является преходящим

совпадением [28]. По мнению его мнению состояние благополучия организма, как сложной циркадианной системы его биологических ритмов, есть состояние адаптации в стадии резистентности. А в случае, когда организм человека находится в состоянии внешнего десинхроноза, т.е. некоторого рассогласования по фазе собственных суточных ритмов и ритмов физических датчиков времени, адаптация к такому рассогласованию обеспечивается приобретенной организмом способностью к сдвигу фазы всех его психофизиологических функций в определенном диапазоне. Акрофаза как бы «плавает» или «блуждает». Поэтому несовпадение фазы ритма организма с фазой датчиков времени всегда может быть купировано соответствующим сдвигом фазы в том или ином направлении. Чем значительнее отклонение фазы циркадианного ритма от средней точки зоны ее «блуждания», тем значительное напряжение механизмов адаптации [25; 26].

Приспособление организма к изменениям параметров физических датчиков времени не отражается столь значительно на здоровье и работоспособности человека и имеет характер как корректировочный (автоподстройки) так и психологический. Если выраженные явления десинхроноза не обеспечиваются механизмами автоподстройки, в действие вступают более общие законы адаптации, в результате чего организм в течение того или иного времени синхронизируется с циклами датчиков времени. Основной особенностью такой адаптации является не одновременность внешней синхронизации по отношению к разным функциям организма, в результате чего этот процесс осложняется внутренним рассогласованием их ритмов.

Лабильность различных функций свидетельствует о приспособлении организма к тем колебаниям среды, которые имеют характер случайности. Полная перестройка циркадианной системы наступает при длительном нарушении ритмов среды. Между перестройкой функции «верхних этажей» циркадианной системы и полной перестройкой имеется скрытый или

компенсированный десинхронозом период, с нормальным субъективным состоянием человека [25; 26].

В процессе различных возмущающих воздействий могут происходить изменения в основных показателях биоритма. Совокупность этих изменений может быть разделена на три качественных показателя [13; 19; 34; 82].

1. Изменения положительного характера: возникновение ритма там, где он раньше отсутствовал, нормализация количественных показателей — амплитуды и среднесуточного уровня и расцениваются как проявление синхронизирующего эффекта.

2. Изменения отрицательного характера: дезорганизация биоритма, резкое увеличение или уменьшение амплитуды колебаний и среднесуточного уровня, относительно данных нормы, что входит в общее понятие десинхроноза.

3. Отсутствие изменений — незначительные сдвиги в любом из показателей биоритма.

С математической точки зрения все колебательные системы можно разделить на линейные и нелинейные [28; 147]. Амплитуда колебаний таких систем не зависит от начальных условий, а фаза может быть любой [148; 149]. На фазовой плоскости стационарное решение такой системы представляется предельным циклом – замкнутой кривой. [28; 47; 197].

Колебательный процесс не всегда является периодическим. Многими исследователями доказано, что наложение случайных причин может приводить к регулярным чередованиям подъема и спада уровней ряда, создавая видимость ритмических изменений [55; 151; 157; 167; 189; 190; 209].

В ритмологии спектральный анализ применяют в трех вариантах:

1. Расчет автокорреляционной функции. Автокоррелограмма случайного процесса носит экспоненциально-затухающий характер, т.е. является фильтром случайной компоненты в колебательном процессе. Автокорреляционный и спектральный анализ впервые применялся в изучении ритмов кратковременной памяти в работах Г. А. Аминева (1972, 1974) [178]. С

помощью автокоррелограммы колебательные процессы в нейрофизиологии изучались многими исследователями [37; 38; 39; 40; 41; 42; 71; 138].

2. Фурье-анализ (Брилингер Д., 1980), основная задача которого состоит в разложении временного ряда на конечное число элементарных периодических компонент. Таких компонент будет тем больше, чем более аperiodическим кажется ряд. Данный анализ активно применялся в работах К. В. Коняева (1973), М. К. Чернышева (1976, 1983) [118].

3. Поиск максимума энтропии, широко применяющийся в экологических исследованиях. Конечный результат спектрального анализа заключается в выделении периодов ритма. К недостаткам метода можно отнести то, что для достоверности результатов требуется большое количество наблюдений, приводящее к длительной регистрации процесса, а также то, что при разложении в ряд Фурье возможно появление ложных пиков.

Также в изучении биоритмов возможно использование мониторинга по Холтеру, являющееся отработанным методом исследования сердечного ритма, как в космосе, так и в обычных условиях. Благодаря данному методу можно получить ценные и достоверные результаты. Однако на сегодняшний день мониторинг вариабельности сердечного ритма в группе недостаточно разработано.

Глава 3. Обоснование формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у человека в экстремальных условиях Арктики

3.1. Формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у участников высотного десантирования (10 км) в экстремальные условия Арктики (арктические острова)

Изучение экологической адаптации человека является чрезвычайно актуальным в экологических исследованиях. Значимость заключается в решении таких задач как: повышение безопасности технологических процессов, производительности и комфортности труда, снижение рисков для здоровья работников производства. Внедрение новых информационных технологий, в частности цифровизации, требует более глубокого изучения экологической адаптации человека, направленных на предупреждение производственных ошибок, рисков, травм, болезней, несчастных случаев. Исследование человеческого фактора необходимо включить в систему безопасного управления рисками критических инфраструктур. Предотвращение крупных аварий и связанных с ними несчастных случаев дорого обходится любой стране и людям, потерявшим своих близких [266; 269; 275].

Особое внимание уделяется обеспечению безопасности инфраструктур. Это обусловлено необходимостью предотвращения крупных аварий, несчастных случаев на производстве. Важным аспектом профилактики человеческого фактора является изучение адаптационных реакций человека как в условиях срочной адаптации, связанной как с коротким, так и длительным пребыванием в неблагоприятных условиях окружающей среды, соблюдение смены труда и отдыха, своевременное обеспечение потребностей работников экстремальных видов профессиональной деятельности.

Особое внимание в безопасности инфраструктур уделяется здоровью, психологическим характеристикам работников, их компетенциям и когнитивным возможностям. Когнитивная сфера определяет вероятность ошибок, которые допускают работники в различных сферах своей деятельности, особенно в области инфраструктур. В настоящее время интенсивно формируется критическая информационная система (КИИ), требующая новых гибких решений в её безопасности. Изучение человеческого фактора позволяет разрабатывать проекты рабочих мест, оборудования, обеспечивающие эффективную организацию безопасности инфраструктур, включая критические и информационные. С интенсивным развитием информатизации получила развитие потребность в безопасности критических информационных инфраструктур. С 1 января 2018 года в России вступил в силу закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

Освоение Российской Арктики требует качественной подготовки не только специалистов, но и строительства самой инфраструктуры к длительному пользованию в сложных природных и климатических условиях. Примером такого уникального строения является «Арктический трилистник» на Земле Франца Иосифа. В арктических широтах есть одна большая сложность, она связана с трудной транспортной доступностью. В экстренных ситуациях морские суда не могут оказать немедленную помощь. Потребуется использование авиационных машин, приспособленных для полётов в труднодоступные районы. Но не это главное. Главное заключается в том, что осуществление ликвидации аварий любой сложности требует срочной доставки специалистов, способных быстро включаться в устранение чрезвычайных ситуаций.

Для обеспечения экологической безопасности арктической инфраструктуры необходима подготовка специалистов к десантированию в труднодоступные районы Арктики. Следовательно, специалисты должны владеть опытом десантирования с использованием безопасной парашютной

техники и техническими средствами для оказания помощи при выходе из строя критической инфраструктуры. В таких ситуациях специалистам предстоит преодоление нескольких часовых поясов в связи с авиаперелётом к месту аварии. После приземления людям придётся отказаться от отдыха и включиться в ликвидацию чрезвычайной ситуации. Известно, что джетлаг требует напряжения функциональных систем. В связи с этим изучение возможностей организма человека в условиях джетлага является чрезвычайно актуальным для обеспечения безопасности критических инфраструктур в связи с интенсивным освоением Арктики и других труднодоступных районов.

Были изучены биоритмологические характеристики по ультрадианным ритмам у участников десантирования на острова в Северном Ледовитом океане, для решения поставленных задач. Исследование проводилось как в тренировочный период на территории Центральной России, так и осуществления мониторинга изменений биоритмологических показателей variability сердечного ритма от взлёта с аэродрома Центральной России, последующего десантирования с высоты 10 км на арктические острова для решения производственных задач и возвращения в исходную точку. Исследование проводилось с использованием холтеровского мониторинга около суток (22-25 час).

3.1.1. Биоритмологические показатели участников десантирования в учебно-тренировочный период на территории Центральной России

1) Ультрадианные ритмы участников десантирования в учебно-тренировочный период. Команда для десантирования формировалась в течение года. В связи с тем, что десантирование в Арктику предполагало не только профессиональный опыт, но и обязательным условием являлся опыт владения навыками пилотирования специальной парашютной техникой. В команду подбирались специалисты, имеющие опыт прыжков с парашютом.

Все претенденты прошли углубленное медико-биологическое обследование, включая барокамеру. Поскольку десантирование, в соответствии с погодными условиями, было запланировано с высоты 8-10 км на острова Северного Ледовитого океана, участники должны были пройти десатурацию, для перехода на дыхание кислородными аппаратами. Для подготовки специалистов к высотному десантированию, связанное с обеспечением безопасности инфраструктур в арктических широтах, были проведены учебно-тренировочные сборы. Все участники имели различный опыт десантирования в экстремальных условиях и ситуациях (от 300 прыжков до 15000). Сборы включали высотные полётные задания (десатурацию, испытание: одежды для низких арктических широт, парашютной техники, кислородного оборудования и др.).

Показатели участников десантирования в рамках учения по обеспечению безопасности инфраструктур изучались в три этапа: 1) контрольные замеры показателей в состоянии покоя; 2) тренировочный период с выполнением десантирования с высоты: а) 8 км; б) 10 км в условиях десатурации; 3) выполнение задач учебного десантирования в арктические широты для осуществления обеспечения безопасности арктических критических инфраструктур с учётом джетлага.

Особый интерес представляли исследования, которые проводились с выполнением высокой умственной нагрузки не только в состоянии покоя, но и активной трудовой деятельности с использованием холтеровского мониторинга. Полученные данные позволяют понять механизмы взаимосвязи между автономной и когнитивной сферой деятельности организма в решении управленческих задач.

Изучены показатели вариабельности сердечного ритма с использованием аппаратно-статистических комплексов (АПК) «Варикард2.52» «Варикард2.6» в программном обеспечении «ISCIM6.0». Было проведено несколько замеров (n=45) у участников десантирования в состоянии покоя в предтренировочный период. Замеры артериального

давления осуществлялись непрямым методом измерения по методике хирурга Н.С. Короткова, предложенный в 1905 г, основанный на пережатии манжетой плечевой артерии и прослушивании тонов, при медленном выпуске воздуха из манжеты.

Ультраниантные ритмы изучались на протяжении 12 часов (с 9 до 21 часа) от момента установки прибора, десантирования, приезда в Центр, включая восстановление организма в барокамере после высотной гипоксии. Барокамера использовалась для гипербарической оксигенации как профилактики декомпрессионной болезни. Исследование проходило в присутствии врача. От момента включения приборов до посадки в самолёт у 90,9% обследованных наблюдалось равновесие между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы по показателю вегетативного гомеостаза ($MxDMn\ ms$).

На момент исследования низкие значения стресс-индекса (SI ниже 30 усл.ед.) выявлены у 15,5%, высокие (более 500 усл.ед) также у 15,5%; норма (50-150 усл.ед.) – 57,7% участников десантирования.

В покое у обследованных наблюдалось преобладание психоэмоционального состояния и низкие значения высокочастотных волн (HF%). Следует учесть, что данная группа прибыла с различных мест своей трудовой деятельности, в которых могли иметь место нарушения труда и отдыха, а также личные особенности социальных взаимодействий.

Показатели артериального давления в целом систолическое артериальное давление (САД: 120-139 мм.рт.ст.), диастолическое давление (ДАД: 79-95 мм.рт.ст.) и частота сердечных отклонений (ЧСС: 70-78 уд.мин) соответствовали норме или несколько превышали их нормированные значения. Сатурация также соответствовала диапазону нормы (95-98%).

Сравнительная оценка у участников десантирования в учебно-тренировочный период по ультраниантным ритмам в условиях высотного полёта (с высоты 8 км). Показатели артериального давления в течение тренировочного периода для осуществления прыжка с высоты 8 км отмечены

в норме, тогда как к моменту десантирования частота сердечных сокращений (ЧСС) достоверно увеличивалась ($P<0,01$). (таб. 4).

Таблица 4.

Изменение показателей АД и ЧСС у участников десантирования
в условиях учебно-тренировочных полётов

День	Показатели артериального давления		
	САД	ДАД	ЧСС
В состоянии покоя	129,7±6,5; σ ±19,4	86,2±4,6; σ ±13,9	74,0±1,2; σ ±7,8
Перед началом полётов	136,5±8,4; σ ±27,9	82,7±2,4; σ ±8,2	83,7±1,7; σ ±5,8
P	>0,05	>0,05	<0,01

Примечание: САД – систолическое, ДАД – диастолическое давление;
ЧСС – частота сердечных сокращений.

По показателю максимальной амплитуды регуляторных влияний ($MxDMn$) в состоянии покоя у 44,4% обследованных наблюдалось равновесие между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы, у 44,5% – умеренное и выраженное преобладание парасимпатической нервной системы, у 11,1% – умеренное преобладание симпатической нервной системы. В условиях высотной гипоксии на борту транспортного самолёта, не имеющего автоматического обеспечения воздухом для дыхания, у 40% обследованных выявлено равновесие ($MxDMn$ ms) между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. У 60% участников наблюдалось умеренное и выраженное преобладание парасимпатической нервной системы. При десатурации у 100% участников десантирования отмечено умеренное и выраженное преобладание парасимпатической нервной системы. Усиление регуляции управления ритмом сердца парасимпатической системой характеризуется активацией холинергических влияний на стенки сосудов, что может привести к снижению реактивности свойств стенок резистивных сосудов к вазопрессорным

веществам: катехоламинам, ангиотензину, тироксину и др. За изучаемый отрезок времени амплитуда вегетативного гомеостаза (MxDMn) составила 494 мс, акрофаза – 35°, батифаза – 102 мс, мезор (h) – $250 \pm 23,2$; $\pm \sigma = 104,4$ мс (рис. 13).

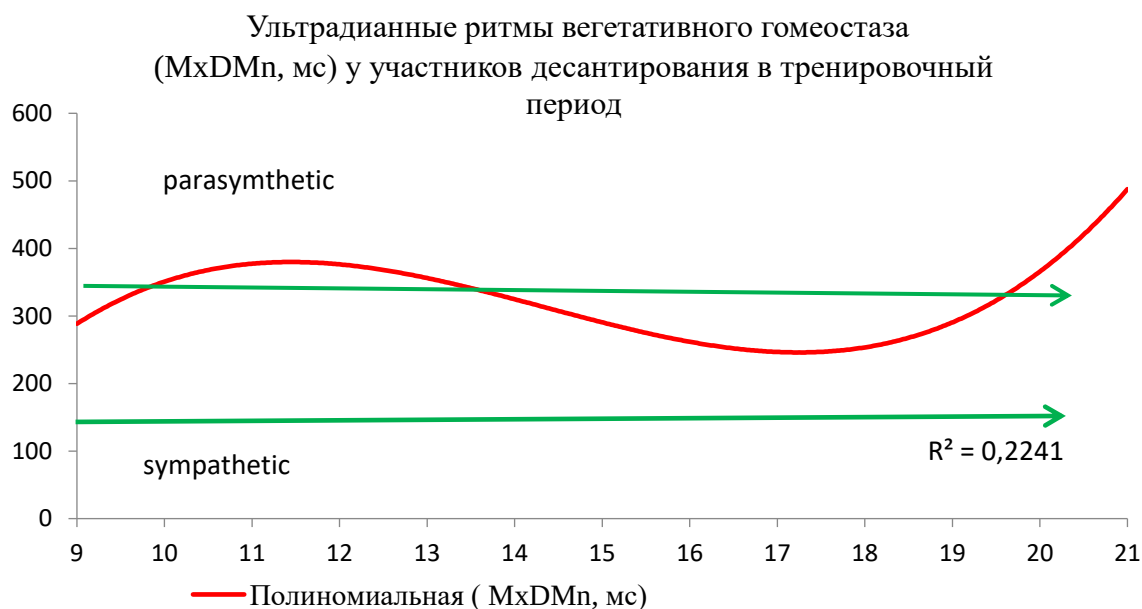


Рисунок 13. Ультрадианные ритмы вегетативного гомеостаза (MxDMn, мс) участников тренировочного полёта с высоты десантирования 8 км. в условиях высотной гипероксической гипоксии в аппроксимации полинома в 3-ей степени

Примечание: зелёный цвет – границы нормы MxDM, мс.

Согласно А. Н. Флейшману на данном рисунке наблюдается гиперадаптивная реакция, которая характеризуется нарушением медленноволнового гомеостаза. Это свидетельствует о возникновении дезадаптации или срыва адаптации.

Таблица 5.

Взаимосвязь между показателями MxDMn и HF, LF, VLF, ULF у участников десантирования в состоянии покоя

Показатели	lgHF	lgLF	lgVLF	lgULF
MxDMn	0,57 _{<0,05}	0,53 _{<0,05}	0,7 _{<0,01}	0,82 _{<0,001}

Примечание: достоверность различий $P < 0,05$, $P < 0,01$, $P < 0,001$

Корреляционный анализ выявил достоверные различия между показателями MxDMn и спектральными показателями (lg: HF, LF, VLF, ULF) у участников десантирования в состоянии покоя в условиях предтренировочного периода учебных сборов. Установлено, чем выше показатели спектрального анализа, тем достоверно выше максимальная амплитуда регуляторных влияний (таб. 5).

Сравнительная оценка групповых особенностей участников десантирования в условиях высотного полёта (с высоты 10 км) в учебно-тренировочный период по ультрадианным ритмам.

Показатели артериального давления в течение тренировочного периода для осуществления прыжка с высоты 10 км к началу десантирования частота сердечных сокращений (ЧСС) достоверно увеличивалась ($P < 0,01$). У 57,7% обследуемой группы участников десантирования выявлено, что показатель HF (%) наблюдался ниже условной нормы (20-39% и составил $11,2 \pm 1,06$; $\pm \sigma = 4,3$). Известно, что снижение вариабельности сердечного ритма (BCR) является важным неинвазивным индикатором оценки вегетативной дисфункции и сердечно-сосудистого риска при различных патологиях [354]. Отмечено напряжение вазомоторного центра выше условной нормы ($LF\% = 50,3 \pm 2,4$; $\pm \sigma = 15,8$). Показатели LF и VLF имели нормальное распределение Гаусса, но между ними отмечена взаимная синхронизация низкочастотных колебаний (LF и VLF) (рис. 14).

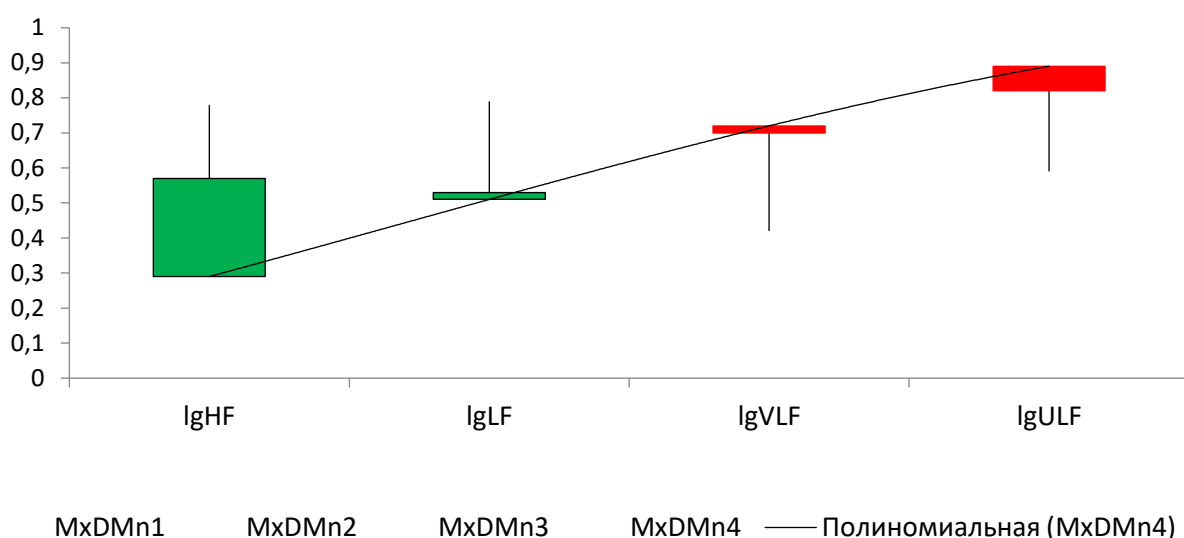


Рисунок 14. Взаимосвязь между показателями спектральной мощности (lg: HF, LF, VLF, ULF) и вегетативным гомеостазом (lgMxDMn) у участников экстремального десантирования с высоты 10 км в условиях природно-климатической и социальной среды Центральной России

Примечание: 1 – lgMxDMn покоя, 2 – lgMxDMn высотной гипоксии (5 км), 3 – lgMxDMn десатурации; 4 – lgMxDMn гипероксия (снижение с 10 км м до 3 км)

При высотной гипоксии ЧСС составляла $88,7 \pm 2,8$; $\pm \sigma = 9,3$, у 65% участников стресс-индекс соответствовал норме ($69,9 \pm 12,0$; $\pm \sigma = 40,0$), у 35% наблюдались низкие значения. При десатурации ЧСС составила $92 \pm 5,7$; $\pm \sigma = 15,0$, низкие значения SI наблюдались уже у 50%, что свидетельствует о нарастании влияния автономного контура регуляции управления ритмом сердца.

У участников десантирования с в условиях высотной гипоксии и десатурации с высоты 10 км выявлена достоверная положительная корреляционная связь между показателями MxDMn и мощностью спектров (lg: HF, LF, VLF, ULF) Выявлен высокий уровень взаимосвязи между MxDMn и (lg) ULF, что свидетельствует о влиянии центрального контура регуляции на управление поведением участников сборов. Это выражалось индивидуальными психоэмоциональными реакциями

с момента десатурации, подготовки к покиданию самолёта, процесса десантирования, приземления и последующими реабилитационными действиями (таб. 6).

Таблица 6.

Взаимосвязь между показателями MxDMn и (lg) HF, LF, VLF, ULF у участников десантирования с высоты 10 км в условиях высотной гипоксии, десатурации в тренировочный период

Показатели в условиях	lgHF	lgLF	lgVLF	lgULF
MxDMn покоя	0,57 _{<0,05}	0,53 _{<0,05}	0,7 _{<0,01}	0,82 _{<0,001}
MxDMn высотной гипоксии (5000 м)	0,69 _{<0,05}	0,66 _{<0,05}	0,65 _{<0,05}	0,59 _{<0,05}
MxDMn десатурации	0,78 _{<0,01}	0,79 _{<0,01}	0,42	0,75 _{<0,01}

Множественная регрессия между данными показателями ВСР в состоянии покоя составила $r=0,58$; $P<0,05$, условиях высотной гипероксической гипоксии $r=0,851$; $P<0,001$, десатурации – $r=0,78$; $P<0,01$. У 57,7% обследованных показатель HF(%) наблюдался ниже условной нормы (норма: 20-39% и составил $11,2\pm 1,06$; $\pm\sigma=4,3$), отмечено напряжение вазомоторного центра выше условной нормы ($LF\%= 50,3\pm 2,4$; $\pm\sigma=15,8$).

Показатели спектрального анализа ВСР соответствовали нормальному распределению Гаусса. Активность парасимпатического звена регуляции управления ритмом сердца (HF) в состоянии покоя и высотной гипероксической гипоксии смещена влево, что характеризует доминирование низких значений данного показателя, тогда как сверхнизкочастотные волны (ULF) смещены вправо, что характерно для высоких значений. Полученные данные свидетельствуют о дисфункции активности парасимпатического звена регуляции управления ритмом сердца и влиянии психоэмоционального состояния на вегетативные процессы управления регуляцией системы кровообращения (рис. 15).

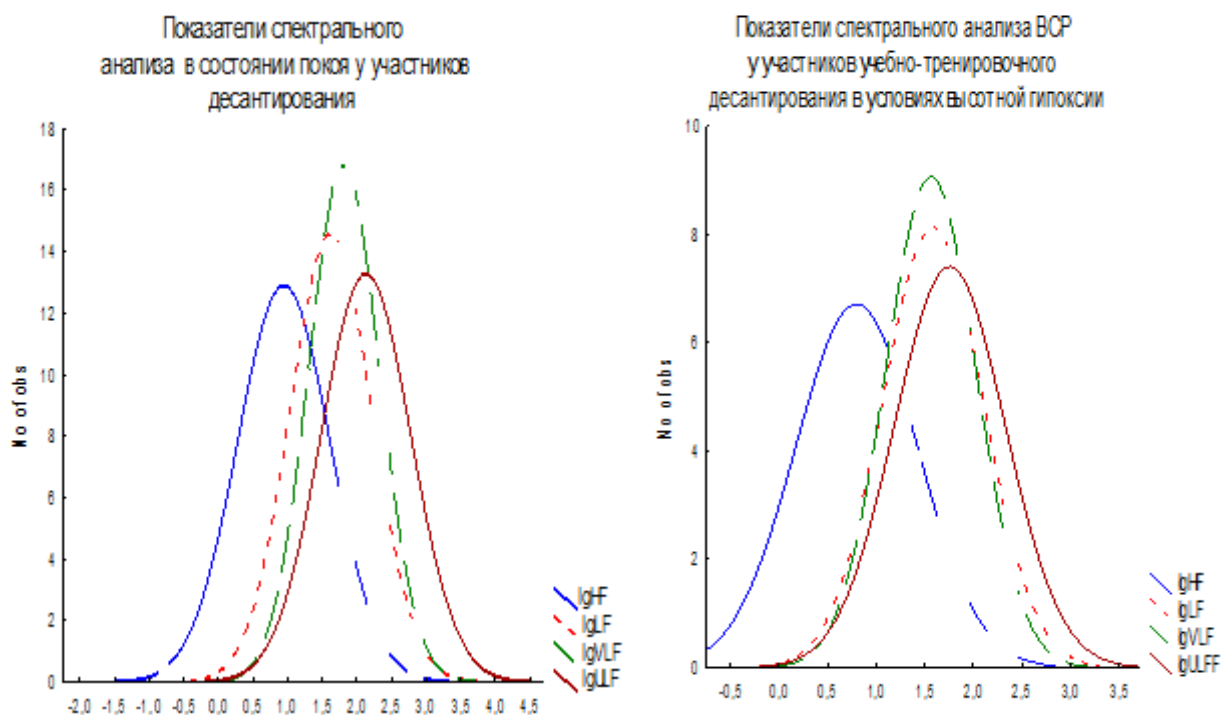


Рисунок 15. Показатели спектрального анализа (lg) ВСР в состоянии покоя и высотной гипероксической гипоксии участников десантирования с высоты 10 км в учебно-тренировочный период на территории Центральной России

У 72,2% участников обследуемой группы наблюдались низкие значения ($19 \pm 3,4$; $\pm \sigma = 15,33$) по показателю HF (%), и у этого же количества (72,2%) отмечено напряжение вазомоторного центра выше условной нормы ($LF\% = 55,1 \pm 3,8$; $\pm \sigma = 17,1$). У участников десантирования выявлено взаимное усиление синхронизации (lg) LF и VLF на фоне общего снижения ВСР, что является важным неинвазивным индикатором оценки вегетативной дисфункции и сердечно-сосудистого риска при различных патологиях.

В условиях десатурации у обследованных показатели спектрального анализа ВСР также имели нормальное распределение Гаусса и взаимную синхронизацию низкочастотных колебаний между LF и VLF, а общая синхронизация осуществлялась активностью парасимпатического звена управления регуляцией ритмом сердца. Доминирование парасимпатических влияний способствует нарушению автоматизма сердца, ранней

постдеполяризации, возникновению аритмии в следствие нарушения функции синусно-предсердного узла водителя ритма второго и третьего порядка. Следует заметить, что в синхронизации мощности гармоник LF, VLF наблюдалось влияние ULF. Это можно объяснить переживаниями участников, которые впервые осуществляли высотное десантирование с высоты 10 км, впервые проходили процесс десатурации в естественных условиях, что и отразилось на показателях функционального состояния (рис. 16).

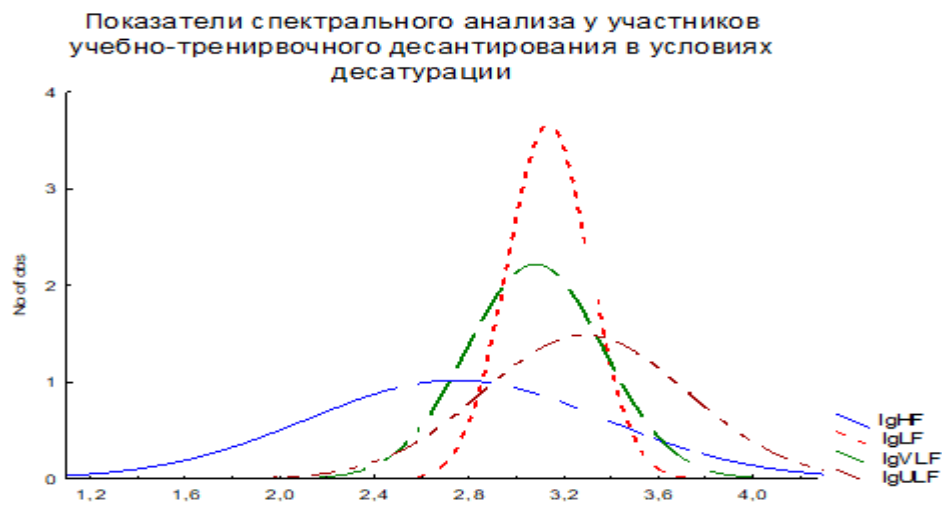


Рисунок 16. Показатели спектрального анализа (lg) BCP участников учебно-тренировочного десантирования в условиях десатурации

Корреляционный анализ показателей BCP у обследуемых, выявил достоверную связь между SDNN, RMSSD и (lg) HF, LF, VLF, ULF (рис. 17-18).

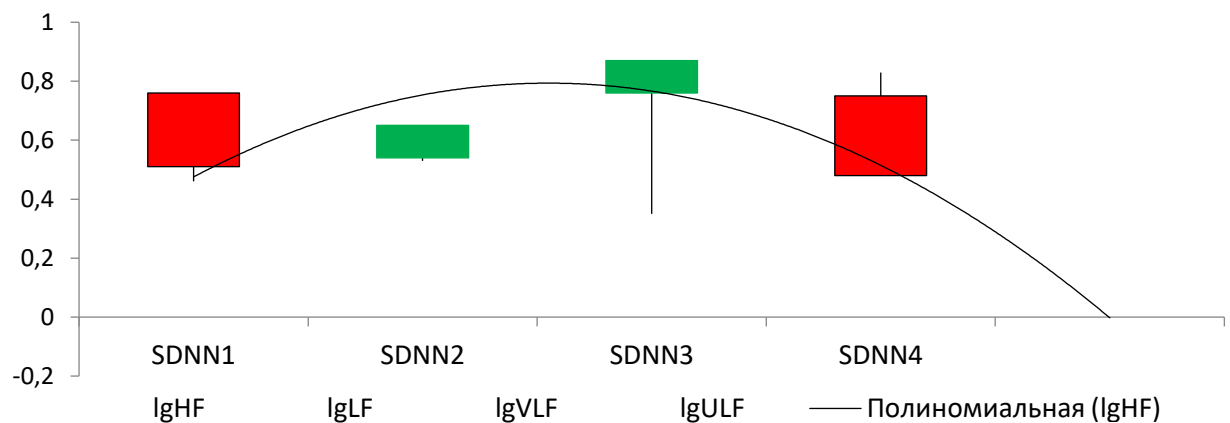


Рисунок 17. Взаимосвязь между показателями SDNN и (lg) HF, LF, VLF, ULF у участников десантирования в аппроксимации полинома 3-ей степени

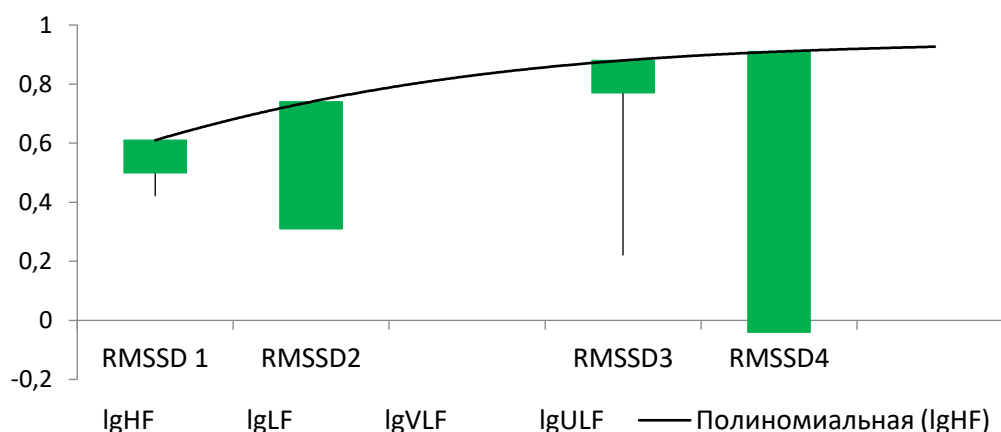


Рисунок 18. Взаимосвязь между показателями RMSSD и (lg) HF, LF, VLF, ULF у участников десантирования в аппроксимации полинома 3-ей степени

Примечание: 1 – покой; 2 – высотная гипоксия (5 км); 3 – десатурация; 4 – гипероксия (снижение с 10 км до 3 км)

Максимально высокая достоверная связь установлена между показателями суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения (SDNN) и активностью высших вегетативных центров (ULF), отвечающих в том числе за эмоциональную и когнитивную сферу психики (таб. 7).

Таблица 7.

Взаимосвязь между показателями RMSSD, SDNN и HF, LF, VLF, ULF у участников десантирования в состоянии покоя, высотной гипоксии и десатурации (n=10)

Показатели	lgHF	lgLF	lgVLF	lgULF
RMSSD покоя	0,61 _{<0,01}	0,42 _{<0,05}	0,42 _{<0,05}	0,5 _{<0,05}
RMSSD высотной гипоксии (5000 м)	0,74 _{<0,01}	0,58 _{<0,05}	0,4	0,31
RMSSD десатурации	0,88 _{<0,001}	0,61 _{<0,05}	0,22	0,77 _{<0,01}
SDNN покоя	0,51 _{<0,05}	0,46 _{<0,05}	0,61 _{<0,01}	0,76 _{<0,001}
SDNN высотной гипоксии (5000 м)	0,65 _{<0,05}	0,57 _{<0,05}	0,53 _{<0,05}	0,54 _{<0,05}
SDNN десатурации	0,87 _{<0,001}	0,75 _{<0,01}	0,35	0,76 _{<0,01}

Примечание: достоверность различий P<0,05, P<0,01, P<0,001

Полученные данные корреляционного анализа характерны для дисфункции в регуляции управлением ритмом сердца, снижение резистентности к высотной гипоксии и десатурации, который можно рассматривать как внутренний дисхронизм, что является признаком преморбидных состояний.

Были изучены амплитуда (A) и период (T) спектрального анализа. Анализ амплитуды мощностей гармоник (AHF, ALF, AVLF, AULF) выявил у 22,7% – перенапряжение, а у 9,1% обследованных – нарушение адаптационных ресурсов.

Установлена достоверная взаимосвязь между максимальной амплитудой регуляторных влияний (MxDMn) и амплитудами AHF ($r=0,8$); ALF ($r=0,67$); AVLF ($r=0,62$); AULF ($r=0,53$). Показатели AHF значительно смещены влево, что характерно для низких значений. Также отмечена взаимная синхронизация низкочастотных колебаний между ALF и AVLF.

Синхронизация гармоник осуществлялась волнами амплитуды вазомоторного центра (ALF). Периоды спектральных показателей THF, TLF, TVLF островершинные, что свидетельствует о напряжении адаптационных процессов организма у участников десантирования. Показатель периода активности регуляции управления ритмом сердца высшими вегетативными центрами (TULF) имеет приплюснутый вид и смещен вправо, что свидетельствует о напряжении высших вегетативных центров, характеризующих психоэмоциональное состояние (рис. 19).

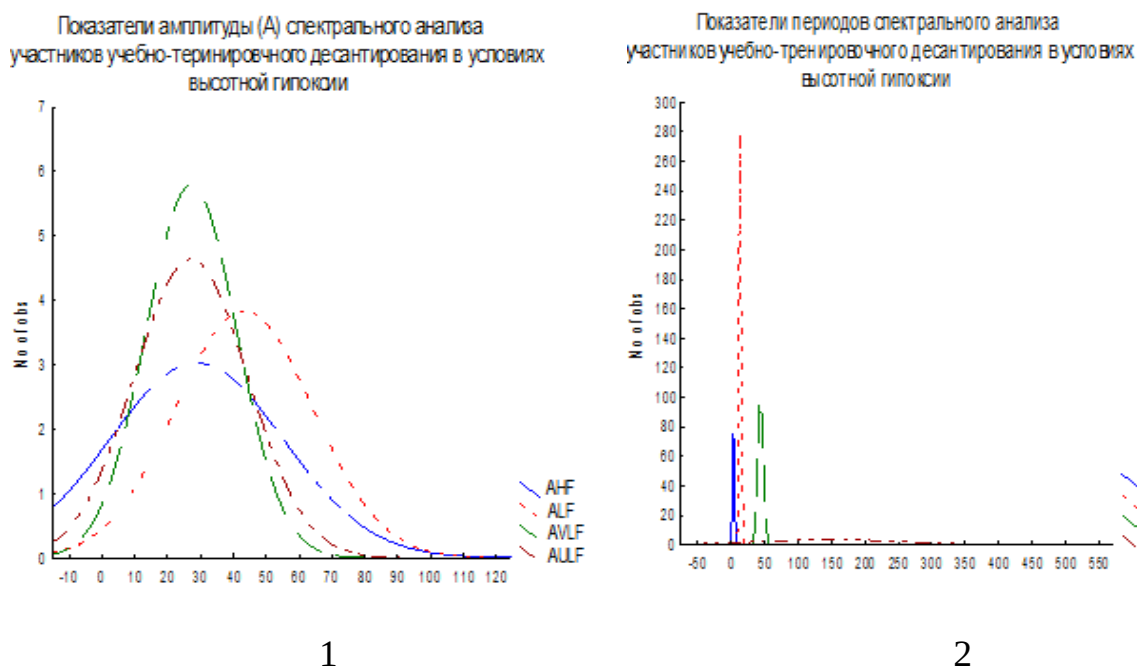


Рисунок 19. Показатели амплитуды (A) и периода (T) мощности спектров частотных компонентов (HF, LF, VLF, ULF мс²) у участников учебно-тренировочного десантирования в условиях высотной гипоксии

Примечание: 1- амплитуда; 2 – период

Интересно отметить, что по данным амплитуды наблюдалась синхронизация мощности частотных компонентов AHF, ALF со смещением влево, что объясняется их низкими значениями, и увеличением мощности частотных компонентов AVLF, AULF. Показатели периода (T) мощности частотных компонентов характеризуют перенапряжение регуляторных систем организма обследованных, групповая синхронизация осуществлялась под влиянием TULF. По данным амплитуды (A) и периода (T) спектрального анализа можно констатировать, что в условиях высотной гипоксии с выполнением сложных учебно-тренировочных заданий, направленных на обеспечение безопасности критических инфраструктур в арктических широтах, у участников десантирования выявлена перекрёстная адаптация к комплексу неблагоприятных факторов, гиповентиляция легких, гипоксемия, гиперкапния, дыхательный алкалоз. Нарушение кислородного гомеостаза может привести к возникновению многих заболеваний, поскольку любое

патологическое состояние прямо или косвенно связано с нарушением кислородного режима организма и его регуляцией (Лукьянова Л.Д., 2019 г.).

Индивидуальные показатели функционального состояния ВСР участников учебно-тренировочного десантирования в покое и высотной гипероксической гипоксии.

Приведем примеры индивидуальных показателей функционального состояния участников десантирования в учебно-тренировочный период, выявленные в состоянии покоя и высотной гипероксической гипоксии (рис. 20-21):

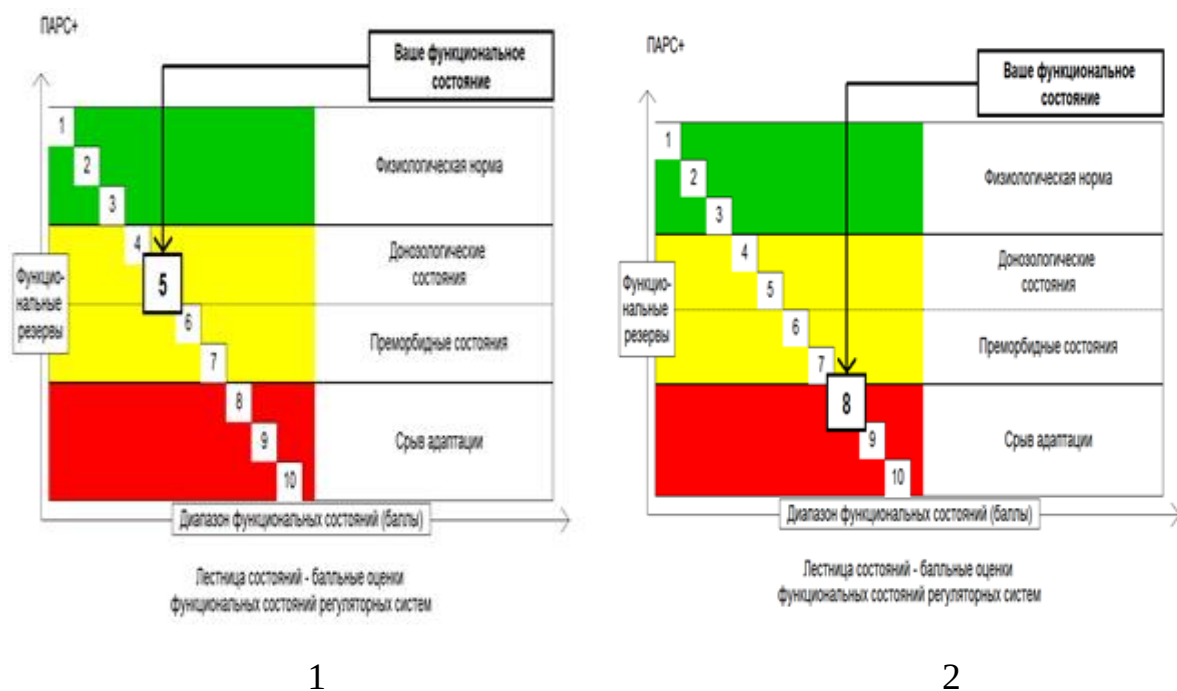


Рисунок 20. Показатели функционального состояния по ВСР в покое (1) и высотной гипоксии (2) у участника десантирования 33 лет с количеством прыжков >500

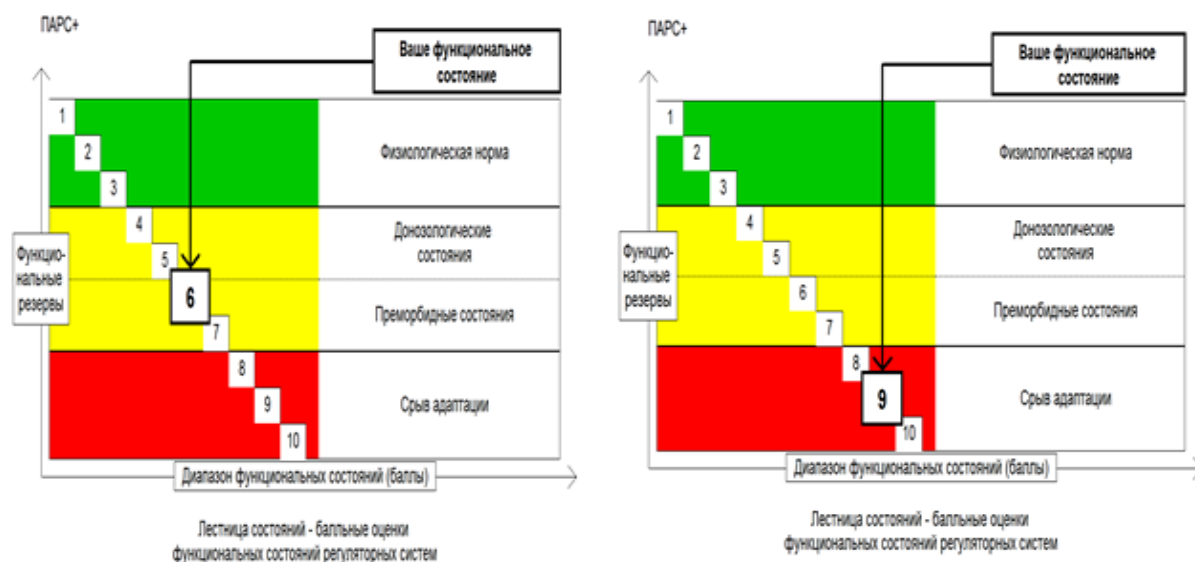


Рисунок 21. Показатели функционального состояния по ВСР в покое (1) и высотной гипоксии (2) у участника десантирования 50 лет с количеством прыжков <5000

На момент прибытия у обследованных наблюдалось напряжение функциональных систем, которое в условиях высотной гипероксической гипоксии переросло в срыв адаптационных систем. Поскольку участники десантирования прибыли на сборы с нарушением режима труда и отдыха, то показатели функционального состояния по ВСР свидетельствует о низком уровне резистентности организма к высотной гипероксической гипоксии.

Результаты исследования показали, что для развития устойчивой адаптации к комплексу стресс-факторов различной природы в условиях подготовки к выполнению тренировочных задач, связанных с десантированием для обеспечения безопасности инфраструктур арктических широт, необходимо организовать индивидуальную возможность отдыха и полноценного питания, которое не было предусмотрено в тренировочный период.

3.1.2. Формирование экологической адаптации по ультрадианным ритмам у участников десантирования на арктические острова с учётом транширотного перелёта.

Освоение человеком Крайнего Севера и арктических широт для хозяйственной деятельности, влечёт антропогенные изменения окружающей среды. В этих условиях важно изучение не только экологической адаптации природной среды к меняющимся условиям, но самого человека. В этой связи важными аспектами комплексных исследований в области экологии человека является определение адаптационных механизмов, влияние биологических и социальных факторов, роль временных диапазонов на процесс адаптации человека к экстремальным условиям. Это обусловлено тем, что современная профессиональная деятельность человека осуществляется в условиях эффективного развития научно-технического прогресса, глобализации, активных трансмеридиональных и транширотных миграций, увеличивающегося темпа и ритма жизни, социально-экономической нестабильности, социальных и техногенных аварий и катастроф и др. Новые ситуации порождают у человека психоэмоциональную, социальную и психологическую напряжённость.

Особую актуальность представляет изучение адаптации человека, осуществляющего профессиональную деятельность в экстремальных условиях и ситуациях. Профессиональная деятельность человека в условиях арктических широт сопряжена с риском для здоровья. Недостаточно изучен механизм срочной адаптации человека к комплексу негативных факторов, таких как: низкие температуры; острова, окруженные Северным Ледовитым океаном; высокое давление; снежный горный рельеф с ограниченной площадкой; десантирование с высоты 10 км; перепад температур и давления по высотам; транширотный перелёт и др. Исследователями отмечается, что адаптация есть процесс динамический, зависящий от комплекса биосоциальных и экологических факторов и целостный организм может

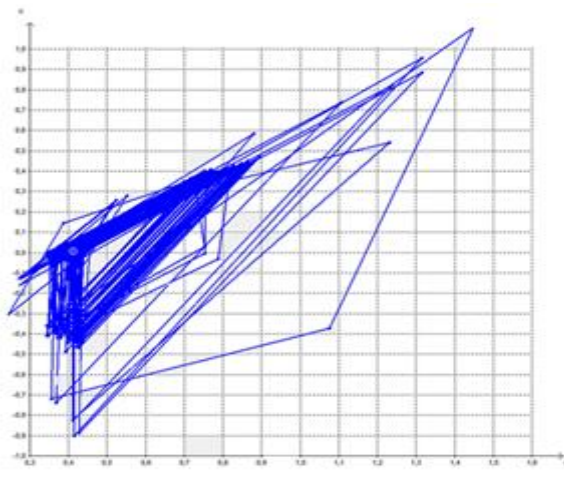
нормально существовать только при определенных фазовых соотношениях разных колебательных процессов в клетках, тканях, органах и функциональных системах при синхронизации их с условиями окружающей среды [18].

Были проведены учения с осуществлением трансширотного перелёта специалистов для десантирования в арктические широты с учебной целью ликвидации аварии на инфраструктурах. Температура воздуха аэродрома на момент вылета была $+17^{\circ}\text{C}$, температура воздуха в момент покидания летательного аппарата составляла -60°C , а приземления – -10°C . Участники учений имели специальную одежду, для работы в условиях низких температур арктических широт, предупреждающую переохлаждение организма. Команда, выделенная для обследования, состояла из 8 мужчин разного возраста (от 30 до 50 лет) и специальностей. Все участники имели подготовку, опыт десантирования в экстремальных условиях и ситуациях и были допущены военно-врачебной комиссией (ВВК) к осуществлению поставленных задач как условно здоровые. Запись ультрадианных ритмов вариабельности сердечного ритма осуществлялась в течение 22 часов.

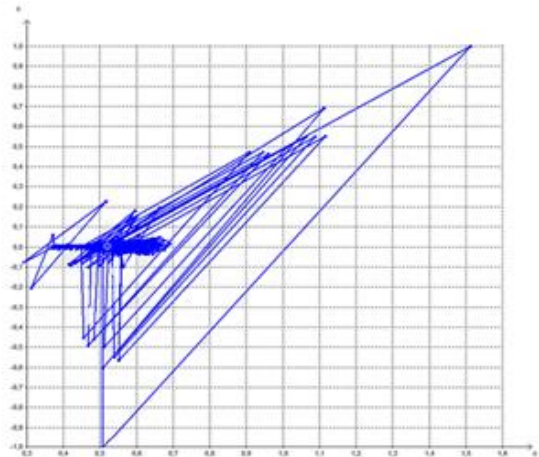
После десантирования в условиях учебных учений для ликвидации последствий аварии инфраструктур в арктических широтах по показателям ВСР были выявлены три группы вегетативного управления регуляцией ритмом сердца: 1) высокий уровень адаптивных реакций показали 12,5% участников; 2) неспецифическая резистентность, соответствующая предпатологическому состоянию выявлена у 37,5%; 3) срыв адаптационных систем наблюдался у 50%.

Во второй группе сравнивались максимальные и минимальные индивидуальные значения ВСР. Выявлено, что диапазон (V%) этих различий по показателю амплитуды ANF составил 93%, а SI – 89%. Между амплитудами ALF и AVLf отмечались плотные области рассеянности, VLF не превышал 280 мс^2 . Синхронизация управления регуляцией ритмом сердца с окружающей средой у 33- и 50-летнего участников осуществлялась волнами второго

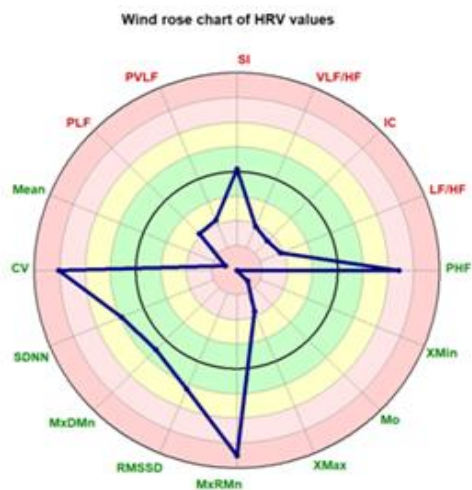
порядка ($LF \text{ мс}^2$). Однако напряжение сердечно-сосудистой системы у 50-летнего превышало нормативные значения в 1,4 раза и соответствовало предпатологическому состоянию (рис. 22).



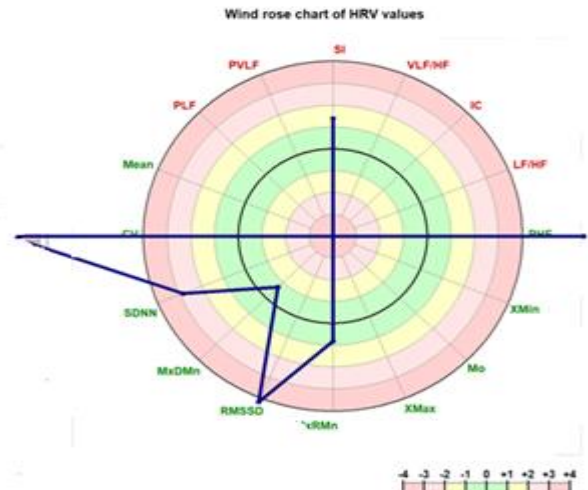
1



2



1

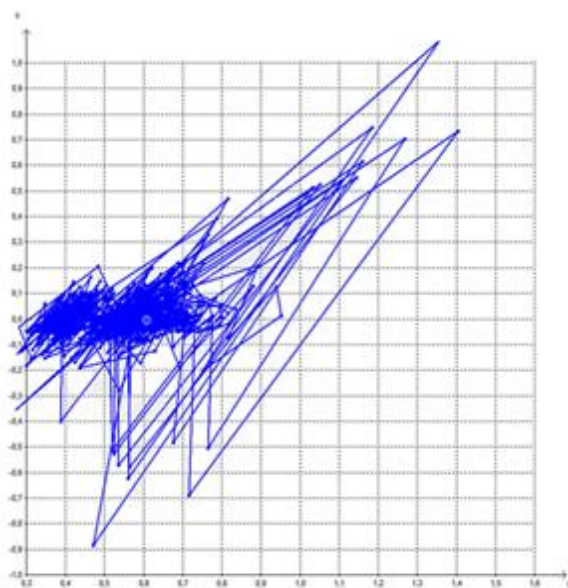


2

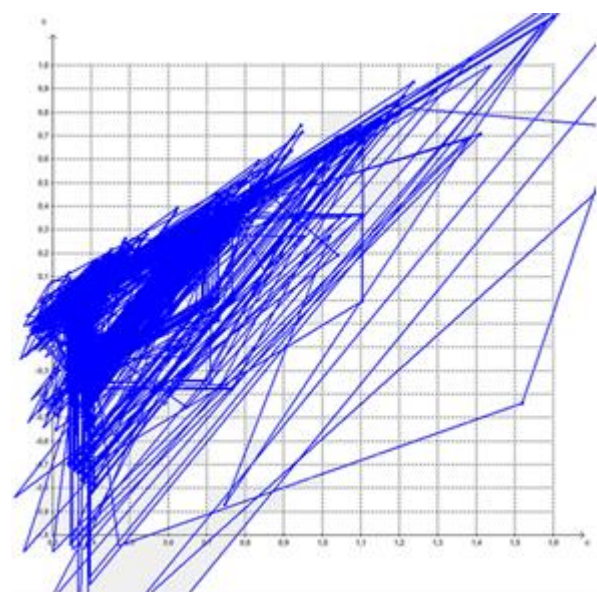
Рисунок 22. Фазовый портрет и круговая диаграмма распределения значений ВСП у специалистов 33 (1) и 50 (2) лет, после десантирования в условиях учений для ликвидации последствий аварии инфраструктур

В третьей группе также сравнивались показатели участников 30-летнего (более 1 тыс. прыжков) и 50-летнего (более 5 тыс. прыжков). У обоих участников выявлен срыв адаптационных систем. У 50-летнего участника AVLF наблюдалось в три раза выше, чем у 30-летнего участника.

Синхронизация управления регуляцией ритмом сердца с окружающей средой у 30- осуществлялась волнами второго порядка (LF мс^2), а у летнего 50-летнего – волнами третьего порядка. Полученные данные позволяют предположить, что в экстремальных ситуациях с возрастом увеличивается активность блуждающего нерва, что указывает на парасимпатикотонию, которая характеризуется снижением ответа симпатического отдела при нагрузках, возникает необходимость срочной адаптации организма. Соответственно увеличивается активность автономного контура для синхронизации процессов управления регуляцией ритмом сердца. У 50-летнего специалиста наблюдалась аритмия, что также указывает на признаки патологического состояния сердечно-сосудистой системы, характерной для дезадаптации. Об этом свидетельствует TP, значения которого превышали 40000 $\text{мс}^2/\text{Гц}$, а HF более 30000 $\text{мс}^2/\text{Гц}$. В данной группе обследуемых отмечался высокий уровень индивидуальных различий. Сравнение максимальных и минимальных значений по показателю ANF составило 79%, SI – 86%, ALF – 75%. По AVLF отмечались плотные области рассеянности, а VLF превышал 400 $\text{мс}^2/\text{Гц}$ (рис. 23).



1



2

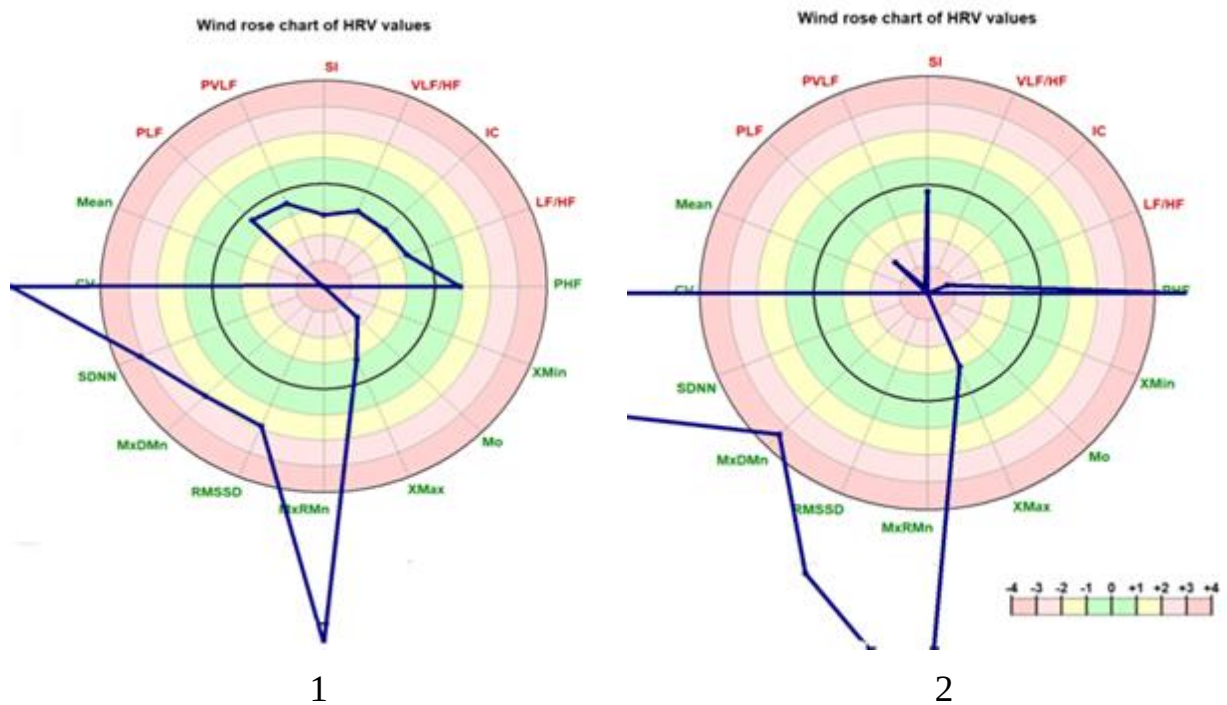


Рисунок 23. Фазовые портреты и круговая диаграмма значений ВСР у специалистов 30-ти и 50-ти лет третьей группы на воздействие комплекса экологических факторов после десантирования в арктические широты (арктические острова)

Полученные данные свидетельствуют о нарушении процессов синхронизации управления регуляцией ритмом сердца у участников десантирования. Исследования показали, что для здоровья любого возраста, особенно старше 50 лет, комплекс таких экологических факторов как: широтное перемещение, географическое положение арктических островов, температура воздуха по высотам, отделение над Северным Ледовитым океаном на значительном расстоянии от берегов, плотной облачностью, высотой покидания самолета, включая связанные с ней высотную гипоксию, гиперкапнию, представляют опасность и могут привести к возникновению вазодилатационного коллапса, а также кардиогенного шока.

В группе возрастного сравнения отмечался высокий уровень индивидуальных различий. Индивидуальные показатели спектрального

анализа ВСР указывают на напряжение регуляторных систем, снижение резистентности, десинхронизацию ритма (рис. 24).

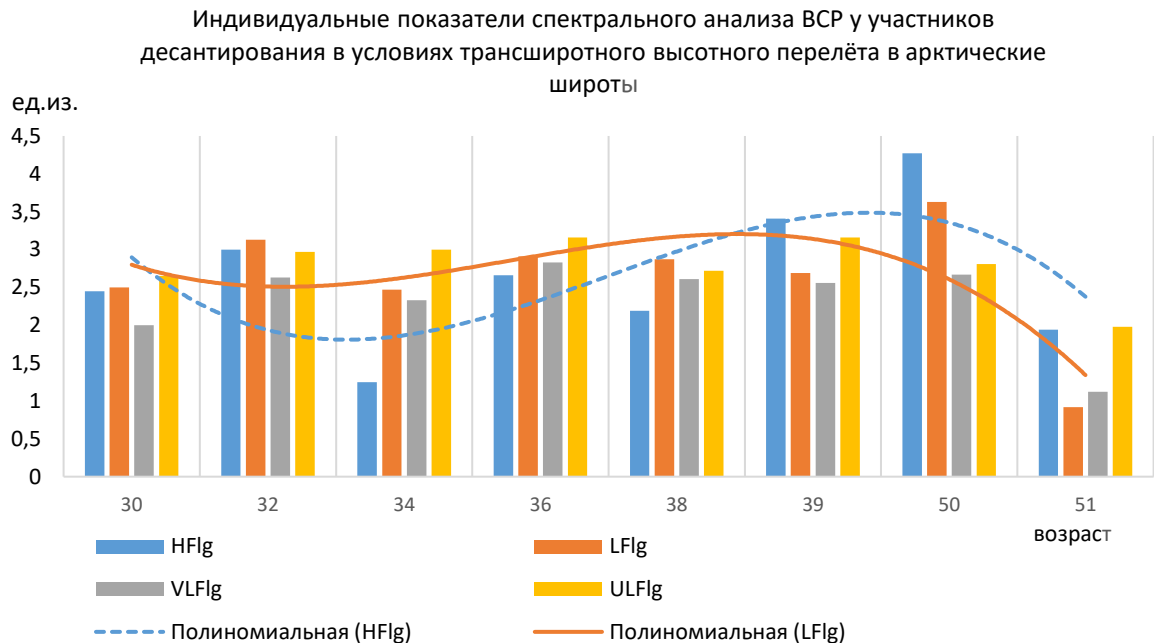


Рисунок 24. Групповые и индивидуальные биоритмологические показатели по ультрадианным ритмам у участников арктического десантирования в условиях высотного транширотного перелёта

В целом, исследование разновозрастной группы участников десантирования позволило установить, что, чем выше VLF, тем ниже RMSSD ($r = -0,929$; $P < 0,001$) и SDNN ($r = -0,898$; $P < 0,001$). Полученные данные по второй и третьей группе свидетельствуют о нарушении процессов синхронизации управления регуляцией ритмом сердца к условиям окружающей среды.

Анализ возрастных особенностей адаптивных реакций по показателям относительного уровня мощности гармоник в условиях арктического десантирования показал, что активизация симпатической нервной системы в управление регуляцией ритмом сердца выявлена у мужчин от 30 до 40 лет, а у мужчин от 40 до 50 лет управление регуляцией ритмом сердца осуществлялась парасимпатической ветвью метасимпатической нервной системы. Выявлена десинхронизация ритма частотных компонентов (рис. 25).

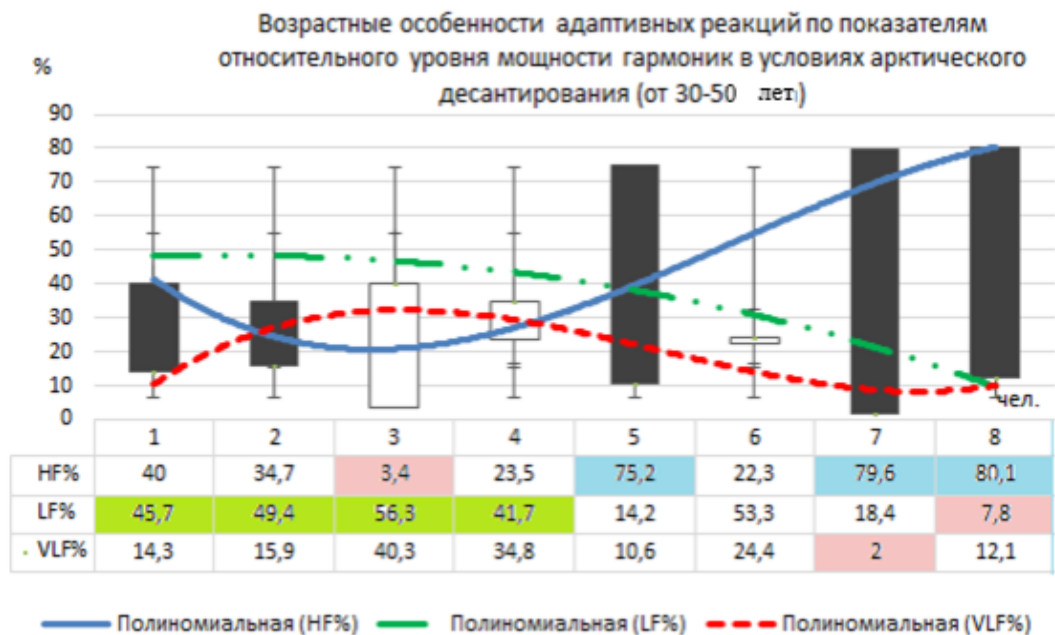


Рисунок 25. Адаптивные реакции по показателям относительного уровня мощности гармоник (HF%, LF%, VLF%) в условиях арктического десантирования (от 30 до 50 лет) с учётом возрастных особенностей

Примечание: на рисунки цифры: 1, 2,...8 – участники исследования

В старшей группе наблюдалась выраженная гипероксическая гипоксия, при перемещении в арктические условия при уменьшении плотности атмосферы – полярная гипоксия. Это может привести к возникновению циркуляторной (сердечно-сосудистой) гипоксии – к недостаточному кровоснабжению органов и тканей, как следствие цитотоксическая (тканевая) гипоксия, активация свободнорадикальных процессов. Действие экстремальных факторов может вызвать истощение адаптивных возможностей организма и привести к риску возникновения внезапной церебральной смерти. В анализе индивидуальных фазовых портретов использовались рекомендации А. Н. Флейшмана по данным нелинейной динамики [217]. На рисунке 26 представлены индивидуальные фазовые портреты участников: 1) хаотический (32 года, 50 лет); 2) предельно-циклического (39 лет), упрощенный структурно-геометрического (38 лет; 51 год), хаотически-циклический (30 лет; 34 года; 36 лет) (рис. 26).

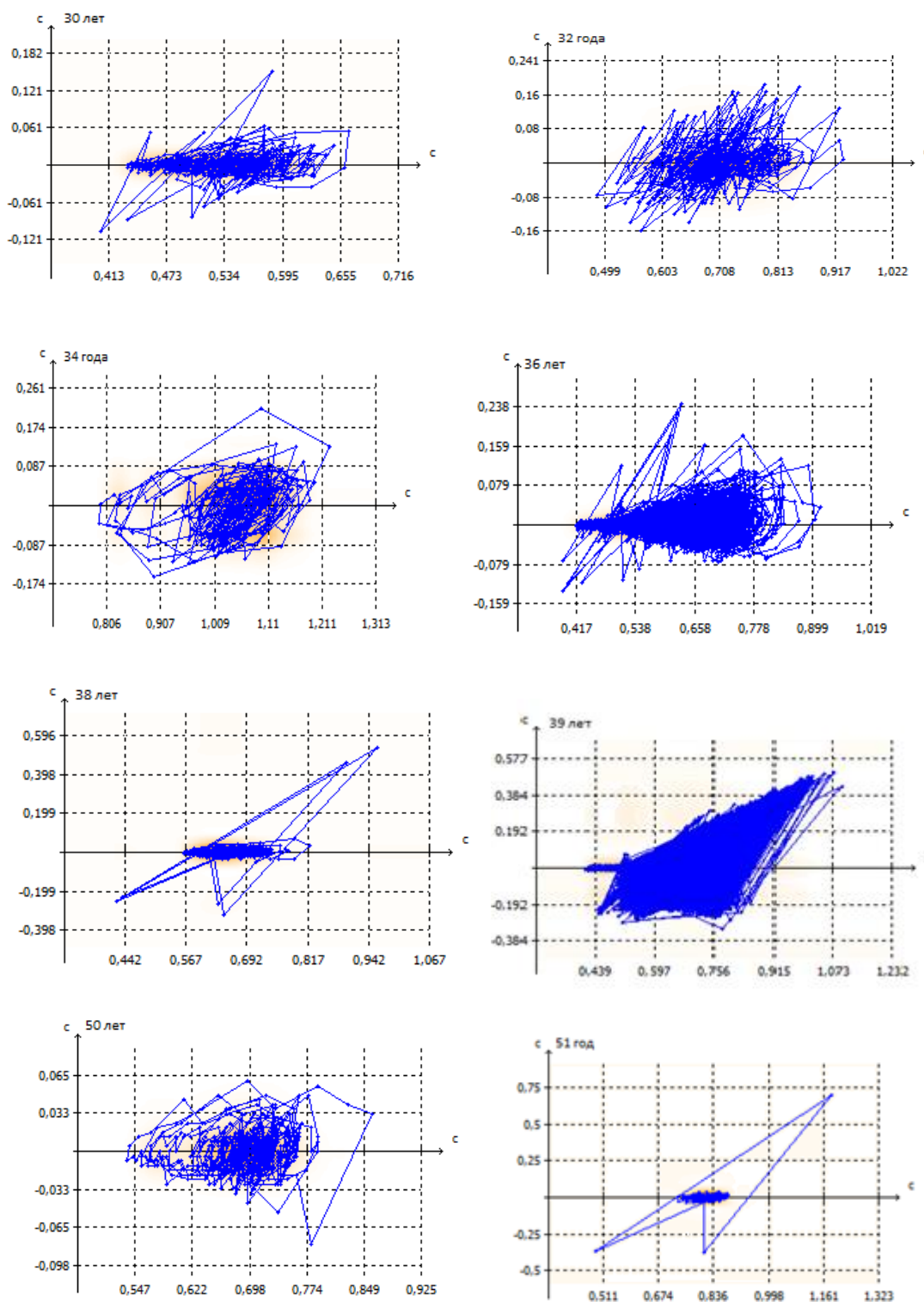


Рисунок 26. Индивидуальные фазовые портреты участников транширотного перелета и высотного десантирования с учётом возраста

Примечание: хаотический (32 года; 50 лет); 2) предельно-циклического (39 лет), упрощенный структурно-геометрического (38 лет; 51 год), хаотически-циклический (30 лет; 34 года; 36 лет).

Полученные данные указывают соответственно на локальный характер исследуемого процесса, энергодефицитные состояния, усиление эрготоропных реакций и десинхроноз. Исследованиями показано, что графический анализ ВСР в виде построения фазовых портретов используется сравнительно недавно (Анищенко В.С. и соавт., 1998, 1999; Гаврилушкин А.П., 1999; Варонецкас Г. и соавт., 2001; Флейшман А.Н., 2008-2023). Теория хаоса позволяет ответить на вопросы о состоянии сердечно-сосудистой системы. Если на фазовом портрете наблюдается отсутствие структуры значений RR или NN, то система функционирует нормально, если наблюдается её структуризация в геометрические фигуры, различного пространственного расположения, это свидетельствует о предпатологическом или патологическом состоянии. В анализе индивидуальных фазовых портретов использовались рекомендации А. Н. Флейшмана по данным нелинейной динамики [217].

Таким образом, исследования показали, что для здоровья любого возраста, особенно старше 50 лет, комплекс таких экологических факторов как: географическое положение арктических островов, температура воздуха по высотам, широтное перемещение, высота покидания самолета, включая связанные с ней высотную гипоксию, гиперкапнию, представляют опасность и могут привести к возникновению вазодилатационного коллапса, а также кардиогенного шока. В условиях профессиональной деятельности у участников при воздействии комплекса стресс-факторов индивидуальные ритмы подчиняются групповым с признаками характерными для психоэмоционального напряжения и десинхронизации. Адаптация сопровождается энергодефицитом и активностью высших вегетативных центров. Резистентность организма к недостатку кислорода связана с количеством высотных прыжков. При десатурации с последующим использованием приборов индивидуального дыхания наблюдались признаки сенсibilизации. (рис. 27).



Рисунок 27. Состояние участников арктического десантирования по ультрадианным ритмам в условиях транспиротного перелёта

Анализ полученных данных позволяет констатировать, что для обеспечения безопасности критических инфраструктур в освоении Арктики и профилактики человеческого фактора следует учитывать здоровье специалистов и их адаптационные возможности.

Математическое моделирование показало, что адаптация к экстремальной ситуации сопровождается индивидуальными особенностями адаптационных реакций. Полученные данные свидетельствуют о нарушении процессов синхронизации управления ритмом сердца. Для здоровья любого возраста, особенно старше 50 лет, преодоление часовых поясов, высотная гипероксическая гипоксия, низкие температуры и другие факторы арктических широт, представляют опасность и могут привести к возникновению вазодилатационного коллапса, а также кардиогенного шока.

У обследуемых отмечена хронотропная реакция, явные нарушения иннервации проводящей системы сердца. Полученные данные корреляционного анализа характерны для дисфункции в управлении

регуляцией ритмом сердца и снижении резистентности, связанной с десатурацией, которые можно рассматривать как внутренний дисхронизм. Выявлены возрастные адаптивные реакции участников арктического десантирования по показателю относительного уровня мощности гармоник: от 30 до 40 лет и с высокой чувствительностью вазомоторного центра (LF%) к комплексу негативных факторов. Избыток катехоламинов при усилении симпатико-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем приводит к чрезмерному повышению расхода миокардом кислорода и субстратов обмена веществ за счёт положительных хроно- и инотропных эффектов, вызывающих уменьшение объема кровотока, образование избытка активных форм кислорода и перекисей липидов, что приводит к повреждению миокарда и развитию коронарной недостаточности, инфаркта миокарда или внезапной сердечной смерти. В старшей группе может иметь место вероятность возникновения фактора внезапной смерти (церебральной), так как холинергическая система головного мозга является самой уязвимой при развитии патологических процессов на воздействия патогенных факторов.

Исследования участников высотного десантирования в арктические широты показало, что предикторами формирования экологической адаптации к комплексу экологических факторов являются следующие нормированные показатели BCP: SDNN, HF%, LF%, VLF%, TP м/с².

Психологические особенности личности участников десантирования изучены с использованием статистического комплекса «ISCIM7.3». По методике САН все обследуемые отмечали хорошее самочувствие и настроение. Вместе с тем, 87% чувствовали напряжение, сонливость, желание отдохнуть, недостаточную внимательность и работоспособность. Выявлены следующие групповые психологические особенности обследуемых: эмоционально устойчивы – 60%, эмоционально ригидны – 20%; эмоционально неуравновешенны – 20%. Из общего числа тестируемых 30% испытывали трудности в принятии решений в новых ситуациях. Все участники не склонны к обиде, зависти, стремятся к справедливости; в споре сдержаны,

корректны, стараются внимательно выслушать собеседника, понять его аргументы; в межличностных отношениях выполняют установленные правила; склонны к глубокому переживанию и анализу действий, в случае неудачи своевременно корректируют поведение; испытывают чувство вины перед родными и близкими из-за дефицита внимания к ним. Выявлена неудовлетворенность социальных и психологических потребностей личности, что может привести к подавленности, снижению внимания, срыву работы.

В результате исследования выявлено, что из всего числа участников десантирования на объекты инфраструктур Арктики только один человек имел потенциальные ресурсы, обеспечивающие высокий уровень адаптации к экологическим факторам. Средний уровень здоровья и адаптационных возможностей у обследуемых показал необходимость регулировать время отдыха и трудовой деятельности с учётом индивидуальных особенностей организма. В группе с низким уровнем адаптационных возможностей организма вне зависимости от возраста не рекомендуется трудовая деятельность в экстремальных условиях и ситуациях, особенно арктических широт. Анализ полученных данных позволяет констатировать, что для обеспечения безопасности инфраструктур в освоении Арктики и профилактики человеческого фактора следует учитывать здоровье специалистов и их адаптационные возможности к комплексу экологических факторов. Выявлено, что предикторами формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у участников десантирования, осуществивших испытательный полёт и десантирование на арктические острова явились как психологические показатели, так и вариабельность сердечного ритма: HR, MxDMn, RMSSD, SDNN; SI; мощность спектров: HF, LF, VLF, ULF TP; VLF/HF, получившие отражение в классах 06, 07, 11 МКБ 11.

3.2. Ультрадианные ритмы по показателям ВСР у авиационного персонала

К авиационным инфраструктурам относятся транспортные системы, включая авиационные перевозки. Развитие северного морского пути, разработка шельфовых нефтегазоносных месторождений связана с подготовкой авиационных специалистов к полётам в экстремальные арктические широты. В систематизации десинхронизационных изменений В. А. Матюхин и А. Н. Разумов (1999) выделили хроноэкологический режим, при котором колебательные свойства среды резко ослаблены или полностью отсутствуют и назвали его «асинхронным». Он связан с пребыванием в условиях резко ослабленных суточных и сезонных сенхронизаторов, например, перелёт в экстремальные условия и возвращение в привычные. Лётный состав осуществляет перелёт в различные точки земного шара на короткое время. Или вахтовый режим работы со скользящим графиком смен и др. Такой вид профессиональной деятельности вызывает хронодепривацию и недостаточно изучен в условиях экологических и социальных особенностях среды.

Изучены показатели ВСР мужчин авиационного персонала, обеспечивающие организацию, обслуживание, выполнение, безопасность авиационных перевозок. У 44% обследованных выявлено равновесие между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы, у 36% – умеренное и выраженное влияние симпатической нервной системы и у 24% – умеренное и выраженное парасимпатическое влияние на регуляцию управления ритмом сердца. SI у обследуемых составил $239,3 \pm 26,0$ ед.; $\pm \sigma = 184,8$.

Корреляционный анализ показал высокую достоверную связь между показателями $MxDMn$, $RMSSD$, $SDNN$ и $(lg) HF$, LF , VLF , ULF $(lg) HF$ ($r=0,81 \div 0,89$; $P < 0,001$), LF ($r=0,93 \div 0,81$; $P < 0,001$) (рис. 28).

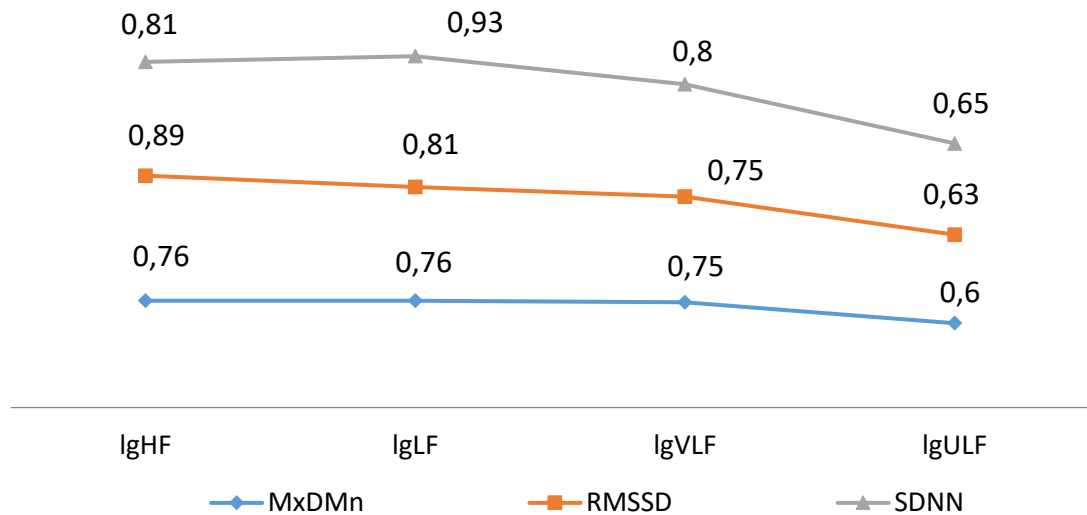


Рисунок 28. Корреляционный анализ между показателями MxDMn, RMSSD, SDNN и (lg) HF, LF, VLF, ULF у авиационного персонала

Низкие значения показателя HF% ($15,7 \pm 1,1$; $\pm\sigma=8,01$) выявлены у 60% обследованных и выше нормы – у 40% ($55,7 \pm 2,2$; $\pm\sigma=15,5$), что свидетельствует о дисфункции в регуляции управления ритмом сердца (рис. 29-30).

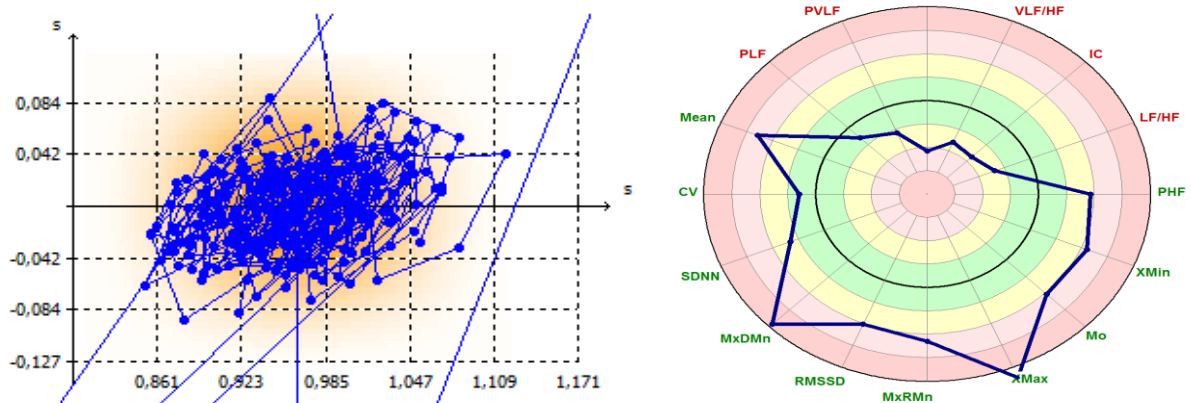


Рисунок 29. Индивидуальные показатели ВСР по ультрадианным ритмам у руководителя полётов (пилот) при выполнении трудовой деятельности (рисунки соответствует сердечно-сосудистой патологии)

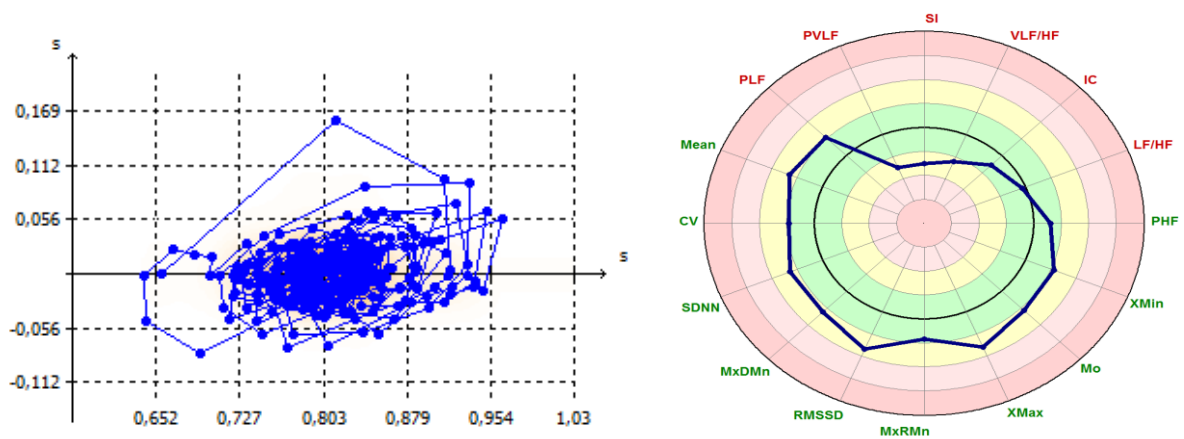


Рисунок 30. Индивидуальные показатели ВСР по ультрадианным ритмам у авиатехнического работника, осуществляющего обслуживание и безопасность авиатехники (рисунок соответствует гипердаптивному синдрому)

Сравнение показателей ВСР между руководящим и обслуживающим персоналом указывает на индивидуальные адаптивные реакции в условиях выполнения трудовой деятельности и зависят от социальной роли, которая определяет степень ответственности. Нарушение симпатических и парасимпатических влияний на миокард снижают степень управляемости и надежности регуляции сердца, что приводит к снижению темпа и величины мобилизации сократительной функции сердца, особенно в экстремальных условиях. Индивидуальные показатели ВСР позволяют предположить, что психоэмоциональное напряжение, например, руководителей, отвечающих за безопасность полётов, связано с ответственностью и осознанием риска жизни участников авиационных перевозок.

Сравнительный анализ результатов исследования показал, что суммарный уровень активности дыхательного центра (HF) у обслуживающего персонала достоверно выше, чем у лётного состава, обеспечивающих безопасность полётов ($t=7,02$; $P<0,001$). Суммарная активность вазомоторного центра (LF) у мужчин обслуживающего персонала достоверно отличается от данного показателя лётного состава ($t=5,0$; $P<0,001$).

Соответственно самые высокие показатели CC0, IC, VLF/HF, IARS выявлены в группе лётного состава. Исследованием показано, чем выше CC0, тем выше IC, IARS, сопровождающиеся высоким уровнем метаболизма, что указывает на активизацию медленных колебаний гемодинамики 3-4 порядка, свидетельствующие о высоком уровне психоэмоционального напряжения у мужчин лётного состава, обеспечивающих безопасность полётов.

Полученные сведения по лётному составу позволяют предполагать, что высокий уровень их психоэмоционального напряжения связан с ответственностью за безопасность полётов и осознанием риска жизни участников экстремальной деятельности. Следовательно, чем выше уровень осознания риска, тем выше уровень участия коры и подкорки в управлении регуляцией ритмом сердца. Известно, что осознание – это мыслительный процесс и связан с вербальной функцией, то выявленное явление можно рассматривать как «вербальный эффект», усиливающий кровообращение и обеспечивающий резистентность организма к психоэмоциональным нагрузкам.

Результаты исследования показали, что у работников, обеспечивающих безопасность авиационных инфраструктур, адаптационные реакции сердечно-сосудистой системы имеют различные пространственно-временные параметры, поскольку уровень восприятия экстремальных ситуаций и степень эмоционального напряжения в трудовых условиях и ситуациях будут влиять на формирование экологической адаптации. Полученные данные позволяют утверждать, что у лиц, профессиональная деятельность которых сопряжена с риском, адаптационные реакции сердечно-сосудистой системы имеют различные пространственно-временные параметры, поскольку на уровень восприятия экстремальных ситуаций и степень эмоционального напряжения будут влиять различные факторы. Руководители полётов в большей степени подвержены заболеваниям классов 06, 07 и 11 по МКБ 11, а обслуживающий персонал – классам 07 и 11 по МКБ 11. Сравнение показателей ВСР между руководящим и обслуживающим персоналом указывает на индивидуальные

адаптивные реакции в условиях выполнения трудовой деятельности и зависят от социальной роли, которая определяет степень ответственности. Психоэмоциональное напряжение руководителей, отвечающих за минимизацию рисков и безопасность полётов, связана с ответственностью и осознанием риска жизни участников авиационных перевозок. Низкие значения мощности высокочастотного спектра (HF%) ВСР свидетельствует о гипоксии и гиперкапнии в управлении регуляцией ритмом сердца. Предикторами формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у авиационного персонала на комплекс экологических факторов являются такие показатели вариабельности сердечного ритма как: MxDMn, RMSSD, SDNN; спектральные показатели: (lg) HF, LF, VLF, ULF TP; VLF/HF.

3.3. Сравнительная оценка биоритмологических показателей по ультрадианным ритмам у представителей этнических групп для осуществления технического обеспечения на судах в условиях длительных арктических морских грузоперевозок

Один из вариантов, широко обсуждаемый в развитии морского транспорта запад-восток-запад, связан с интенсивным освоением северного морского пути вдоль берегов России. В связи с трудностями, возникшими в последнее время с движением судов по Суэцкому каналу, активно обсуждается вопрос развития арктической транспортной магистрали. Причина в том, что набор экипажей на грузовые суда осуществляется из разных стран мира и адаптационные реакции этнических групп на климатические особенности морских арктических широт недостаточно изучены. Исследователи отмечают, что моряки испытывают высокий уровень физических неудобств, например: шум, вибрация, изоляция от семьи, длительная продолжительность работы в каждой поездке. Это вызывает усталость и психологические проблемы у моряков (Carotenuto A., 2012). При длительном нахождении в море у них ухудшается общее состояние. Северный

морской путь проходит через несколько часовых поясов и включает комплекс стресс-факторов различной природы, к которым человеку приходится адаптироваться (Bannai A., Burgueno A., Gibbs M., 2011).

Анализ литературных источников изучения здоровья моряков показал, что мореходство является особой профессией, в которой условия труда отличаются от сухопутного [433; 482]. Известно, что у моряков существуют свои особенности прохождения комиссии для работы в море. Чаще всего на торговых судах врачей нет. Их присутствие зависит от того под каким флагом ходит торговое судно. Необходимо систематически исследовать профессиональное здоровье моряков [там же]. При длительном нахождении в море у моряков ухудшается общее состояние. Возникает повышенная тревожность, вялость, слабость, сонливость, утомляемость, одышка, тахикардия, головная боль, головокружение [382]. Средний уровень самоубийств составляет 13,1% от общего числа смертей от болезней среди моряков [там же].

Арктические широты относятся к экстремальным условиям трудовой деятельности и изучение медицинского, психологического, психического здоровья членов экипажа является важной составляющей благополучного похода морского судна. Важная задача, которая стоит перед любым обществом, заключается в создании социальной безопасности здоровья и профессионального долголетия человека в условиях выполнения профессиональной деятельности.

Безопасность труда связана с пониманием хронобиологического потенциала человеческих ресурсов для обеспечения положительной адаптации, сохранения ресурсов здоровья, мониторинга индивидуального здоровья тех трудовых ресурсов, которые будут осуществлять систематическое плавание в суровых ледовых условиях. В таких случаях мера индивидуального риска сочетается с высоким напряжением психофизиологических резервов организма в многообразных стрессовых ситуациях [17; 149; 207; 332]. Исследованиями установлено, что низкую

температуру организм переносит по-разному в зависимости от насыщенности воздуха влагой [200; 208; 221; 392]. Систолическое артериальное давление повышается при понижении температуры воздуха, атмосферного давления и увеличении влажности до 80-90%, одновременно отмечается увеличение частоты и глубины дыхания [211].

Российскими учёными показано, что при неблагоприятных условиях арктических широт у человека наблюдается урежение пульса, нарушение циркадного ритма сердечной деятельности, повышается уровень систолического и диастолического артериального давления крови; снижается систолический и минутный объем сердца, отмечается длительность восстановления показателей сердечно-сосудистой системы [224]. Дыхание сухим холодным воздухом приводит к переохлаждению легких и к гипоксемии [там же]. Этносы имеют свои особенности адаптации к природно-климатическим условиям и длительному нахождению вдали от суши, которые недостаточно исследованы.

Изучены ультрадианные ритмы у представителей европейской и арабской этнических групп.

У мужчин европейской этнической группы в условиях крайних северных широт наблюдался взаимопереход амплитуды спектральных характеристик (AHF, ALF, AVLF, AULF). Это свидетельствует об активных адаптационных процессах в данных условиях выполнения трудовой деятельности. В данной группе выявлена достоверная связь между амплитудами AHF – ALF ($r=0,71$; $P<0,001$), AHF – AVLF ($r=0,45$; $P<0,05$), AHF – AULF ($r=0,43$; $P<0,05$). У мужчин арабской этнической группы в условиях выполнения трудовой деятельности наибольшее напряжение по данным амплитуды приходится на ALF и AULF. Напряжение ALF указывает на возможность усиления эффекторного влияния на органы и ткани со стороны симпатико-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, выброса в кровь гормонов щитовидной железы, увеличивающих реактивность сосудов к катехоламинам, вазопрессину,

ангиотензину II и другим. Что может вызвать кардиотоксический эффект гиперкатехоламинемии (рис. 31).

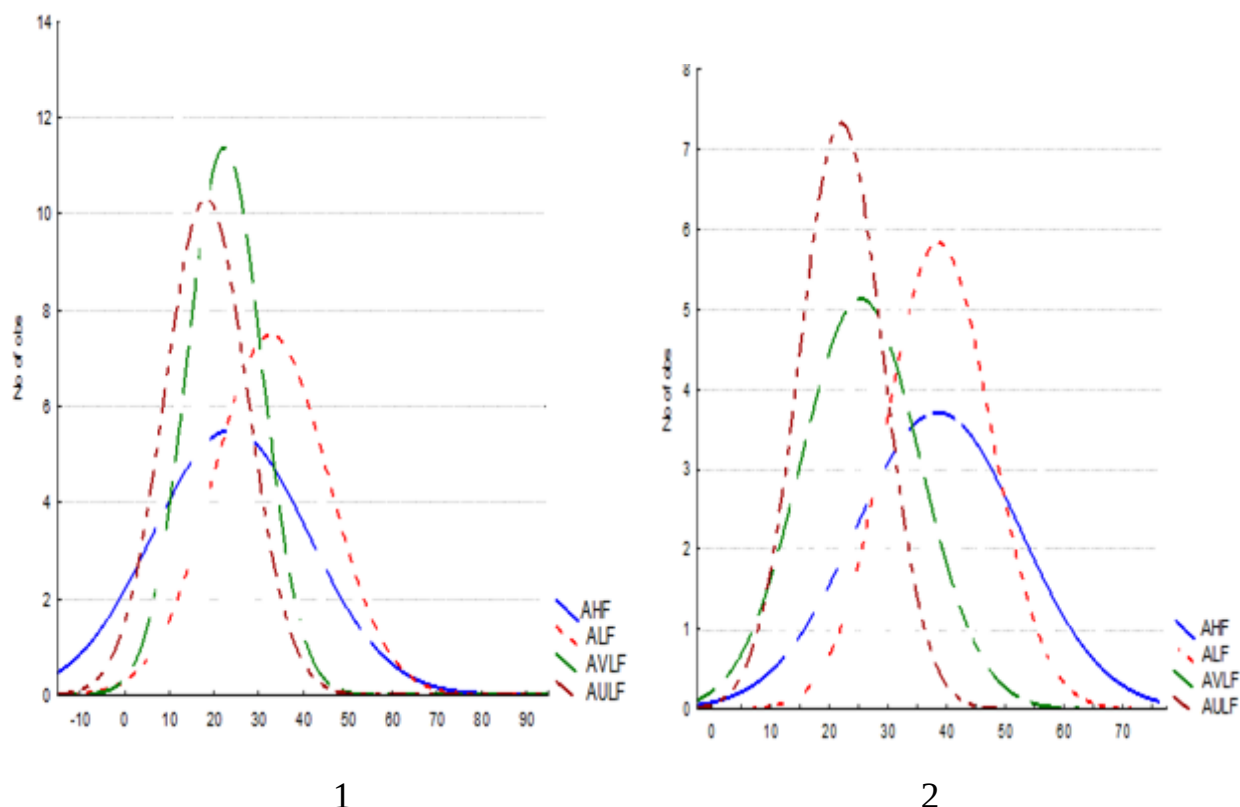


Рисунок 31. Показатели амплитуды спектрального анализа (AHF, ALF, AVLF, AULF) у представителей европейской (1) и арабской (2) этнических групп в условиях трудовой профессиональной деятельности в арктических широтах Европейской части РФ

У арабской этнической группы наблюдалось перенапряжение функционального состояния по показателю AULF, что является симптомами психогенных нарушений и может привести к возникновению психосоматических заболеваний. Физические и психогенные факторы, вызывающие повреждение элементов нервной системы, приводят к нарушениям гомеостаза и активацией свободнорадикального перекисного окисления липидов. В поведении это выражается чаще всего в негативных эмоциональных состояниях человека, которые влияют на нарушение социальных взаимоотношений в команде, конфликтным и иным ситуациям. У этой же группы выявлена достоверная связь между AHF и ALF ($r=0,57$;

$P < 0,01$), что свидетельствует о нарушении процессов синхронизации управления регуляцией ритмом сердца в условиях напряженного труда в крайних северных широтах материковой части России.

Корреляционный анализ показателей вегетативного статуса показал, что в условиях выполнения трудовой деятельности при действии комплекса различных факторов у мужчин европейской этнической группы отмечается смешанная вегетативная реакция (рис. 32).

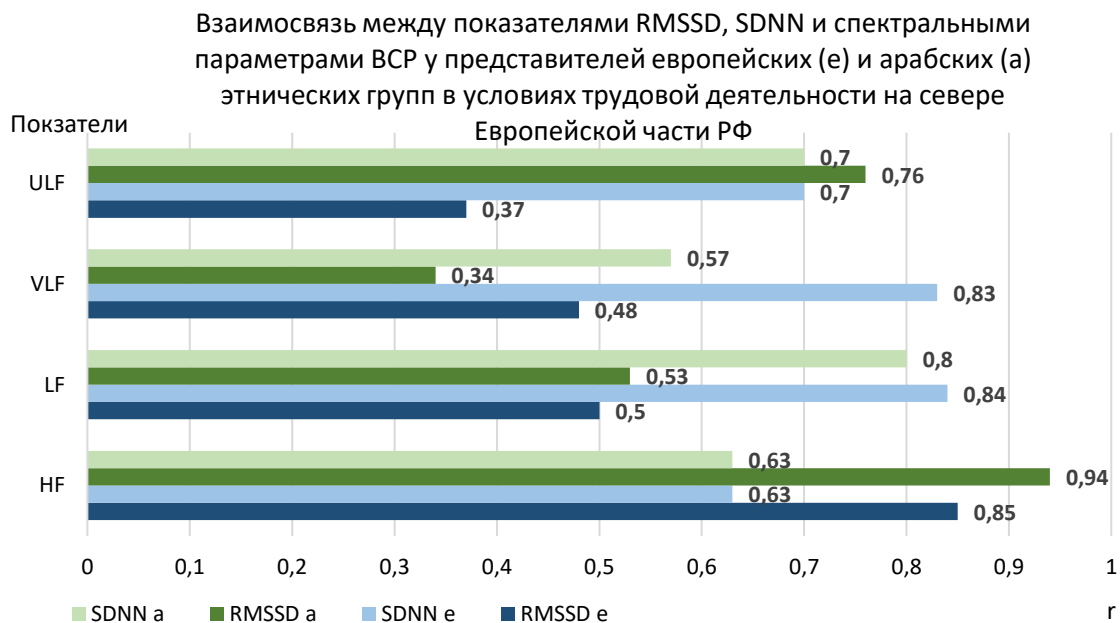


Рисунок 32. Взаимосвязь между показателями RMSSD, SDNN и спектральными параметрами ВСП у представителей европейских и арабских этнических групп в условиях трудовой деятельности в арктических широтах Европейской части РФ

Примечание: е – европейская, а – арабская этнические группы

Синхронизация управления регуляцией ритмом сердца осуществлялась активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы, что может привести к избытку катехоламинов при воздействии стрессорных факторов, обуславливая развитие кардиотоксического эффекта и указывать на начальный этап развития ишемии миокарда. У арабской этнической группы в этих же условиях труда вегетативная реакция соответствует частичной ваготонии. При повышении активности блуждающего нерва усиливается

активность парасимпатической нервной системы, возникает подавление ритма, что может свидетельствовать об активизации АВ-узла и вероятности возникновения аритмий. Синхронизация управления регуляцией ритмом сердца осуществлялась активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

В формировании экологической адаптации к комплексу экологических факторов и стресс-факторов различной природы у мужчин европейской и арабской группы имеют значение этнические особенности, которые свидетельствуют о лабильности ритмических структур в управлении регуляцией ритмом сердца (рис. 33).

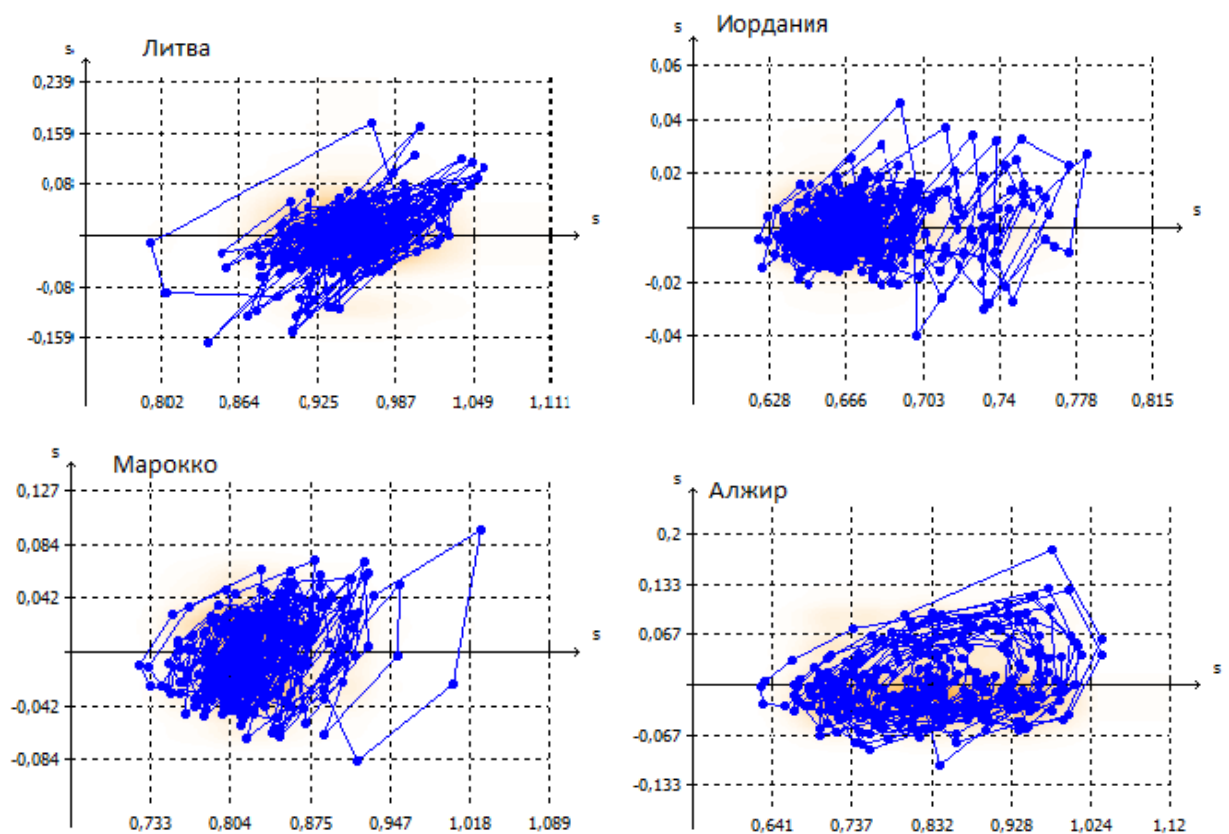


Рисунок 33. Фазовые портреты у представителей морских инфраструктур европейских и арабских этнических групп в условиях трудовой деятельности в арктических широтах Европейской части РФ

(рисунки соответствуют вариантам гиперадаптивного синдрома, сердечно-сосудистой патологии и перенапряжения функциональных систем)

Для обеспечения технической безопасности морских судов в условиях арктических широт при наборе экипажа по контракту следует учитывать этнические особенности адаптации по показателям ВСР.

Сравнительный анализ биоритмологических показателей по ультрадианным ритмам у представителей этнических групп, деятельность которых будет связана с осуществлением технического обеспечения на судах в условиях длительных морских грузоперевозок вдоль арктических берегов, выявил этнические адаптационные реакции на воздействие экстремальных условий профессиональной деятельности. У европейской этнической группы адаптационные реакции в управлении регуляцией ритмом сердца обусловлены активностью вазомоторного центра (LF мс^2), а арабского – мощностью высокочастотного компонента (HF мс^2).

Выявлено, что предикторами экологической адаптации по ультрадианным ритмам у моряков торговых судов европейской этнической группы в экстремальных условиях являются: MxDMn, RMSSD, SDNN, TP, LF, ULF и отражены в классах 07, 11 по МКБ 11; арабской этнической группы – MxDMn, RMSSD, SDNN. Мощность спектров: TP, HF, ULF и отражены в классах 06, 07 по МКБ 11. Полученные данные позволяют утверждать, что при формировании экипажей для грузоперевозок и иных работ следует учитывать адаптационные реакции этнических групп на экологические условия арктических широт и осуществлять мониторинг их здоровья.

3.3.1. Сравнительная оценка экологической адаптации по ультрадианным ритмам у инженерно-технического персонала производственных инфраструктур

Изучение здоровья трудовых ресурсов как человеческого капитала представляется актуальной проблемой. Человеческий капитал является

главной движущей силой социально-экономического развития мирового сообщества. Т. Шульц (1961) и Г. Беккер (1964) рассматривали человеческий капитал как совокупность инвестиций общества в профессиональное образование, навыки, трудоспособность, здоровье человека, обеспечивающие социальные потребности на разных этапах развития. В современных условиях научно-технического прогресса во всех сферах социальной жизни особое внимание обращается на трудовые ресурсы, их здоровье: физическое, медицинское, психологическое, социальное. В физиологии труда уделяется большое внимание состоянию тонуса вегетативной системы как отражению процессов адаптации к трудовой деятельности. Известно, что вегетативная нервная система (автономная) как основа автоматизации и высшая нервная деятельность, обеспечивает сохранность здоровья, безопасность организма от внешних воздействий, включая трудовую деятельность.

Под понятием вегетативный статус живой системы понимается совокупность адаптивных реакций вегетативной нервной системы на воздействие комплекса факторов, обеспечивающей жизнеспособность организма. В установлении вегетативного статуса по показателям вариабельности сердечного ритма мы использовали концепцию вегетативной реактивности А. М. Гринберга [16]. Он выделил семь видов вегетативной реактивности: 1) общая симпатикотония; 2) частичная симпатикотония; 3) общая ваготония; 4) частичная ваготония; 5) смешанная реакция; 6) общая интенсивная реакция; 7) общая слабая реакция. Мы предположили, что вегетативный статус позволяет моделировать динамику предпосылок к заболеваниям сердечно-сосудистой системы работников производства в экологических условиях производственных инфраструктур. В связи с интенсивным развитием научно-технического прогресса в новом тысячелетии эффективность труда рабочих и служащих меняется.

Вегетативный статус обследуемых изучался по показателям анализа вариабельности сердечного ритма. Наибольший интерес представляет спектральный анализ или анализ медленных колебаний гемодинамики (МГК).

Вклад в изучение МКГ внесли Г. Уолтер (1964), Н. А. Аладжалова (1979), Н. П. Бехтерева (1980), М. В. Волькенштейн (1981), S. Akselrod (1985), Г. Р. Иваницкий, В. И. Кринский (1982), I. Richards (1988), Х. Вестерхофф (1992), Д. Жемайтите, А. Н. Флейшман (1991-2012) и другие. Спектральный анализ – это один из методов изучения физиологических сигналов с целью получения качественных и количественных характеристик колебательных процессов. В соответствии с литературными данными частотные диапазоны имеют конкретное физиологическое содержание: HF – ваго-инсулярная, а LF – симпатическая ветвь барорецептивного рефлекса [217; 218].

Изучены показатели активности парасимпатического (RMSSD) и симпатического (SDNN) звена вегетативной регуляции системы кровообращения; мощность спектров частотных диапазонов (HF, LF), имеющие логнормальное распределение. Корреляционный анализ позволил определить вегетативный статус обследуемых в оценке социального здоровья работников производства. Перечисленные выше показатели ВСР являются биологическими маркерами, влияющими на поведение человека и его адаптивные реакции.

Были изучены ультрадианные ритмы в течение 9 часов (с 9 до 18 час) у служащих и рабочих, осуществляющих свою трудовую деятельность на объектах инфраструктуры. Выделены две группы: служащие (n=29) и рабочие (n=26) различных профессий в сфере производства в возрасте 25-60 лет.

По показателям MxDMn, SI, RMSSD, SDNN, а также мощности спектров частотных диапазонов выявлено равновесие между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (MxDMn) у 73,3% служащих и 35% рабочих, умеренное влияние симпатической нервной системы – у 26,7% служащих и 25% рабочих, парасимпатическое влияние на регуляцию управления ритмом сердца – 40% рабочих. Установлен высокий уровень корреляционных связей между вегетативным гомеостазом и показателями мощностью спектров (мс^2) в логнормальном распределении (lg) (таб. 8).

Таблица 8.

Взаимосвязь между показателями MxDMn и (lg) HF, LF, VLF, ULF у служащих и рабочих, осуществляющих свою трудовую деятельность в условиях критических инфраструктур

Показатели в условиях	lgHF	lgLF	lgVLF	lgULF
MxDMn служащих	0,91 _{<0,001}	0,71 _{<0,001}	0,78 _{<0,001}	0,53 _{<0,01}
MxDMn рабочих	0,85 _{<0,001}	0,88 _{<0,001}	0,76 _{<0,01}	0,64 _{<0,01}

Стресс-индекс (SI) у служащих составил $345 \pm 74,9$; $\pm\sigma = 329,5$ ед, а у рабочих соответственно $710,9 \pm 293$; $\pm\sigma = 1293$ ед. Как служащие, так и рабочие имели нарушение функционального состояния в условиях выполнения профессиональной деятельности.

В сравниваемых группах выявлено напряжение вазомоторного центра (LF%) превышающее статистические нормы ($42,9 \pm 3,6$; $\pm\sigma = 15,2$). Однако у рабочих относительный уровень активности вазомоторного центра наблюдался достоверно выше, чем у служащих ($t=4,5$; $P<0,01$). Это обусловлено разными факторами: у рабочих – комплексом физических, а у служащих – психических факторов. Полученные данные свидетельствуют о том, что вагоинсулярная ветвь усиливает симпатическую ветвь барорецептивного рефлекса, что способствует активизации симпатического звена управления регуляцией ритмом сердца, связанная с повышением уровня катехоламинов в крови, как следствие, возрастанием потребления миокардом кислорода. При длительном воздействии комплекса негативных факторов различной природы, возникает вероятность спазма коронарных сосудов сердца и развитие коронарной недостаточности.

У рабочих относительный уровень активности парасимпатического звена регуляции (HF%) наблюдался ниже нормы ($19,0 \pm 1,7$; $\pm\sigma = 1,7$), что

указывает на трофотропное влияние в регуляции управления ритмом сердца (рис. 34).

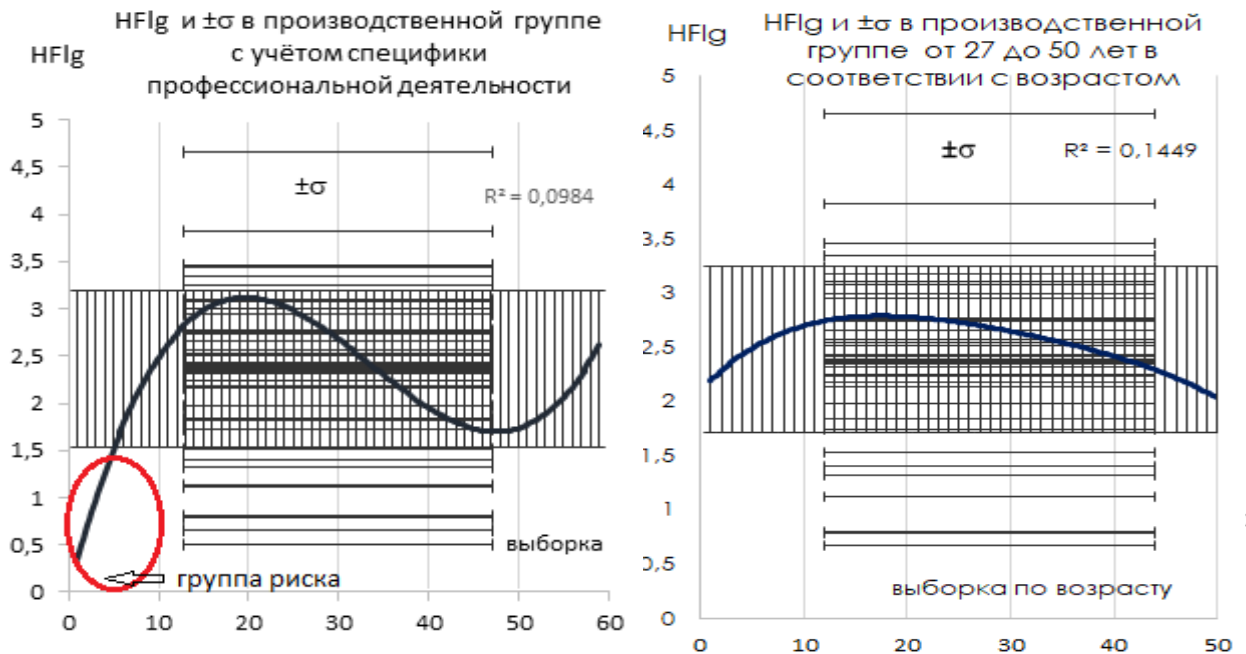
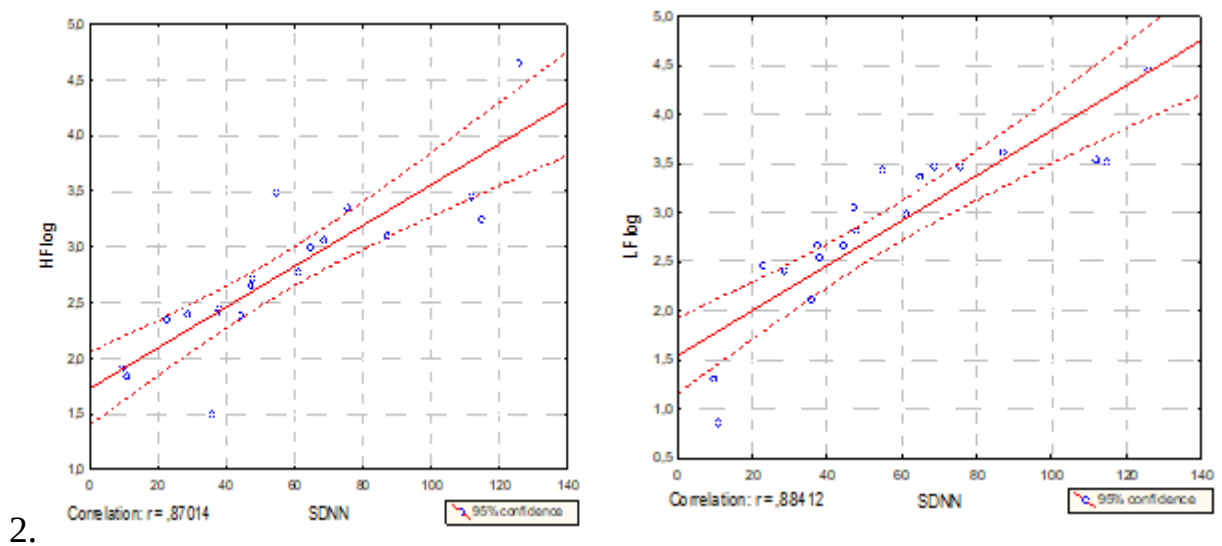
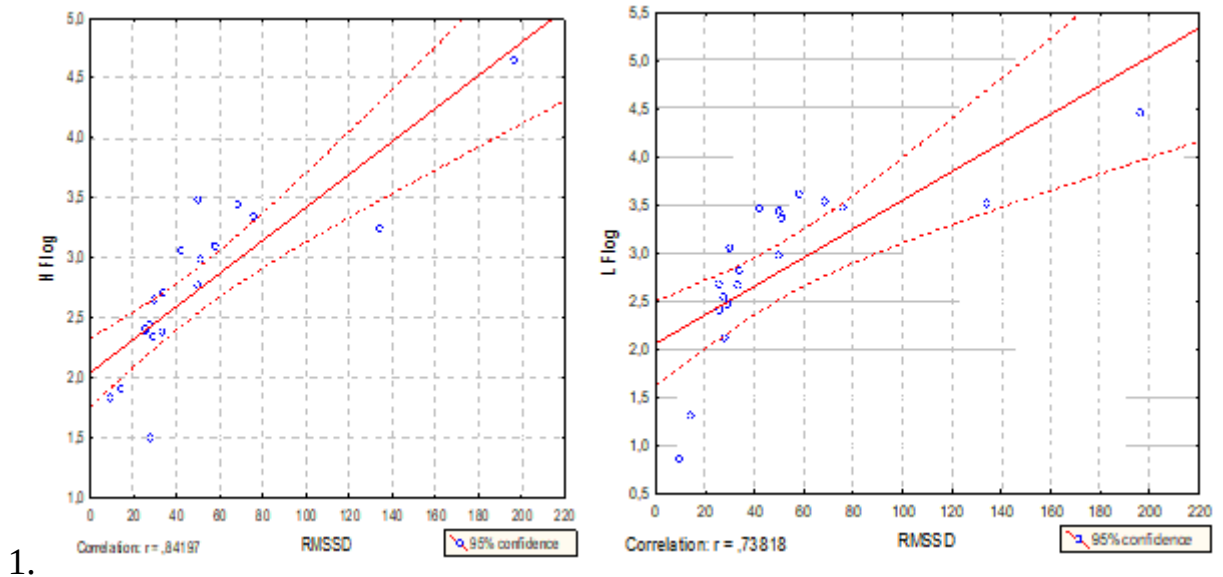


Рисунок 34. Значения HF(lg) и $\pm\sigma$ в производственной группе с учётом специфики профессиональной деятельности (группа риска: геотехнический инжиниринг) и возраста

У служащих, обеспечивающих организацию безопасности критических инфраструктур, выявлен взаимопереход осцилляций частотно-спектральных компонентов, что свидетельствует об адапционных процессах. У рабочих, осуществляющих ремонтно-технические работы критических инфраструктур, кривая Гаусса показателей HF(lg), LF(lg) смещена влево, что характерно для дисфункции в управлении регуляцией ритмом сердца и рассматривается как признак предпатологических состояний.

В соответствии с концепцией вегетативной реактивности А. М. Гринберга, вегетативный статус у служащих на производстве, исполняющих функции, связанные с организацией производственного процесса, выявлена общая симпатикотония (рис. 35, а, б).



Полученные данные свидетельствуют о том, что ваго-инсулярная ветвь усиливает симпатическую ветвь барорецептивного рефлекса, что способствует активизации симпатического звена управления регуляцией ритма сердца. Известно, что симпатикотония влияет на поведение человека. Не случайно исследователи связывают вегетативный статус с психическими

нарушениями. У служащих, обеспечивающих организацию безопасности инфраструктур, выявлен взаимопереход осцилляций частотно-спектральных компонентов, что свидетельствует об адаптивных процессах. Обследуемые отмечали следующие признаки своего состояния: повышенная раздражительность, вспыльчивость, чувство жажды, усиленное потоотделение, частое пробуждение в период сна. Можно сказать, что симпатикотония влияет на личностные характеристики служащих и поведение в производственном процессе. Велика вероятность необъективной оценки служащими новой ситуации при выполнении производственных задач по причине человеческого фактора. Вегетативный статус у рабочих, выполняющих конкретные производственные задачи, выявлена общая симпатикотония, отмечено характерное для дисфункции нарушение в управлении регуляции ритмом сердца. При опросе рабочие назвали такие признаки своего состояния как: сонливость, при выполнении монотонных действий; физическое напряжение мышц; отеки и боли в ногах, утомляемость при ходьбе, чувство жажды, усиленное потоотделение (рис. 36, а, б).

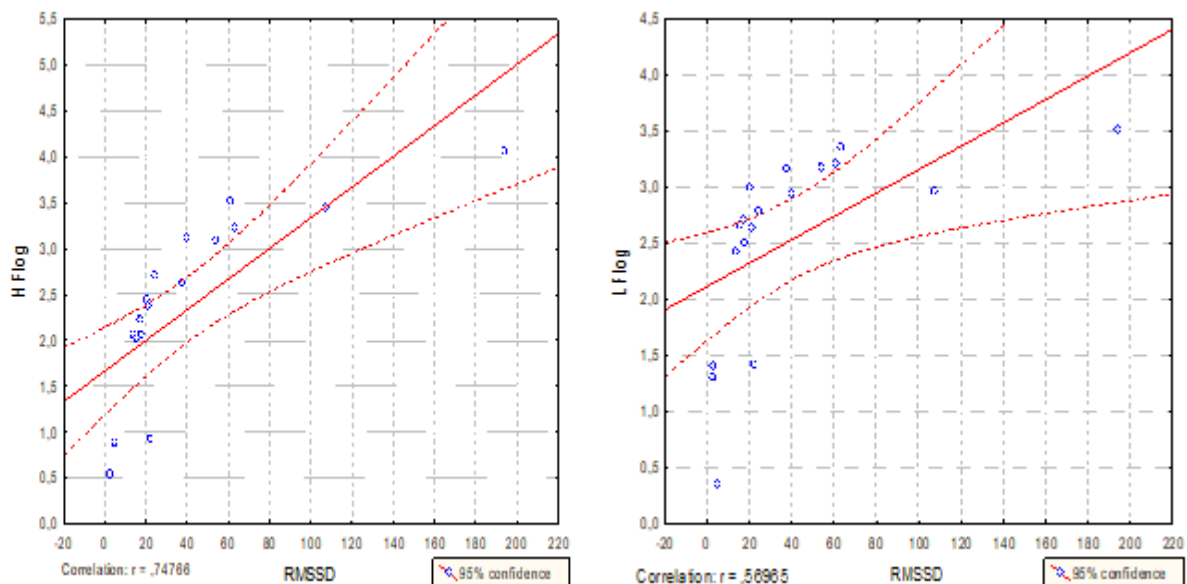


Рисунок 36 а. Взаимосвязь вегетативных показателей RMSSD с HFlog и LFlog у рабочих в условиях экологических факторов производственной среды

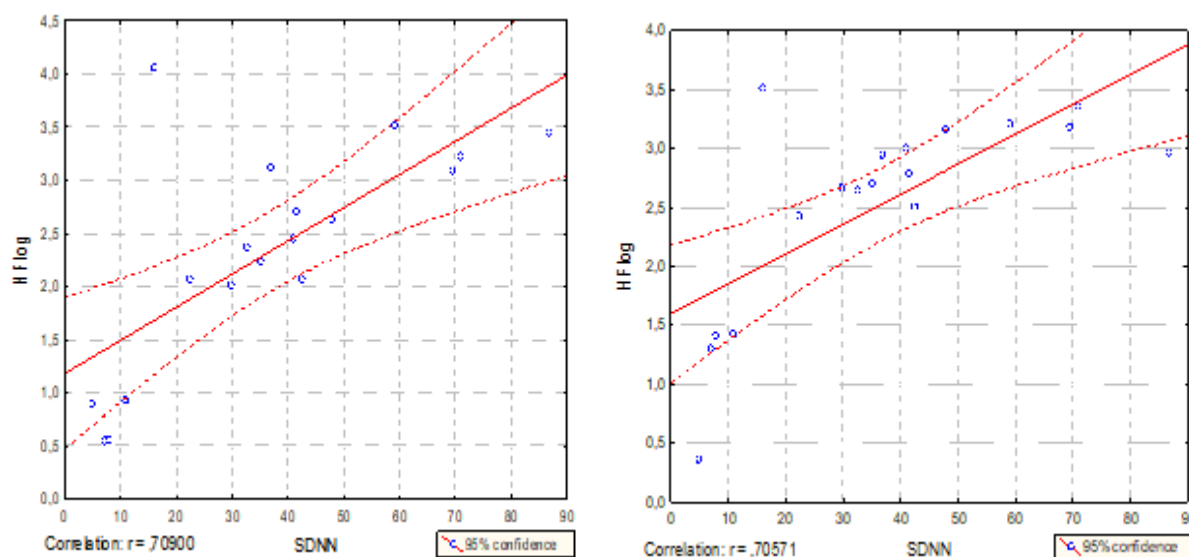


Рисунок 36 б. Взаимосвязь вегетативных показателей и SDNN (2) с HFlog и LFlog у рабочих в условиях экологических факторов производственной среды

Выявлена группа служащих и рабочих, имеющих предпосылки к нарушению здоровья. Так, 15,4 % служащих и 7,7% рабочих имеют предпосылки к переутомлению (систематически не высыпаются); у 11,4%; служащих и 7,7% – нестабильность артериального давления, с резкими перепадами в условиях повышенной трудовой активности; 12,1% служащих и 25% рабочих в условиях новой производственной ситуации испытывают трудности принятия решений. Полученные данные указывают на нарушение труда и отдыха в группе служащих и рабочих. Также выявлена необходимость соблюдения режима труда и отдыха рабочими. В условиях интенсивного развития информационных инфраструктур увеличится число операторов-служащих, которые будут иметь возможность осуществлять трудовую деятельность удалённо по индивидуальному режиму труда и отдыха.

По показателям ВСП в условиях выполнения профессиональной деятельности служащие и рабочие имели индивидуальные адаптивные реакции. Например, график рабочего свидетельствует о перенапряжении

физиологических показателей, усиленном метаболизме и имеет прогностическую вероятность внезапной смерти ($SDNN = 8,75 \text{ ms}$) (рис. 37).

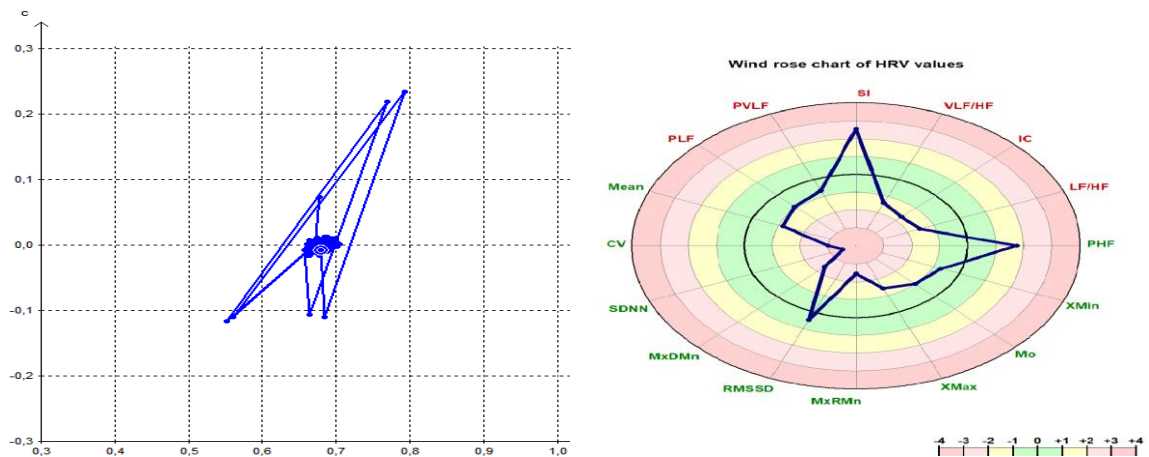


Рисунок 37. Индивидуальные показатели ВСП по ультрадианным ритмам у рабочего критических инфраструктур в условиях выполнения трудовой деятельности (срыву адаптационных систем)

Примечание: $HR=88,2 \text{ bpm}$, $SDNN = 8,75 \text{ ms}$, $RMSSD=19,48 \text{ ms}$, $SI=3181$, $TP=102,51 \text{ ms}^2$, $VLF/HF=0,5$.

График служащего характеризует напряжение физиологических показателей, замедленный метаболизм ($SDNN = 22,1 \text{ ms}$) (рис. 38).

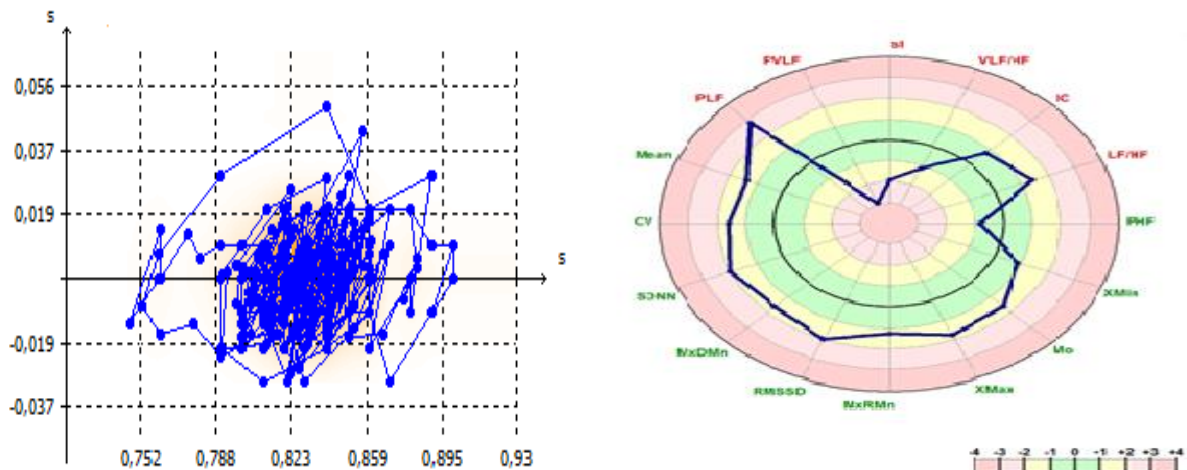


Рисунок 38. Индивидуальные показатели ВСП по ультрадианным ритмам у служащего критических инфраструктур в условиях выполнения трудовой деятельности (рисунки соответствует сердечно-сосудистой патологии)

Примечание: $HR=72 \text{ bpm}$, $SDNN = 22,1 \text{ ms}$, $RMSSD=12 \text{ ms}$, $SI=411$, $TP=447,38 \text{ ms}^2$, $VLF/HF=3,03$.

Наблюдались предпосылки к переутомлению, связанные с нарушением ритма сна у 15,4 % служащих и 7,7% рабочих, что соответствует классу 07 МКБ-11 – нарушение циркадианных ритмов. По ультрадианным ритмам выявлена нестабильность артериального давления, с резкими перепадами в условиях повышенной трудовой активности у 11,4%; служащих и 7,7%, соответствующих классу МКБ 11.

Полученные данные указывают на десинхронизацию ультрадианных ритмов в процессе трудовой деятельности, что осложняет выполнение профессиональных задач в группе служащих и рабочих. В условиях новой производственной ситуации 12,1% служащих и 25% рабочих испытывают трудности принятия решений, что свидетельствует о предпосылках к нарушению психологического здоровья связанные психологическим стрессом.

Анализ результатов тестирования работников инфраструктур, по отдельно взятым параметрам, показал, что 84% следуют выполнению установленных правил, инструкций; 86% – ориентированы на социальные ценности, бережное отношение к близким; 87% – в межличностных отношениях проявляют адекватность; 64% могут применить физическую силу при нестандартных ситуациях и в целях самообороны; 36% эмоционально реагируют на несправедливость по отношению к себе, что выражается в подавленности настроения с признаками депрессивности; 16% вспыльчивы, не корректны в выражениях, склонны к нарушению инструкций, ориентированы на своё мнение; 20% склонны к подозрительности, недоверию, осторожности, сомнениям; 4% имеют низкий уровень сочувствия и сопереживания, в случае неудач, винят окружающих. В целом, 28% обследованных рабочих и служащих имеют предпосылки поведенческого расстройства связанные с нарушениями адаптации класса 06 МКБ 11 (рис. 39).

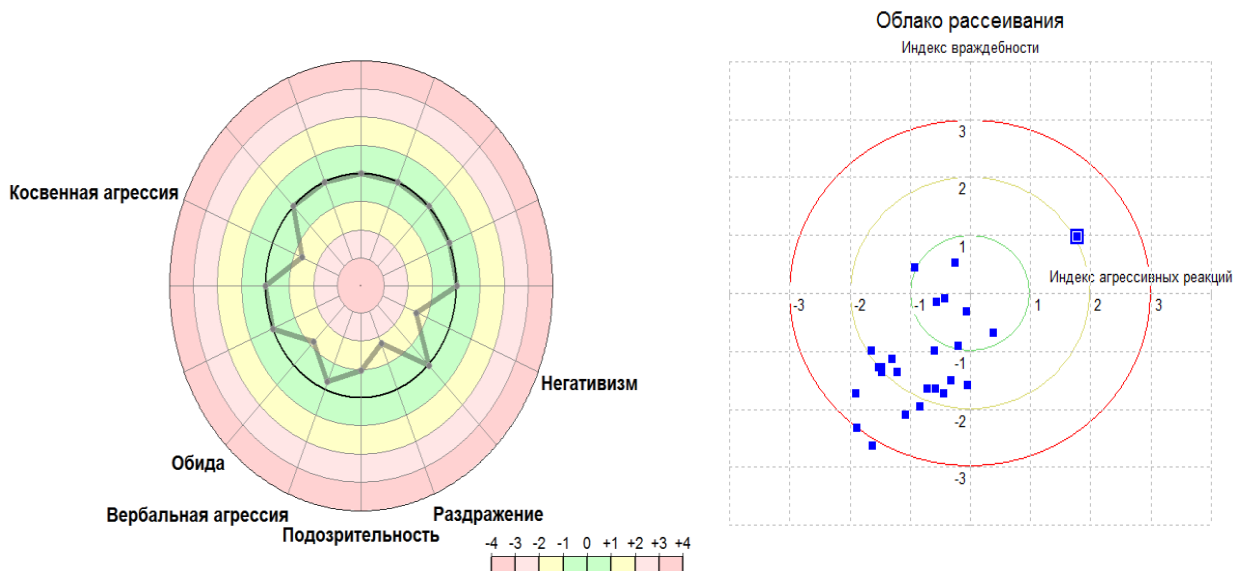


Рисунок 39. Результаты тестирования по методике агрессии (Басс-Дарки) у работников критических инфраструктур связанные различными нарушениями адаптации

Следуя корреляционному анализу, у служащих и рабочих отмечается доминирование симпатической ветви в управлении вегетативной регуляцией ритмом сердца разного уровня (рис. 40).

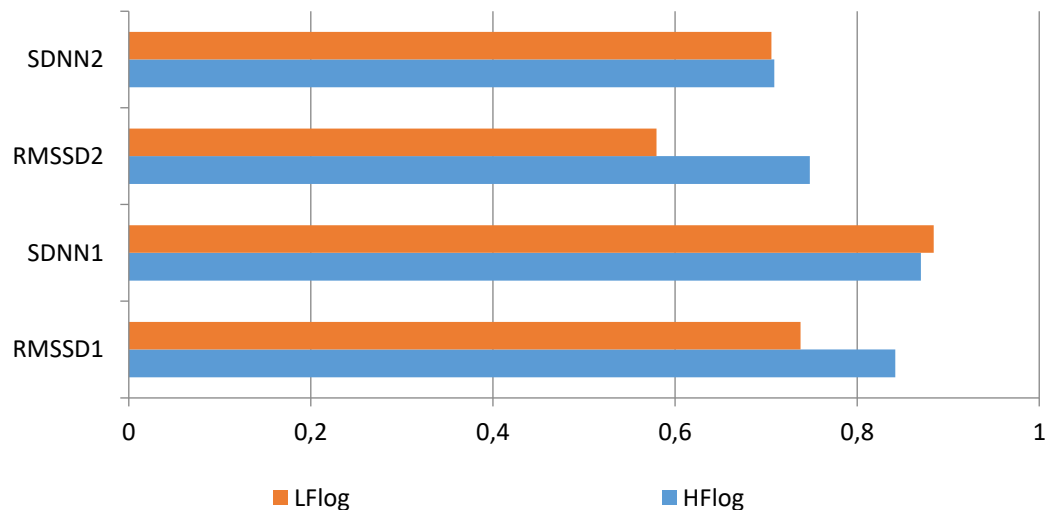


Рисунок 40. Взаимосвязь между показателями RMSSD, SDNN с HF/LF у служащих (1) и рабочих (2) в условиях технического обеспечения безопасности критических инфраструктур

Корреляционный анализ выявил у служащих, занимающихся организацией производственного процесса, достоверно высокую взаимосвязь между показателями RMSSD и lgHF ($r=0,842$; $P<0,001$), SDNN и lgHF ($r=0,87$; $P<0,001$). Также в этой группе была выявлена достоверно высокая связь между RMSSD и lgLF ($r=0,738$; $P<0,001$), SDNN и lgLF ($r=0,884$; $P<0,001$). У рабочих, исполнителей производственного процесса, также выявлена достоверная взаимосвязь между показателями RMSSD и lgHF ($r=0,748$; $P<0,001$) SDNN и lgHF ($r=0,709$; $P<0,001$), а также между RMSSD и lgLF ($r=0,5796$; $P<0,01$), SDNN и lgLF ($r=0,706$; $P<0,001$).

Выявленные сведения позволяют заключить, что у служащих имеют место предпосылки к заболеваниям сердечно-сосудистой системы, а у рабочих – хронических заболеваний вен. Следовательно, существует необходимость оценивать социальное здоровье работников критических инфраструктур через призму самочувствия конкретного индивида и его вегетативный статус.

Сравнение групп рабочих и служащих производственных инфраструктур показало, что напряжение вазомоторного центра, превышающие статистические нормы, имеют разную природу. У рабочих предпосылки патологических состояний связаны доминирующим влиянием физических, а у служащих – психических факторов, негативно влияющих на активность вазомоторного центра. Полученные данные свидетельствуют о том, что вагоинсулярная ветвь усиливает симпатическую ветвь барорецептивного рефлекса, что способствует активизации симпатического звена управления регуляции ритмом сердца. При длительном воздействии негативных факторов возникает вероятность спазма коронарных сосудов сердца и развитие коронарной недостаточности, которые могут являться предпосылками внезапной смерти.

Полученные данные указывают на десинхронизацию ультрадианных ритмов в процессе трудовой деятельности у работников производственной инфраструктуры, что осложняет выполнение профессиональных задач как служащими, так и рабочими. Сравнение групп служащих и рабочих

критических инфраструктур в производственных условиях показало, что напряжение вазомоторного центра, превышающие статистические нормы, имеют разную природу. У рабочих предпосылки патологических состояний связаны доминирующим влиянием у служащих психических, а у рабочих – физических факторов, негативно влияющих на активность вазомоторного центра. Выявлены адаптивные реакции, связанные с индивидуальными особенностями. Предикторами формирования патологических состояний по ультрадианным ритмам у рабочих и служащих в экстремальных условиях профессиональной деятельности связанных с функционированием безопасности критических инфраструктур являются такие показатели variability сердечного ритма как: MxDMn, RMSSD, SDNN; спектральные показатели: (lg) HF, LF, VLF, ULF TP; VLF/HF.

3.3.2. Сравнительная оценка биоритмологических показателей по ультрадианным ритмам у рабочих геоинжиниринга, осуществляющих работы по техническому обеспечению критических инфраструктур в северных широтах

Актуальной проблемой в современном обществе является безопасность труда в различных условиях профессиональной деятельности особенно экстремальной. Безопасность труда предполагает регламентирующие мероприятия, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности [215]. Однако мы не задумываемся о том, что собой представляет физиологическое, психофизиологическое, соматическое или физическое состояние человека, находящегося за рулем. Эти состояния недостаточно изучены в целях профилактики не только дорожно-транспортных происшествий, но и производственного травматизма, а также техногенных катастроф.

Выделяют следующие условия классификации экстремальности профессиональной деятельности: уровни опасности; состояние

напряженности организма; время воздействия факторов; резервные возможности организма; необходимость восстановления. Условия осуществления деятельности подразделяют на: 1) обычные; 2) особые; 3) экстремальные; 4) сверхэкстремальные.

Исследователи в области экологической физиологии высказывают мнение о необходимости изучения готовности человека к выполнению профессиональной деятельности с таких позиций как: 1) работа (служба) не должны быть разрушительной для психического и физического здоровья работающего человека; 2) не наносить ущерб социальному статусу личности; 3) соответствовать потребностям и квалификации работника; 4) допускать индивидуальное или коллективное влияние на условия труда и профессиональные системы; 5) способствовать развитию личности работника, стимулируя скрытые возможности и расширяя компетенцию, поскольку личность взрослого человека в значительной степени развивается в контексте его профессиональной деятельности.

Водители автотранспорта являются одной из самых многочисленных профессиональных групп, осуществляющих свою трудовую деятельность в различных природно-климатических и производственных условиях. В процессе работы водители (чаще они являются представителями и других профессиональных групп, например, электрики, монтажники и др.) подвергаются негативному воздействию целого комплекса разнообразных вредных производственных факторов.

Выполнение профессиональной деятельности водителями приводит к повышенному риску нарушений здоровья, увеличивается риск производственного травматизма, дорожно-транспортных происшествий. Все вышесказанное определяет высокую актуальность изучения состояния здоровья водителей, в том числе заболеваний системы кровообращения как имеющих наибольшую социальную и экономическую значимость и являющихся одной из ведущих причин смертности трудоспособного мужского населения страны.

Соответствие ресурсов организма человека профессиональной деятельности часто связывают со стрессоустойчивостью и адаптационной реакцией человека на воздействие факторов среды в условиях деятельности, что обуславливает физиологический отбор, предполагающий соответствие ресурсов организма человека к выполнению сложных профессиональных задач и психологический отбор, направленный на выявление тех видов деятельности, которые наиболее подходят конкретному человеку [113].

Эффективность профессиональной деятельности человека, осуществляемая в группе, зависит от взаимопонимания, совместимости партнеров, каждый из которых имеет свои не только психологические, психофизиологические, но и биоритмологические особенности. Они отличаются большой стойкостью и характеризуются периодическим повторением некоторого события в биологической системе через более или менее регулярные промежутки времени [10]. По мнению исследователей, биоритм в любых условиях процесс самоподдерживающийся, самовоспроизводящийся, в котором для прохождения одного цикла всегда необходимо одно и то же время [47].

Исследованиями J. P. Henry & P. Stephens (1977), R. Eliot (1979), Н. А. Агаджаняна (1997), Б. М. Федорова (1997), С. Г. Кривошекова (1998) и других показано, что у работников арктических широт наблюдается мобилизации резервных возможностей организма и развивается психосоматическая патология. Исследования проводились согласно «Руководству по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Р.2.2.1766-03».

Изучены ультрадианные ритмы рабочих-водителей с дополнительной специальностью, деятельность которых связана с транспортным перемещением по труднодоступным районам для осуществления ремонтных и наладочных работ критических инфраструктур. Запись кардиограммы сердца производилась в течение рабочего дня 11 часов (с 8.00 до 18.00 час.).

Анализ вариабельности сердечного ритма, показал, что вегетативная нервная систем каждого работника бригады синхронизирована с окружающей средой на индивидуальном уровне. Поэтому из числа обследованных для сравнительной характеристики были выбраны два водителя. Акрофаза первого работника отмечена в 13 часов, а у второго – в 8 часов, что свидетельствует о биоритмологических различиях.

Сравнительная оценка ультрадианных ритмов у бригады геотехнического инжиниринга осуществлялась по показателям пульса (HR), активности парасимпатического звена вегетативной регуляции (RMSSD), суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения (SDNN) и показателем активности симпатического звена регуляции (AMo) (рис. 41).

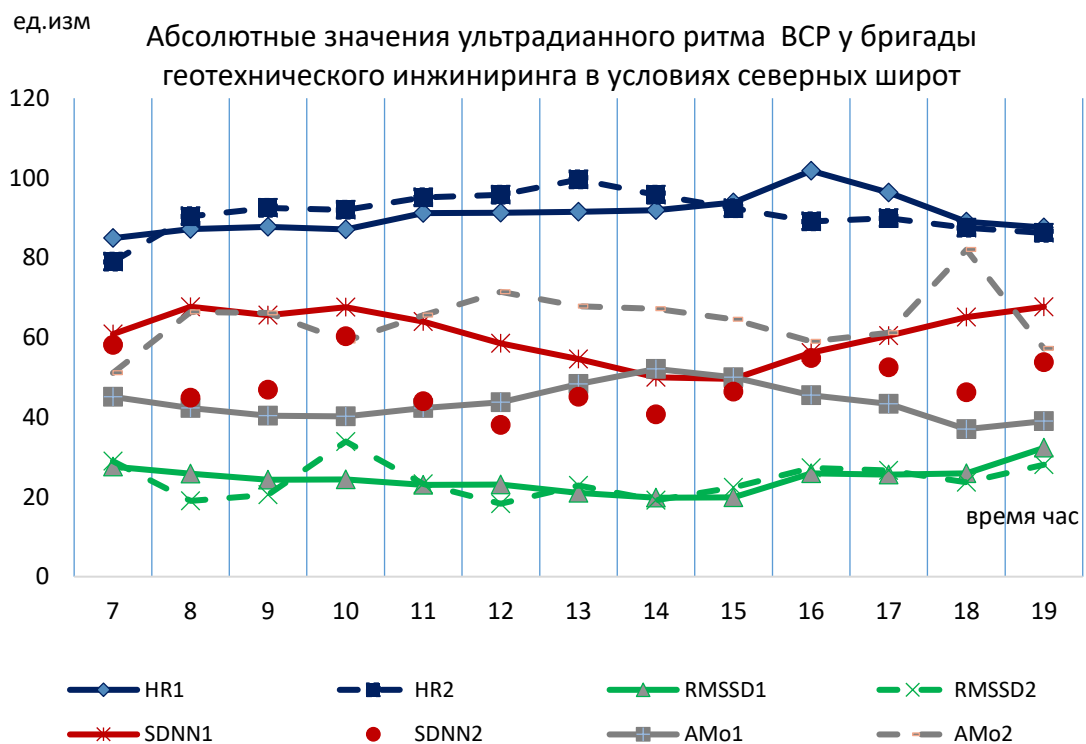


Рисунок 41. Групповые показатели ВСР у бригады технического обеспечения критических инфраструктур в летних условиях арктических широт Европейской части РФ (1 – 1-й участник; 2 – 2-ой участник)

Были получены следующие результаты: акрофаза пульса (ЧСС) у первого рабочего приходится на 16 часов, у второго – на 13 часов; батифаза как у первого, так и второго рабочего приходится на 7 часов; акрофаза парасимпатического звена регуляции (RMSSD) у первого отмечена в 19 часов, у второго – в 10 час, батифаза у обоих рабочих наблюдалась в 14 часов; акрофаза вегетативной регуляции кровообращения (SDNN) в абсолютных значениях отмечалась в различные периоды рабочего дня (у первого акрофаза отмечена в 8, 10, 19 часов, батифаза отмечена в 15 часов; у второго также отмечается несколько пиков: в 7, 10, 16 и 19 часов, батифаза – в 12 часов).

Сравнение мощности дыхательного центра (HF%) в условиях трудовой нагрузки у первого рабочего акрофаза выявлена в 8.00 часов, а батифаза – в 14.00, что свидетельствует о резко выраженном дефиците кислорода, нарастании гиперкапнии, что может привести к возникновению респираторного алкалоза. У второго работника акрофаза отмечена в 11.00, батифаза в 8.00 часов, что также указывает на гиперкапнию, нарушение активности дыхательного центра.

Активность вазомоторного центра (LF%) у водителей также отмечена выше нормы, что указывает на адаптационный срыв управления регуляцией ритмом сердца. Акрофаза относительного уровня активности симпатического звена регуляции (VLF%) ритмом сердца у первого рабочего отмечается в 18 часов, батифаза в 12 часов, а у второго – в 12 часов, батифаза в 16 часов. Это свидетельствует о напряжении на сердечно-сосудистую систему, физическое и эмоциональное истощение (рис. 42).

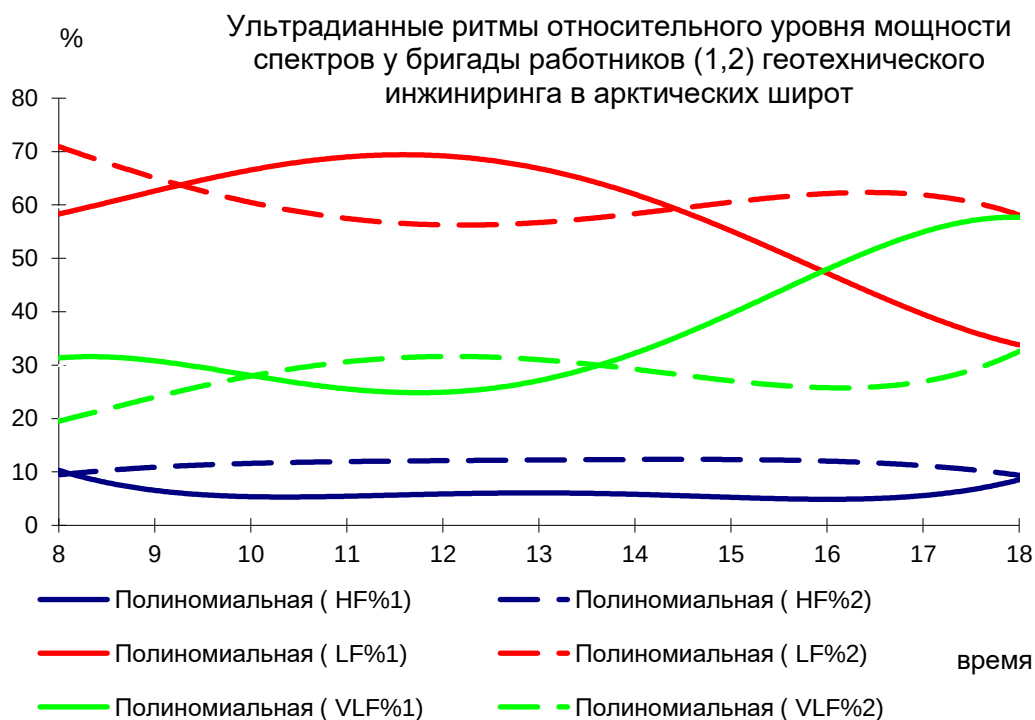


Рисунок 42. Индивидуальные показатели ВСР у бригады геотехнического инжиниринга в летних условиях арктических широт Европейской части РФ

Использование аппроксимации полинома 3-й степени у первого работника показала депрессию волн парасимпатического звена регуляции (HF%) в течение рабочего дня, усиление активности вазомоторного центра (LF%), снижение активности парасимпатического звена регуляции (VLF%), что указывает на энергодефицитное состояние, усиление трофотропной функции, общую парасимпатикотонию. У второго работника в течение рабочего дня наблюдались низкие значения парасимпатического звена регуляции (HF%), усиление активности вазомоторного центра (LF%) и активности парасимпатического звена регуляции (VLF%), что указывает на общую симпатикотонию, усиление эрготропной функции, метаболические процессы.

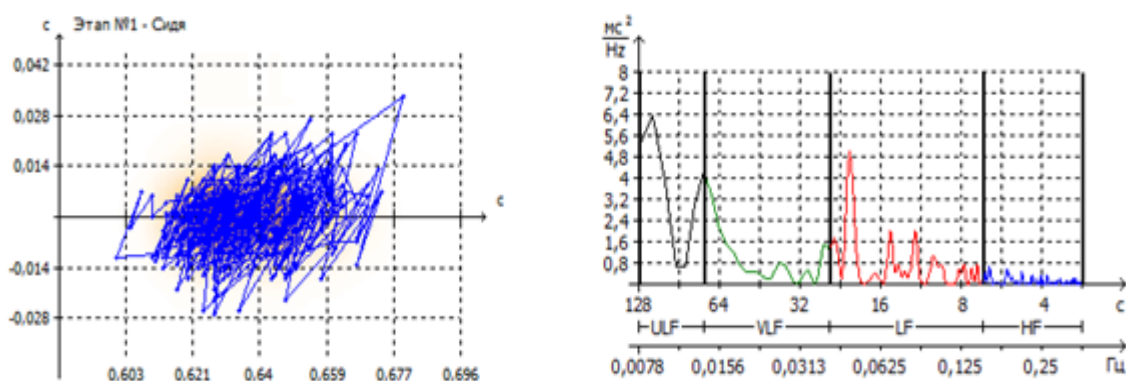
Анализ вариабельности сердечного ритма в дневном мониторинге показал, что на протяжении смены у первого работника отмечался срыв

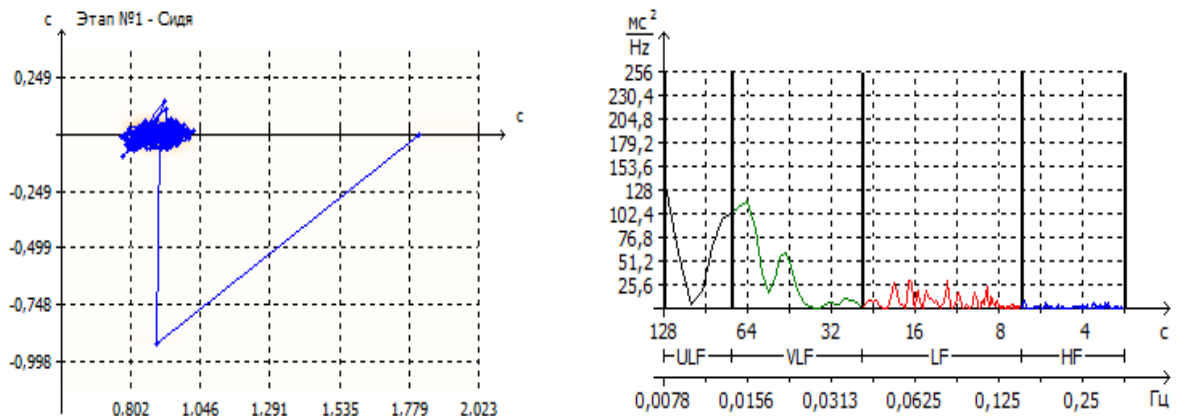
адаптационных систем, а у второго – мобилизация. В ходе исследования выявлены биоритмологические различия в обследуемой бригаде и групповая синхронизация в малой группе не наблюдалась.

Изучение ультрадианных ритмов в рабочее время показали, что акрофаза стресс-индекса (SI) у первого водителя приходилась на 18.00 часов, а у второго – на 13 часов и отмечены выше нормы у первого водителя в 65,9, а у второго в 6,3 раза. Батифаза SI у первого и второго водителей отмечены в 13.00 часов, что совпадает с дневным минимумом работоспособности биологических ритмов человека.

В целом показатель стресс-индекса сохранялся выше нормы у обоих водителей в течение всего рабочего дня, частота сердечных сокращений отмечена выше нормы (колебалась у первого – от 108 до 127 уд/мин, у второго – от 82 до 110 уд/мин.), что свидетельствуют об устойчивой тахикардии.

У первого рабочего по фазовому портрету можно видеть перенапряжение адаптационных систем, что свидетельствует о состоянии стресса, а у второго водителя – фазе мобилизации к условиям трудовой деятельности. Соотношение между показателями RMSSD и SDNN у второго рабочего является основанием к предпосылкам артериальной гипертензии, наличию дистресса, высокому уровню функционирования системы кровообращения, что соответствует стадии напряжения (рис. 43).





2

Рисунок 43. Фазовый портрет кардиоинтервалов и показателей спектрального анализа ультрадианных ритмов в течение рабочего дня у рабочих бригады геотехнического инжиниринга в условиях совместной профессиональной деятельности в арктических широтах

Примечание: 1 – первый рабочий 2 – рабочий

Анализ вариабельности сердечного ритма в дневном мониторинге показал, что на протяжении смены у первого работника наблюдался срыв адаптационных систем, а у второго – мобилизация. Выявлено нарушение синхронизации биологических ритмов у обследованных рабочих и десинхроноз на различных уровнях регуляции управления ритмом сердца. Биоритмологические показатели акрофазы, батифазы кардиоритма рабочих бригады не синхронизированы. Это свидетельствует о том, что организм обследованных имеет индивидуальные особенности синхронизации ультрадианных ритмов (рис. 44).

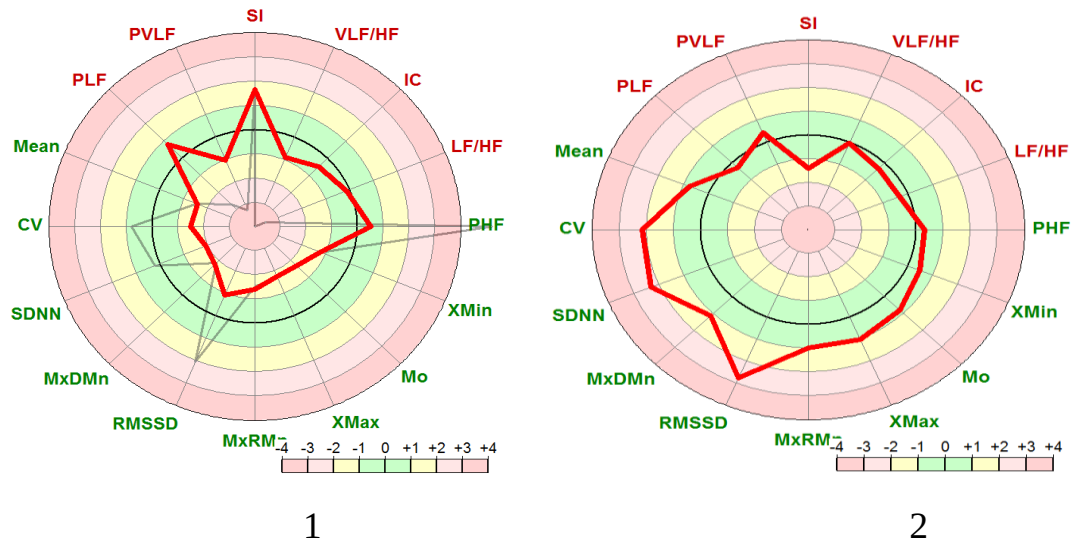


Рисунок 44. Круговая диаграмма функционального состояния по показателям ВСП малой бригады геотехнического инжиниринга в течение рабочего дня.

Примечание: рабочие: 1- первый; 2 – второй.

Известно, что резкое нарушение активности дыхательного центра приводит к рефлекторным моторным реакциям и снижает объем, концентрацию, устойчивость внимания и, как следствие, может привести к дорожно-транспортным происшествиям и другим видам техногенных катастроф.

Таким образом, анализ variability сердечного ритма в дневном мониторинговании показал, что на протяжении смены у одного работника наблюдался срыв адаптационных систем, а у второго – мобилизация. Выявлено нарушение синхронизации биологических ритмов у обследованных рабочих и десинхроноз на различных уровнях регуляции управления ритмом сердца. Биоритмологические показатели акрофазы, батифазы кардиоритма рабочих бригады не синхронизированы. Это свидетельствует о том, что организм обследованных имеет индивидуальные особенности синхронизации ультрадианных ритмов. Исследованиями установлено, что производственная эффективность работников, осуществляющих свою трудовую деятельность в экстремальных арктических условиях, обеспечивается системой временных

отношений различной амплитуды и позволяет формировать как групповой, так индивидуальный биоритмологический портрет. Полученные данные по данной группе подтвердили данные исследований J. P. Henry & P. Stephens (1977), R. Eliot (1979), Н. А. Агаджаняна (1997), Б. М. Федорова (1997), С. Г. Кривошекова (1998) и других, о том, что у работников Крайнего Севера наблюдается мобилизации резервных возможностей организма и развивается психосоматическая патология.

Таким образом, предикторами формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам у работников геоинжиниринга в экстремальных условиях деятельности являются: MxDMn, RMSSD, SDNN; мощность спектров: HF, LF, VLF, ULF TP; VLF/HF и отражены в классах 06, 07, 11 по МКБ 11. Установлено, что производственная эффективность работников, осуществляющих свою трудовую деятельность в экстремальных условиях арктических широт, обеспечивается системой временных отношений различной амплитуды и позволяет формировать как групповой, так индивидуальный биоритмологический портрет. Адаптивные реакции соответствуют классам 06, 07, 11 по МКБ 11.

Выводы

1. У участников десантирования в арктические широты с высоты 10 км с учётом трансмеридионального перемещения, сопровождающейся десатурацией с последующим использованием кислородных приборов для дыхания по ультрадианным показателям вариабельности сердечного ритма выявлены три группы: 1) 12,5% – с высоким уровнем адаптивных реакций; 2) 37,5% – неспецифической резистентностью, соответствующей предпатологическому состоянию; 3) 50% – срывом адаптационных систем, характерных для патологических состояний. У обследованных установлено: а) снижение резистентности; б) перекрёстная адаптация; в) внутренний дисхронизм к комплексу неблагоприятных факторов. У 72,2% участников отмечены низкие значения по показателю HF (%) и напряжение вазомоторного центра выше условной нормы ($LF\% 55,1 \pm 3,8; \pm\sigma=17,1$). Выявлены возрастные особенности экологической адаптации. Формирование экологической адаптации участников высотного арктического десантирования обусловлено изменением показателей вариабельности сердечного ритма (HR, MxDMn, RMSSD, SDNN; SI; мощностью спектров: TP, HF, LF, VLF, ULF; VLF/HF), получившие отражение в классах 06, 07, 11 по МКБ 11 и психологическими особенностями личности (агрессия, самооценка, тревожность).

2. У авиационного инженерно-технического персонала адаптационные реакции сердечно-сосудистой системы имеют различные пространственно-временные параметры, поскольку на уровень восприятия экстремальных ситуаций и степень эмоционального напряжения влияют различные социально-экологические факторы. Низкие значения показателя HF% ($15,7 \pm 1,1; \pm\sigma=8,01$) выявлены у 60% обследованных, и выше нормы – у 40% ($55,7 \pm 2,2; \pm\sigma=15,5$), что свидетельствует о дисфункции в управлении регуляцией ритмом сердца. У руководителей авиационного инженерно-технического персонала по вариабельности сердечного ритма показателями экологической адаптации являются: MxDMn, RMSSD, SDNN; спектральные

показатели: (lg) HF, LF, VLF, ULF TP; VLF/HFсоответствуют классам 06, 07 и 11, а обслуживающего персонала – классам 07 и 11 по МКБ 11.

3. Оценка адаптационных возможностей представителей этнических групп для технического обеспечения судов в условиях длительных морских грузоперевозок выявила, что у мужчин европейской и арабской этнических групп в адаптации к комплексу экологических факторов различной природы имеет значение лабильность ритмических структур в управлении регуляцией ритмом сердца, которая свидетельствует об этнических особенностях. У мужчин европейской этнической группы наблюдался взаимопереход амплитуды спектральных характеристик (AHF, ALF, AVLF, AULF) и достоверная множественная регрессия ($r=0,53$; $P<0,05$). У арабской этнической группы выявлена взаимосвязь между ALF и AULF ($r=0,65$; $P<0,01$). Признаками экологической адаптации у европейской этнической группы в экстремальных условиях профессиональной деятельности являются: MxDMn, RMSSD, SDNN, (lg) TP, LF, ULF и отражены в классах 07, 11 по МКБ 11; арабской этнической группы – MxDMn, RMSSD, SDNN, мощность спектров: TP, HF, ULF и отражены в классах 06, 07 по МКБ 11.

4. Сравнительная оценка у инженерно-технического персонала (25-60 лет), обеспечивающих техногенную безопасность арктических инфраструктур показала, что экологическая адаптация обусловлена природно-климатическими условиями и особенностями производственной инфраструктуры. По ультрадианным ритмам выявлена нестабильность артериального давления, с резкими перепадами в условиях повышенной трудовой активности у 11,4 %; служащих и 7,7 %. В условиях производственной ситуации 12,1 % служащих и 25 % рабочих испытывают трудности принятия решений, что свидетельствует о предпосылках к нарушению психического здоровья. У рабочих малых групп, биоритмологические показатели акрофазы, батифазы кардиоритма не синхронизированы. Управление регуляцией ритмом сердца зависит

от индивидуальных особенностей адаптации. Предпосылки к переутомлению, связанные с нарушением ритмов сна наблюдались у 15,4 % служащих и 7,7 % рабочих, что соответствует классу 07 МКБ – 11 – нарушение циркадианных ритмов.

5. Общими признаками формирования экологической адаптации по ультрадианным ритмам variability сердечного ритма у обследованных профессиональных групп, осуществлявших свою трудовую деятельность в условиях арктических и крайних северных широтах РФ являются нормативные показатели variability сердечного ритма: $MxDMn$, $RMSSD$; $SDNN$, $HF\%$, $LF\%$, $VLF\%$, TP м/с², соответствующие классам 06, 07, 11 по МКБ 11 и их взаимосвязь с психологическими показателями личности.

6. Разработаны научно-обоснованные корректирующие методические рекомендации с использованием программы интерактивного мониторинга здоровья человека, направленные на предупреждение экологических рисков для здоровья лиц, осуществляющих профессиональную деятельность в экстремальных условиях арктических и крайних северных широт РФ.

Заключение

Таким образом, в обследуемых группах предикторы к патофизиологическим процессам выявлены по нормативным показателям ВСР: SDNN, HF%, LF%, VLF%, TP м/с². С использованием математического моделирования по показателю SDNN выявлены предикторы к нарушению коронарного кровообращения, а у участников транширотного арктического перелета отмечена вероятность микроциркуляторных расстройств в мозговой ткани. У обследуемых отмечается хронотропная реакция, явные нарушения иннервации проводящей системы сердца. Полученные данные корреляционного анализа характерны для дисфункции в управлении регуляцией ритмом сердца и снижении резистентности, связанной с десатурацией, которые можно рассматривать как внутренний дисхронизм. Выявлены возрастные адаптивные реакции у участников арктического десантирования по показателю относительного уровня мощности гармоник. У участников от 30 до 40 лет к комплексу негативных факторов чувствителен вазомоторный центр (LF%). Избыток катехоламинов при усилении симпатико-адреналовой, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем приводит к чрезмерному повышению расхода миокардом кислорода и субстратов обмена веществ за счет положительных хроно и инотропных эффектов, вызывает уменьшение объема кровотока, происходит образование избытка активных форм кислорода и перекисей липидов, что приводит повреждению миокарда и развитию коронарной недостаточности, инфаркта миокарда или внезапной сердечной смерти. От 40 и старше – парасимпатическое звено регуляции (HF%). В старшей группе может иметь место вероятность возникновения фактора внезапной смерти (церебральной), так как холинергическая система головного мозга является самой уязвимой при развитии патологических процессов на воздействия патогенных факторов.

По методике САН, на протяжении сборов, все обследуемые отмечали хорошее самочувствие и настроение. Вместе с тем, 87% чувствовали

напряжение, сонливость, желание отдохнуть, недостаточную внимательность и работоспособность. Выявлены следующие групповые психологические особенности обследуемых: эмоционально устойчивы – 60%, эмоционально ригидны – 20%; эмоционально неуравновешенны – 20%. Из общего числа тестируемых 30% испытывали трудности в принятии решения в новой ситуации. Все участники не склонны к обиде, зависти, стремятся к справедливости; в споре сдержаны, корректны, стараются внимательно выслушать собеседника, понять его аргументы; в межличностных отношениях выполняют установленные правила; склонны к глубокому переживанию и анализу действий в случае неудачи и своевременно их корректируют; испытывают чувство вины перед родными и близкими из-за дефицита внимания к ним.

В результате исследования выявлено, что из всего числа участников учений с десантированием для ликвидации последствий аварии критических инфраструктур только один человек имел потенциальные ресурсы, обеспечивающие высокий уровень адаптации к патологическим факторам. Средний уровень здоровья и адаптационных возможностей у обследуемых показал необходимость регулировать время отдыха и трудовой деятельности с учётом индивидуальных особенностей организма. В группе с низким уровнем адаптационных возможностей организма, вне зависимости от возраста, не рекомендуется трудовая деятельность в экстремальных условиях и ситуациях, особенно арктических широт. Анализ полученных данных позволяет констатировать, что для обеспечения безопасности критических инфраструктур в освоении Арктики и профилактики человеческого фактора следует учитывать здоровье специалистов и их адаптационные возможности. Изучение показателей ВСР и их мониторинг в тренировочных условиях позволяет целесообразно подойти к подбору специалистов для выполнения сложных задач, связанных с ликвидацией последствий аварий критических инфраструктур в экстремальных условиях и ситуациях. Специалисты должны находиться под наблюдением врача для оказания необходимой помощи и

регулирования смены труда. Целесообразно использовать математическое моделирование по предикторам предпатологических и патологических состояний для оценки риска возникновения различных заболеваний. Следует отметить, что на всех этапах исследования обследованные, в отличие от других групп, показали именно формирование патологических состояний. Предикторами формирования патологических состояний по ультрадианным ритмам у участников десантирования, осуществивших испытательный полёт и десантирование на арктические острова явились как психологические показатели, вариабельность сердечного ритма: HR, MxDMn, RMSSD, SDNN; SI; мощность спектров: HF, LF, VLF, ULF TP; VLF/HF, так и взаимосвязь между ними, получившие отражение в классах 06, 07, 11 МКБ 11.

Практические рекомендации

Аутотренинг, направленный на коррекцию психоэмоционального состояния для предотвращения возникновения возможных психосоматических расстройств

Основоположник аутотренинга немецкий невропатолог, психиатр и психотерапевт профессор И. Г. Шульц, владевший основами йоги и медитации, выделял две ступени аутогенной тренировки. Обязательным условием считается овладение низшей ступенью аутогенной тренировки (рис. 45):



Рисунок 45. Ступени аутогенной тренировки по И. Г. Шульцу.

Овладение низшей и высшей ступенями аутогенной тренировки поможет избавиться от негативных переживаний, невротических состояний, что снизит возможные осложнения и возможные психосоматические заболевания.

Для проведения аутотренинга необходимо научиться переключаться самостоятельно, для достижения состояния релаксации, а также вызывать ощущение тяжести и тепла. Участнику аутотренинга необходимо определить

оптимальное время для проведения релаксационных упражнений, желательно, чтобы последнее совпадало со временем отхода ко сну. Время проработки каждого упражнения должно занимать не менее двух недель. Результат проработки считается достигнутым, когда возникнет реальное ощущение тепла в конечностях. Весь курс аутогенной тренировки длится не менее трех месяцев (рис. 46).

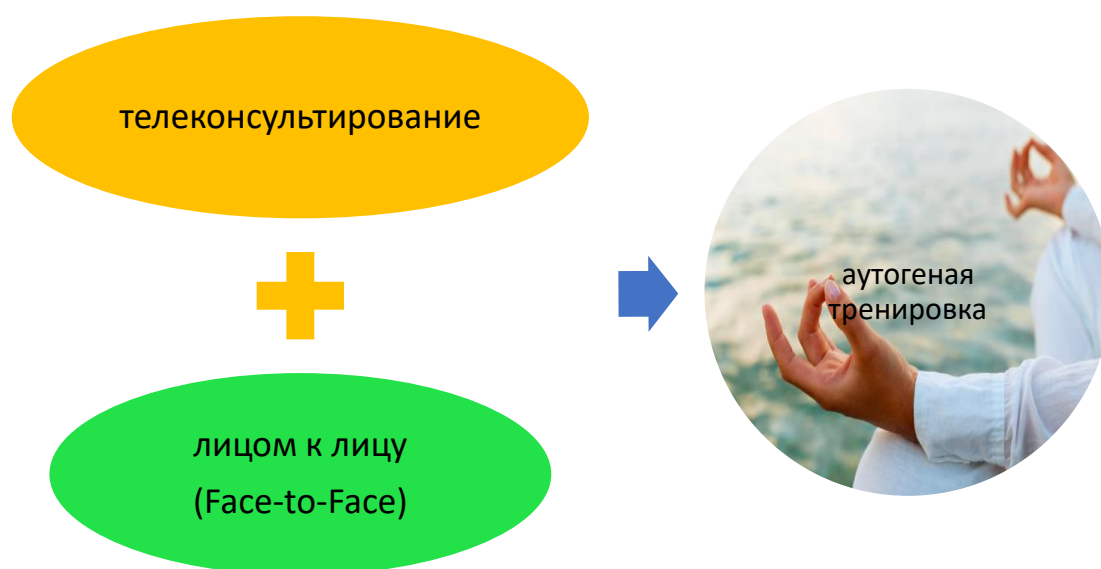


Рисунок 46. Виды консультирования.

Для правильного освоения аутогенной тренировки необходимо придерживаться инструкции и помощи специалиста. Так как сегодня не всегда есть возможность получить физический доступ к занятиям, в таком случае можно использовать возможности телеконсультирования с использованием различных Интернет-ресурсов. Что значительно упрощает взаимодействие с консультантом-тренером и даёт возможность индивидуального консультирования и психологического сопровождения, а также участие в групповом тренинге.

Консультирование онлайн рассматривается как возможный вариант, имеющий хорошие показатели, его сравнивают с работой консультанта в обычных условиях (Face-to-Face) (рис. 47) [326; 370; 438; 446; 449; 471; 483] (рис. 48-49).

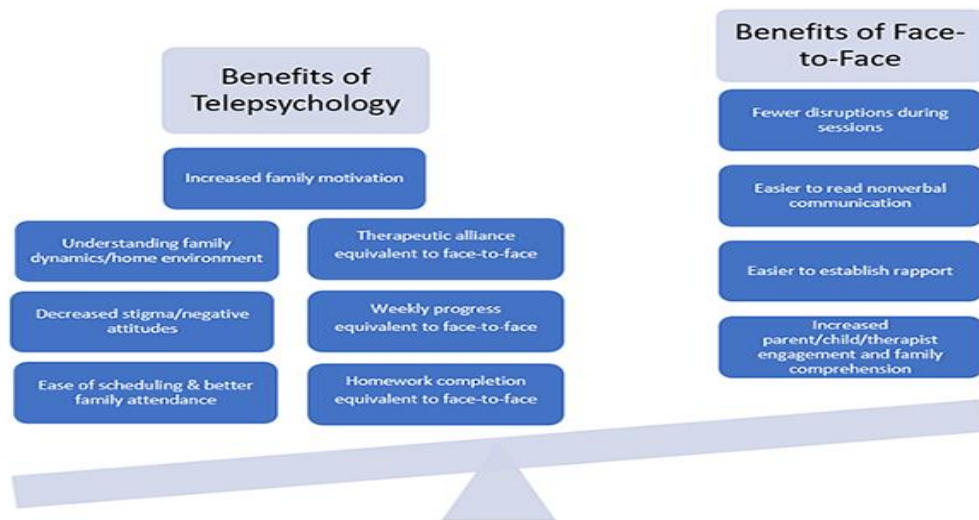


Рисунок 47. Relative Benefits of Telepsychology Versus Face to Face Treatment

Преимущества телепсихологии



- ☐ простота планирования и посещение пространства клиента
- ☐ снижение стигматизации/негативного отношения
- ☐ понимание домашней обстановки
- ☐ повышена общая мотивация
- ☐ терапевтический альянс, эквивалентный встрече лицом к лицу
- ☐ выполнение домашнего задания эквивалентно личной встрече
- ☐ еженедельный прогресс, эквивалентный личному общению

Преимущества лицом к лицу



- ☐ уменьшение возможных помех во время сеанса
- ☐ легче осуществлять невербальную коммуникацию
- ☐ легче устанавливать контакт
- ☐ повышается вовлеченность всех участников терапии

Рисунок 47. Относительные преимущества телепсихологии по сравнению с лечением лицом к лицу.

При использовании телепсихологии и телеконсультирования в индивидуальной работе положительный эффект выше.

В низшей ступени овладения аутогенной тренировкой взяты стандартные упражнения с мысленным повторением 5-6 раз, которые начинаются с фразы «Я совершенно спокоен». Необходимо принять удобную позу (поза Кучера, сидя в кресле или лежа), закрыть глаза и повторять про себя:

«Руки и ноги тяжелые»

Я совершенно спокоен → Правая рука тяжелая → Я совершенно спокоен → Левая рука тяжелая → Я совершенно спокоен → Мои руки тяжелые → Я совершенно спокоен → Правая нога тяжелая → Я совершенно спокоен → Левая нога тяжелая → Я совершенно спокоен → Мои ноги тяжелые

«Руки и ноги теплые»

Я совершенно спокоен → Правая рука теплая → Я совершенно спокоен → Левая рука теплая → Я совершенно спокоен → Мои руки → теплые → Я совершенно спокоен → Правая нога теплая → Я совершенно спокоен → Левая нога теплая → Я совершенно спокоен → Мои ноги теплые

«Сердце бьется спокойно и ровно»

Я совершенно спокоен → мое сердце бьется спокойно и ровно →

«Дыхание спокойное и ровное»

Я совершенно спокоен → мое дыхание спокойное и ровное →

«Солнечное сплетение излучает тепло»

Я совершенно спокоен → мое солнечное сплетение излучает тепло →

«Лоб приятно прохладен»

Я совершенно спокоен → мой лоб приятно прохладен

В ходе упражнения мы можем изменять фразы, в зависимости от индивидуальных потребностей, чтобы самовнушение, самоубеждение, самоутверждение стали наиболее действенными и эффективными для регуляции функции внутренних органов, регуляции эмоционального состояния и т.д.

Распространенность вегетативных нарушений являются одной из актуальных проблем современной медицины. Широкая распространенность вегетативной дисфункции среди населения, в том числе и людей, считающих себя практически здоровыми, требует особого внимания, как со стороны медицины, так и психологов. Вегетативной нервной системе принадлежит одна из основных ролей в жизнедеятельности организма. Первая – это поддержание постоянства внутренней среды (гомеостаза) (Claude Bernard, Cannon W., Barcroft J.). Второе – это обеспечение вегетативной нервной системой различных форм психической и физической деятельности. В период напряженной деятельности происходит существенная мобилизация энергетических ресурсов, кардиоваскулярной, дыхательной и других систем. Резко усиливаются катаболические процессы. В связи с чем могут возникнуть болезни двух классов – психогенные и органические (надсегментарные (психические формы патологий) и сегментарные (органические заболевания)). Предотвращения возникновения патологии возможно на ранних этапах диагностики [66].

Для определения состояний, указывающих на вегетативные нарушения, нами разработана программа-собеседник (чат-бот) с применением ИТ-технологий «LongLife» (рис. 48).

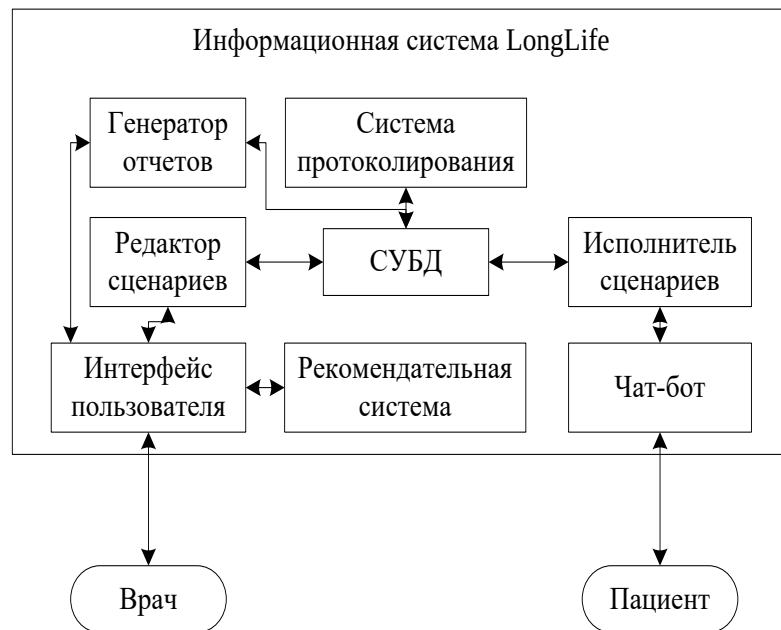


Рисунок 48. Информационная система LongLife.

Общение ведётся с помощью текста, включает в себя: замер артериального давления, пульса, вопросы, указывающие на симпатикотонию или ваготонию. В результате анализа полученной информации появляется результат по типу «светофор» с соответствующими рекомендациями.

Список сокращений

BCP – вариабельность сердечного ритма

ЭКГ – электрокардиограмма

ЦИ – циркадианный индекс

NREM – non-rapid eye movement sleep (сон с медленными движениями глаз)

СХЯ – супрахиазматическое ядро

СНС – симпатическая нервная система

ПСНС – парасимпатическая нервная система

АКТГ – адренокортикотропный гормон

ЧСС (уд/мин) – частота сердечных сокращений

HR – Heart rate – скорость сердцебиения, измеряемая количеством сокращений/ударов сердца в минуту

HRV – heart rate variability

SI (ед) – стресс-индекс, степень напряжения регуляторных систем

MxDMn (мс) – вариационный размах, отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряде и нарушения сердечного ритма

SDNN (мс) – стандартное отклонение R–R-интервалов, характеризует состояние механизмов регуляции суммарного эффекта влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы

RMSSD (мс) – квадратный корень из среднего значения квадратов разностей величин последовательных интервалов R–R, показатель активности парасимпатического звена вегетативной регуляции

CV% – суммарный эффект регуляции

A – амплитуда

T – период

HF– High Frequency, суммарный уровень активности парасимпатического звена

- LF –Low Frequency, суммарный уровень активности вазомоторного центра
- VLF – Very Low Frequency, суммарный уровень активности симпатического звена регуляции
- ULF – Ultra Low Frequency, суммарный уровень активности высших вегетативных центров
- САД – систолическое артериальное давление
- ДАД – диастолическое артериальное давление
- ВВК – военно-врачебной комиссии
- МКБ 11 – Международная классификация болезней 11 пересмотра
- СХЯ – супрахиазматическое ядро
- ЦИ – циркадный индекс
- КИ – критически е инфраструктуры

Список используемой литературы

1. Абубакарова, О.Ю., Фатеева, Н.М. Хронобиологический подход при изучении адаптации организма к условиям Крайнего Севера // Научные труды X международного конгресса «Здоровье и образование в XXI веке. Инновационные технологии в биологии и медицине». М.: РУДН. – 2009. – С. 80-81.
2. Абубакирова, О.Ю., Фатеева, Н.М. Адаптация организма к условиям Крайнего Севера при экспедиционно-вахтовой форме труда // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2009. – № 4. – С. 609-610.
3. Абубакирова, О.Ю. Десинхроноз суточного ритма показателей гемостаза, перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты при перемещениях человека в условиях Заполярья. Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2010. – №1(24). – С. 178-179.
4. Авцын, А.П., Жаворонков, А.А., Марачев, А.Г, Милованов А.П. Патология человека на Севере. – М.: Медицина. – 1985. – 416 с.
5. Авцын, А.П., Жаворонков, А.А., Риш, М.А., Строчкова, Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина. – 1991. – 496 с.
6. Агаджанян, Н.А. Астрономические факторы в биоритмологии (гелио-селенобиология) / Н.А. Агаджанян, М.М. Горшков // Кн.: Хронобиология и хронопатология. – М.: Наука. – 1981. – С. 16-17.
7. Агаджанян, Н.А. Человек и биосфера. – М.: Изд-во «Знание». – 1987.
8. Агаджанян, Н.А. Проблема адаптации и экологии человека // Экология человека / Под ред. В.П. Казначеева. – М.: Наука, 1988. – С.93-103.
9. Агаджанян, Н.А. Хронофизиологические аспекты адаптации человека к условиям Арктического Заполярья // Хронобиология и хрономедицина. – М.: Медицина, 1989. – 400с.

10. Агаджанян, Н.А., Радыш, И.В., Северин, А.Е., Ермакова, Н.В. Экология, адаптация, биоритмы. Авиакосмическая и экологическая медицина. – 1995. – Т.29. – №3. – С. 16-19.
11. Агаджанян, Н.А., Петрова, П.Г. Человек в условиях Севера. М.: КРУК. – 1996. – 208 с.
12. Агаджанян Н.А., Телль Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А. Физиология человека. – С.-П.: СОТИС. – 1998.
13. Агаджанян, Н.А. Познай себя человек. – Москва-Астрахань. – 1995.
14. Агаджанян, Н. А., Ермакова, Н. В. Экологический портрет человека на Севере. – М.: Изд. фирма "КРУК", 1997. – 208 с. – ISBN 5-900816-20-6
15. Агаджанян, Н.А. Хроноархитектоника биоритмов и среда обитания / Н.А. Агаджанян, Г.Д. Губин, Д.Г. Губин. – Тюмень, 1998. – 168 с.
16. Агаджанян, Н.А., Фатеева, Н.М., Колпаков, В.В. Десинхроноз системных реакций гомеостаза и гемодинамики при экспедиционно-вахтовой организации труда в условиях Тюменского Севера // Экология человека. – 2001. – №2. – С. 8-10.
17. Агаджанян, Н.А. Этнические проблемы адаптационной физиологии. М.: РУДН, 2007. – 57 с.
18. Агаджанян, Н.А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровье человека / Агаджанян Н.А. — Москва: РУДН, 2009. – 48 с. – ISBN 978-5-209-3704-0. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/179446>
19. Агаджанян, Н.А., Батоцыренова, Т.Е., Семёнов, Ю.Н. Эколого-физиологические и этнические особенности адаптации человека к различным условиям среды обитания. Монография. Владимир, Изд-во Владим.гос.ун-т, 2010. – 239 с.

20. Агаджанян, Н.А., Цатурян, Л.Д. Этническая физиология: экология, адаптация, здоровье. Монография. Ставрополь: Изд-во СГУ; Сервисшкола, 2011. – 256 с.
21. Агаджанян, Н.А. Экология души человека и природы. Монография. М.: РУДН, 2012. – 265 с.
22. Агаджанян, Н.А. Адаптационные реакции спортсменов-парашютистов различных климатогеографических широт на воздействие комплекса стресс-факторов. /Агаджанян Н.А., Башкирева Т.В. // Российский научный журнал. – № 2 (33). – 2013 – С. 277-280.
23. Агаджанян, Н.А., Макарова, И.И. Этнический аспект адаптационной физиологии и заболеваемости населения. Экология человека. – 2014. – №3. – С. 3-13.
24. Аганов, Д.С., Тыренко, В.В., Яковлева, М.В. Элементный статус военнослужащих, проходящих службу в экстремальных условиях Севера Российской Федерации // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2014. – № 4. – С. 60-65.
25. Агрикова, Е.В. Хронобиологические особенности показателей кардиореспираторной системы человека при стрессовом воздействии /автореф. Дис. ...канд.мед.наук. – М.: Изд-во Рос. Ун-та дружбы народов, 2008. – 115 с.
26. Адаптация спортсменов высшей квалификации к климатогеографическим условиям г. Сиднея. – Научно-методические практические рекомендации (рук. А.И. Колесов). Олимпийский комитет России. – М.: 1999. – 24 с.
27. Аладжалова, Н.А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга / Н.А. Аладжалова М.: Наука, 1979. – 214 с.
28. Алякринский, А.С. Адаптация в аспекте биоритмологии // Проблемы временной организации живых систем. М., 1979. – С. 8-36.

29. Алякринский, Б.С. Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе. Проблемы космической биологии, т.46. – М.: Наука, 1983. – 248 с.
30. Алякринский, Б.С. По закону ритма. / Б.С. Алякринский, С.И. Степанова. – М.: Наука, 1985. – С. 15-31.
31. Андреевских, М.А., Мишина, Е.А., Филатова, О.Е. Особенности циркадианных ритмов параметров функциональных систем организма работников железной дороги г. Сургута в различные сезоны года. // Северный регион: наука, образование, культура. – 2011. – № 2 (24). – С. 20-28.
32. Андропова, Т.И. Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека / Т.И. Андропова, Н.Р. Деряпа, А.П. Соломатин. – Л.: Медицина, 1982. – 248 с.
33. Антонова, С.Г. Информационная культура личности. Вопросы формирования // Высшее образование в России. – 1994. – N1. – С. 82-87.
34. Арушанян, Э.Б. Биоритмы и мы. Ставрополь, 1989. – 95 с.
35. Апрельев В.П. Время. Стрелки часов и наше здоровье. «Астрель-СПБ». – СПб, 2006. – 220 с.
36. Бахтина, Е.А., Кирилюк, Л.И., Буганов, А.А. Особенности элементного статуса волос служащих пожарной части на Крайнем Севере // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 8. – С. 16-20.
37. Башкирева, Т.В. Докт. диссерт. «Физиологическое обоснование особенностей адаптационных реакций у спортсменов-парашютистов в экстремальных условиях профессиональной деятельности». ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов». – 2013. – 212 с. <https://vak.minobrnauki.gov.ru/advert/125568>
38. Башкирева, Т.В. Социально-психологическая безопасность как фактор социального здоровья гетерогенных групп в условиях миграционных процессов. Safe communities are an essential need for a modern-day society (book of abstract) / Башкирева Т.В., Башкирева А.В. – the 23rd international safe communities conference, 10-12 oct., Serbia, Novi Sad. – 2017. – С. 56

39. Башкирева, А.В., Башкирева, Т.В., Северин, А.Е. Проблема моделирования поведения человека в системе профилактики человеческого фактора. // Агаджанянские чтения. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – М.: РУДН, 2018 – С. 49-51.

40. Башкирева А.В., Башкирева Т.В., Северин А.Е., Чибисов С.М. Хронобиологический подход в исследованиях психического здоровья учащихся в современных условиях инклюзивного образования. // Курортная медицина. – 2018. – №3. – С. 102-105.

41. Башкирева, Т.В., Башкирева А.В. Гендерные различия ультрадианных ритмов спектральной оценки мощности гармоник с учетом уровня агрессии у спортсменов-парашютистов в спорте высших достижений. Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т. 2. – №3(4). – С. 24-29.

42. Башкирева, Т.В. Этнические особенности адаптационных реакций в зависимости от климатогеографических условий //Записки Усть-Каменогорского филиал Казахского географического общества. – №13. – «Географические и геоэкологические исследования, их роль в современной науке», Материалы международной научно-практической конференции, 26-27 марта, 2019. – Усть-Каменогорск: ТОО «ВКПК АРГО», 2019. – С. 299-306.

43. Батоцыренова, Т.Е. Эколого-физиологические и этнические особенности адаптационных реакций организма студентов из различных природно-климатических регионов. Автореферат докторск. диссерт. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disser Cat www.dissercat.com – 2006.

44. Белкания, Г.С. Функциональная система антигравитации. Проблемы космической биологии. – М.: Наука, 1982. – Т.45. – 288 с.

45. Белкания, Г.С., Клоссовски, М., Ткачук, В.Г., Пухальска, Л. Гемодинамическая классификация состояния здоровья и антропофизиологическая характеристика кровообращения у спортсменов. Вестник Балтийской педагогической академии. Актуальные научно-педагогические проблемы. – Санкт-Петербург, 2002. – Вып.44. – С. 9-20.

46. Бибарцева, Е.В. Особенности адаптационных реакций мужчин различных этнических групп. Автореферат кандид. диссерт. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat www.dissercat.com – 2010. – 109 с.
47. Биологические ритмы. / Под ред. Ю. Ашоффа. – М.: Мир. – 1984. – т.1. – 414 с., т.2. – 262 с.
48. Бойко Е.Р., Бичкаева, Ф.А. Фосфолипидный профиль у жителей европейского Севера России // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 2. – С. 105-110.
49. Борбели, А. Тайна сна. – М.: Знание, 1989. – 191 с.
50. Борисенков, М.Ф. Хронотип человека на севере // Физиология человека. – 2010. – Т.36, №3. – С. 117-122.
51. Борисенков, М.Ф., Люсева, Е.М., Ерунова, Л.А., Поздеева, Н.В. Мелатонин - синхронизатор центральных и периферических циркадианных часов: проверка гипотезы // Вопр. онкол. – 2006. – Т.52. – С.44-45.
52. Борисенков, М.Ф. Часовые пояса с точки зрения хронобиологии // Химия и Жизнь. – 2013. – №1. – С. 2-7.
53. Брайт, Д., Джонс, Ф. Секреты болезни цивилизации. Стресс. Теории, исследования, мифы. 2-е международное издание. – С.-П.: «прайм-ЕВРОЗНАК». – М.: «ОЛМА-ПРЕСС». – 2003. – 352 с.
54. Бреус, Т.К., Чибисов, С.М., Баевский, Р.М. и др. Хроноструктура биоритмов сердца и факторов внешней среды // Изд-вою Российский университет дружбы народов, Изд-во «Полиграф сервис». – М. – 2002. – 232 с.
55. Бродский В. Я. Окологосовые метаболческие ритмы / В. Я. Бродский // Биохимия. – 2014. – т.79. – Вып. 6. – С. 621-634.
56. Благутина, В.В. В ритме тела / В.В. Благутина // Химия и жизнь XXI век. – 2014. – №9. – С. 18-21. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/514096>
57. Букалов, А.В. Влияние солнечной активности на продолжительность жизни человека. Гелиогеофизический импринтинг.

Мат. Межд. семинара «Биологические эффекты солнечной активности». Пушино-на- Оке. – 2004. – С.37-38

58. Булатова, М.М., Платонов, В.Н. Спортсмен в различных климатогеографических и погодных условиях. – Киев.: Олимпийская литература. – 1996. – 176 с.

59. Бундзен, П. В. Основные аспекты психофизиологических исследований в Антарктиде. – М.: Антарктика, 1972, вып. 2. – С. 201-211.

60. Буров, Ю.В., Гутарева, Н.В., Яблочанская, Э.Е. Влияние биоритмов на эффективность обучения студентов. Научные труды SWORLD. – 2015. – Т.12. – №3(40). – С. 19-24.

61. Быков, К. М. Избранные произведения. – М.: Медгиз, 1953. – Т. 1. – 390 с.

62. Быков, В.М. Особенности деятельности предприятий Крайнего Севера в контексте противоречий в социально-трудовой сфере / В.М. Быков, М.Н. Плеско // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2017. – №4. – С. 27-33. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/599004>

63. Быков, А.Т., Чернышев, А.В., Дроздова, В.М. Профилактика и лечение десинхронозов. Курортная медицина. – 2018. – №3. – С. 4-13.

64. Бюнинг, Э. Ритмы физиологических процессов. Пер. с нем.: – М. – 1961. – 184 с.

65. Василевский, Н.Н., Сороко, С.И., Богословский, М.М. Психофизиологические аспекты адаптации человека в Антарктиде. – Л.: Медицина, 1978. – 208 с.

66. Вегетативные расстройства: Клиника, диагностика, лечение. / Под ред. А.М. Вейна. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. – 752 с.

67. Вейн, А. М. Бодрствование и сон. – М.: Знание, 1991. – 236 с.

68. Вербицкий, Е.В. Обратные связи в регуляции сна и при его расстройствах // Проблемы нейрокибернетики. – 2009 г. – Т 1. – С. 86-88.

69. Виноградова, И.А., Анисимов, В.Н. Световой режим Севера и возрастная патология. – Петрозаводск: Петропресс, 2012. – 128 с.
70. Вопросы физиологии и гигиены труда. – М.: – 1973 – 108 с.
71. Гапон, Л.И., Шуркевич, Н.П., Ветошкин, А.С., Губин, Д.Г., Белозерова, Н.В. Суточный профиль и хроноструктура ритма артериального давления у больных артериальной гипертонией: десинхроноз как фактор формирования болезни в условиях вахты на Крайнем Севере. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. – Т. 10. – №1. – С. 38-46.
72. Гармония здоровья (режим труда и отдыха) / Под ред. Покровского. – М.: ФиС. – 1987. – 80 с.
73. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины. / Гл редактор А.Ф. Трёшников; Ред. коллегия: Э.Б. Алаев, П.М. Алампиев, А.Г. Воронов и др. М. – Советская энциклопедия, 1988. – 432 с.
74. Гигиеническое обеспечение физкультурно-спортивной и туристской деятельности в Красноярском крае: монография / Л.И. Вериге, Е.Н. Данилова, Н.Н. Демидко, Л.Т. Сабинин, С.В. Соболев. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 189 с.: ил. – Библиогр.: с. 165-170. – ISBN 978-5-7638-3670-7. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/664677>
75. Гомбоева, Н.Г. Автореферат диссерт. «Эколого-физиологические, этнические особенности адаптации человека в условиях Восточного Забайкалья и проблемы здоровья населения». – 2012. – 295 с.
76. Горизонтов, П. Д. Гомеостаз, его механизм и значение / Гомеостаз. – М., 1981. – С. 5-28.
77. Грибанов, А.В., Данилова, Р.И. Общая характеристика климато-географических условий Русского Севера и адаптивных реакций человека в холодной климатической зоне (обзор) // Север. Дети. Школа: Сб. науч. тр. /под ред. А. В. Грибанова. –Архангельск: Изд-во Поморского педуниверситета, 1994. – Вып. 1. – С. 4-27.
78. Грунская, Л.В. Влияние геофизических характеристик пограничного слоя атмосферы на некоторые показатели здоровья

населения/Л.В. Грунская, В.Н. Буренков, И.А. Лещев, Л.Т. Сушкова, Е.Г. Рыжова, М.И. Дегтерева//Биотехносфера. – 2011. – №5. – С.59-65.

79. Глуткин, С.В., Чернышева, Ю.Н., Зинчук, В.В., Балбатун, О.А., Орехов, С.Д. Физиологическая характеристика лиц с различными хронотипами. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2017. – Т.16. – №2. – С. 48-58.

80. Губин, Д.Г., Ветошкин, А.С., Шуркевич, Н.П., Гапон, Л.И., Белозерова, Н.В., Пошинов, Ф.А. Хронобиологический и стандартный анализ данных суточного мониторинга артериального давления и частоты сердечных сокращений у вахтовиков Ямала (п. Ямбург, Тюменская область) // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 6. – С. 27-33.

81. Губин, Д.Г. Экстрациркадианная диссеминация как общее проявление десинхроноза на различных уровнях организации // Вестник Российского Университета Дружбы народов. Серия «Медицина». – 2012. – № 7. – С. 83-84.

82. Губин, Д.Г., Чибисов, С.М. К вопросу об изменении часовых поясов и о переходе на летнее время в РФ // Биологические науки. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – №2. – С. 64-68

83. Губин, Д.Г., Вайнерт, Д., Соловьева, С.В., Рыбина С.В., Данилова, Л.А., Гапон, Л.И., Шуркевич, Н.П., Ветошкин, А.С., Дьячков, С.М. Эндогенный суточный ритм артериального давления в норме. Как он выглядит и его отличия от результатов амбулаторного мониторинга. Тюменский медицинский журнал. – 2018. – Т. 20. – №1. – С. 3-5.

84. Губский, В.И., Губский, Л.В. Циркадные ритмы и механизмы циркадной организации // Усп. совр. биол. – 1969. – Т. 68. – С. 23-44.

85. Гудков, А.Б., Теддер, Ю.Р. Характеристика метаболических изменений у рабочих при экспедиционно-вахтовом режиме труда в Заполярье // Физиология человека. – 1999. – Т. 25. – № 3. – С. 138-142.

86. Гумилев, Л.Н. О термине «этнос». // Доклады Географического общества СССР. – 1967. – Вып.3. – С. 3-17.
87. Данишевский, Г.М. Патология человека и профилактика заболеваний на Севере. – М.: Медицина, 1968. – 412 с.
88. Даниленко К.В. Десинхроноз: природа всегда права // Медицинская газета. – 2013. – №53.
89. Данкелл, С. Позы спящего: Ночной язык тела. – Нижний Новгород: Арника, 1994. – 239 с.
90. Дедов, И.И., Дедов, В.И. Биоритмы гормонов. – М. – 1992. – 256 с.
91. Деряпа, Н.Р. Экологические особенности Севера и Крайнего Севера // Экологическая физиология человека. Адаптация человека к различным климатогеографическим условиям. –Л., 1980. – С.7-18.
92. Деряпа, Н.Р., Мошкин, М.П., Посный, В.С. Проблемы медицинской биоритмологии. – М.: Медицина, 1985. – 207 с.
93. Дементьев, М.В. Канд. диссерт. «Медико-биологические основы донозологической диагностики десинхроноза при сменном режиме труда и отдыха». ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов». – 2016. – 138 с. http://dissovet.rudn.ru/web-local/prep/rj/index.php?id=7&mod=dis&dis_id=946
94. Доклад рабочей группы Президиума Государственного Совета Российской Федерации по вопросам политики в отношении северных территорий Российской Федерации «Об основах государственной политики Российской Федерации в районах Севера». 28 апреля 2004 г. URL: archive.Kremlin.ru/text/appears2/2004/04/28/97302/shtml.
95. Долгушин, Л.Д., Осипова, Г.В. Ледники. – М.: Мысль, 1989. – 447 с.
96. Доскин, В.А., Лаврентьева, Н.А. Ритмы жизни. – М. – 1991. – 176 с.
97. Дубинина, Н.И., Дегтева, Г.Н., Корнеева, Я.А. Медицинские аспекты системы управления профессиональным рисками вахтового

персонала в условиях Крайнего Севера // Научное обозрение: теория и практика. – 2012. – № 4. – С. 131-138.

98. Дубровский, В.И. Спортивная физиология. – М.: ВЛАДОС. – 2005. – 462 с.

99. Дуров, А.М., Шатилович, М.Н. Биологический возраст и циркадианная организация показателей кардиореспираторной системы у коренных жителей Ханты-Мансийского Автономного Округа. Медицинская наука и образование Урала. – 2015. – Т. 16. – № 1(81). – С. 75-78.

100. Евдокимов, В.И. Наукометрический анализ научных статей по медико-биологическим проблемам у специалистов экстремальных профессий на Крайнем Севере России (2005–2016 гг.). / Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб.: Политехника-сервис, 2017. – 78 с.

101. Евдокимова, Е.М. Канд. диссерт. «Инсомния у пациентов с мигренью». ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет). – 2020. – 165 с. <https://www.sechenov.ru/upload/iblock/372/Avtoreferat-EVDOKIMOVA.pdf>

102. Ежов, С.Н. Аспекты экологической физиологии: типы географических авиаперемещений и виды десинхронозов. Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2007. – С. 78-89.

103. Ермолин, С.П. Канд. диссерт. «Физиологические реакции организма военнослужащих в условиях Арктической зоны Российской Федерации». 2015. – 133 с. <https://www.dissercat.com/content/>

104. Загородников, Г.Г., Боченков, А.А. Оценка гемодинамических показателей при воздействии на организм летного состава экстремальных климатогеографических факторов в период адаптации к условиям Крайнего Севера // Medline.ru. – 2010. – Т. 11, № 2. – С. 482-493.

105. Зарипов, А.А., Янович, К.В., Потапов, Р.В., Корнилова, А.А. Современные представления о десинхронозе. Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №3. – 176 с.

106. Здоровье, как социально-экономическая категория // Российская академия наук. Институт народнохозяйственного прогнозирования. URL: http://www.ecfor.ru/pdf.php?id=books/proh04/gl_01.

107. Зинчук, В.В., Глуткин, С.В. Влияние мелатонина на прооксидантно-антиоксидантное равновесие в условиях холодового воздействия с последующим отогреванием крыс // Российский физиологический журнал имени Ивана Михайловича Сеченова – 2008. – № 12. – С. 1435-1442.

108. Зинчук, В.В., Шульга, Е.В. Эффект мелатонина на кислородсвязывающие свойства крови и прооксидантно-антиоксидантное состояние после введения липополисахарида // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2010. – Т.73, №4. – С. 18-22.

109. Зинчук, В.В., Глуткин, С.В., Шульга, Е.В., Гуляй, И.Э. Влияние мелатонина на кислородзависимые процессы // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2013. – Т.76, №2. – С. 32-36.

110. Игумнов, С.А. Управление стрессом. Современные психологические и медикаментозные подходы. – С.-П.: Речь. – 2007. – 107 с.

111. Казначеев, В.П., Баевский, Р.М. Индивидуальные особенности адаптационных реакций у человека и проблема донозологической диагностики / Тез. докл. Всесоюз. конф. «Адаптация и проблемы общей патологии». – Новосибирск, 1974. – Т. 2. – С. 9-14.

112. Казначеев В.П., Спирин Е.А. Космопланетарный феномен человека. Проблемы комплексного изучения. – М., 1991. – 304 с.

113. Казначеев, В.П. Проблемы адаптации человека / Тезисы докл. II Всесоюз. конф. по адаптации человека к различным геогр., климат. и производств. условиям. – Новосибирск, 1977. – Т. 1. – С. 3-11.

114. Казначеев, В.П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск: Наука, 1980. – 192 с.
115. Казначеев, В.П., Куликов, В.Ю. Некоторые особенности патологии человека на Крайнем Севере / Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. – Л., 1980. – 155 с.
116. Казначеев, В.П., Куликов, В.Ю. Синдром полярного напряжения и некоторые вопросы экологии человека в высоких широтах // Вестник АН СССР. – 1980. – № 1. – С. 74-82.
117. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск: Наука, 1980. – 192 с.
118. Казначеев, В.П. Клинические аспекты полярной медицины. – М.: Медицина, 1986. – 208 с.
119. Казначеев, С.В. Современные проблемы синтетической экологии «Синдром полярного напряжения» // Бюллетень СО РАМН. – Новосибирск, 1997. – № 1. – С. 6-10.
120. Как повысить работоспособность. / Под ред. И. С. Берташвили. – М.: Медицина, 1973. – 104 с.
121. Кандрор, И.С. Очерки по физиологии и гигиене человека на Крайнем Севере. – М. – 1968. – 280 с.
122. Касаткин, В. Н. Теории сновидения. – Л.: Медицина, 1983. – 247 с.
123. Карп, В.П. Вычислительные методы анализа в хронобиологии и хрономедицине / В.П. Карп, Г. Катинас. – СПб., –1997. – 115 с.
124. Катинас Г.С. Характеристика биоритмов функционального состояния некоторых тканей при адаптивных реакциях. Германо-советский симпозиум «Хронобиология и хрономедицина». Галле, 1978. –18 с.
125. Катинас, Г.С. Актуальные термины современной хронобиологии / Г.С. Катинас, С.М. Чибисов, Р.К. Агарвал // Здоровье и образование в XXI веке. Журнал научных статей. – 2015. – №1. – С. 16-23. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/582254>

126. Катинас, Г.С. Аналитическая хронобиология. Монография. / Г.С. Катинас, С.М. Чибисов, Г.М. Халаби [и др.]; под ред. С.М. Чибисова. – М.; Бейрут, 2017. – 224 с.
127. Катков, В.Е., Честухин, В.В., Николаенко, Э.М., Румянцев, В.В., Гвоздев, С.В. Центральное кровообращение здорового человека во время 7-суточной антиортостатической гипокинезии и декомпрессии различных областей тела // Космич. биол. и авиакосмич. мед. – 1984. – Т.18, №1. – С. 80-90.
128. Катков, В.Е., Какурин, Л.И., Честухин, В.В., Николаенко, Э.М. Особенности центральной гемодинамики при моделировании эффектов невесомости посредством гипокинезии и иммерсии // Вестник АМН СССР. – 1987. – Т. 6. – С.71-77.
129. Кирнарская, С.В. Проблемы экологической адаптации // Философия средообразования – 2011. – №8. – С. 76-85
130. Клиническая медицина: Научно-практический журнал. Медицинское информационное агентство. – 2014. – №4. – 84 с. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/340120>
131. Князева, Е.Н., Курдюмов, С.П. Основания синергетики. Человек, конструирующий себя и своё будущее. Монография. – М.: УРСС. – 2011. – 264 с.
132. Коваленко, И.А. Патолофизиологический анализ действия на организм невесомости. В кн.: Невесомость. Медико-биологические исследования. – М.: Медицина, 1974. – С. 237-277.
133. Коваленко, Е.А., Гуровский, Н.Н. Гипокинезия. – М.: Медицина, 1980. – 320 с.
134. Ковальзон, В.М. Основы сомнологии. Физиология и нейрохимия цикла бодрствование-сон. М.: «Бином. Лаборатория знаний». – 2011. – 240 с.
135. Ковальзон, В.М., Дорохов В.Б. По поводу нового исчисления времени // Природа. – 2012. – №7. – С. 65-66.

136. Ковальзон, В.М., Дорохов, В.Б. Цикл бодрствование-сон и биоритмы человека при различных режимах чередования светлого и темного периода суток. The journal of scientific articles «Health & education millennium». – 2013. – Том 15, № [1-4]. – С. 151-162.

137. Кожин, А.А. Основы патологии: [учеб. пособие] / Южный федеральный ун-т; А.А. Кожин. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2008. – 256 с. – ISBN 978-5-9275-0425-1. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/637216>

138. Колпаков, В.В., Губин, Г.Д., Хрущев, В.Л. Климатофизиологические аспекты экспедиционно-вахтовой организации труда // Вид и его продуктивность в апреле: Мат. 4-го Всесоюз. совещ. (3-7 апреля 1984 г.). – Свердловск, 1984. – С.65-66.

139. Комаров, Ф.И., Захаров, Л.В., Лисовский, В.А. Суточный ритм физиологических функций у здорового и больного человека. – Л. – 1966. – 200 с.

140. Комарова, О.Н. Интеллектуальные особенности личности как фактор успешности деятельности в особых и экстремальных условиях // Изучение психологических особенностей работников производства в системе профилактики техногенных катастроф: сборник научных статей / Рязань. – 2007. – С. 26-53.

141. Контуры нового низкоуглеродного пути развития. Программа развития ООН. – 2009. – 34 с.

142. Короленко, Ц.П. Психофизиология человека в экстремальных условиях. – Л., Медицина, 1978. – 272 с.

143. Котлевская, Л.Н., Кузнецова, С.А. Циркадные ритмы некоторых показателей гемодинамики у здоровых людей на Севере в разные сезоны года. // Кн.: Циркадные ритмы человека и животных. – Фрунзе: Илим, 1975. – С. 243-246.

144. Кочан, Т.И., Шадрина, В.Д., Потолицина, Н.Н., Есева, Т.В., Кеткина, О.А., Бубнова, Н.С. Комплексная оценка влияния условий севера

на обмен веществ, физиологическое и психоэмоциональное состояние человека // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 3. – С. 106-113.

145. Краплин, Ю.С., Кривецкий, И.М., Волохина, А.Т., Глебова, Е.В. Разработка алгоритма определения профессиональной пригодности персонала, работающего вахтовым методом в условиях Крайнего Севера // Газовая промышленность. – 2015. № 3 (719). – С. 89-92.

146. Кривошеков, С.Г. Биоритмологические маркеры дезадаптации при вахтовом труде на Севере // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2012. – Т. 98, № 1. – С. 57-71.

147. Короленко Ц.П. Психофизиология человека в экстремальных условиях. – Л., Медицина, 1978. – 272 с.

148. Кубасов, Р.В., Лупачев, В.В. Динамика содержания сывороточных иммуноглобулинов у моряков во время арктического рейса // Морская медицина. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 25-29.

149. Лазарус, Р. Теория стресса и психофизиологические исследования // Эмоциональный стресс / Под ред. Л. Леви. – Л.: Медицина, 1970. – С. 178-208.

150. Мазурин, А.В., Григорьев, К.И. Метеопатология у детей. – М.: Медицина. – 1990. – 144 с.

151. Марютина, Т.М. Введение в психофизиологию/ Т.М. Марютина, О.Ю. Ермолаев. – М.: МПСИ: Флинта, 2001. – 271с.

152. Маслобоев, А.В., Быстров, В.В. Концептуальная модель жизнеспособности критических инфраструктур в контексте современной теории безопасности сложных систем. Экономика. Информатика. – 2020. – Т.47. – №3. – С. 555-572.

153. Махутов, Н.А., Ахметханов, Р.С., Резников Д.О. и др. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность и защищенность критически важных объектов. Часть 1. Научные основы безопасности и защищенности критически важных объектов. – М.: МГФ «Знание», 2012.

154. Махутов, Н.А., Резников Д.О. Обеспечение безопасности крупномасштабных критически важных инфраструктур. Управление развитием крупномасштабных систем. MLSD'2013. Москва. – 2013. – С. 180-193.
155. Махутов, Н.А., Резников, Д.О., Петров В.П. Особенности обеспечения безопасности критических инфраструктур. Безопасность в техносфере, Рискология Riskology. – 2014. – №1. – С. 3-14.
156. Медведев, В.И. Психологические реакции человека в экстремальных условиях // Экологическая физиология человека. Адаптация человека к экстремальным условиям среды. – М.: Наука, 1979. – С. 625-672.
157. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике / А.Н. Флейшман. – Новосибирск: Наука. Сиб. Предприятие РАН. – 1999. – 264 с.
158. Мезун, Ю. Адаптация и здоровье на Крайнем Севере. URL: http://www.arctic.org.ru/1998/1_10_98.htm
159. Мишина, Е.А. Сезонная и суточная ритмика параметров функциональных систем организма человека, проживающего на Севере РФ. Диссертация к. биол. н., Сургут, 2007. – 143 с.
160. Моисеева, Н.И., Любицкий, Р.Е. Воздействие гелиофизических факторов на организм человека. – Л.: Наука, 1986. – 136 с.
161. Морозов, А.В., Чебыкина, А.В. Психофизиологические критерии современных здоровьесберегающих технологий // В сборнике: Экологическая педагогика и психология: проблемы, перспективы развития // Материалы ежегодной международной научно-практической конференции. USA: Primedia E-launchLLC, 2014. – С. 90-94
162. Музыка, О.А. Инфуркации в природе и обществе: естественнонаучный и социосинергетический аспект // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 1. – С. 87-91. // www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=26640.

163. Мурза, В.А., Красильщиков, Д.Г. Биоритмы и гигиена. Методические материалы в помощь лектору. - М.: Центральный научно-исследовательский институт санитарного просвещения МЗ СССР, 1978. – 44 с.

164. Мустафин, А.Г. Ультрадианные ритмы интенсивности синтеза РНК и белков в популяциях нейронов разных отделов нервной системы крыс и их взаимоотношения с суточными ритмами транскрипции и трансляции. *Norwegian Journal of development of the International Scienc.* – 2019. – No 31. – С. 3-5.

165. Назаренко, М.А. Канд. диссерт. «Оценка суточной динамики показателей сердечно-сосудистой системы и биологического возраста у женщин, работающих в дневную и ночную смены». ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – 2017. – С. 3. <http://www.tyumsmu.ru/aspirantam/zashhityi-dissertaczij/>

166. Нифонтова, О.Л., Коломиец, С.В., Фомина, Е.В. Адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы у различных категорий населения Хмао-Югры. Ученые записки крымского инженерно-педагогического университета. Биологические науки. – №1. – 2017. – С. 23-25.

167. Нидеккер, И.Г., Федоров, Б.М. Проблема математического анализа сердечного ритма // Физиология человека. – 1993. –Т. 19, № 3. – С. 80-87.

168. Новиков, В.С., Горанчук, В.В., Шустов, Е.Б. Физиология экстремальных состояний. – СПб.: Наука, 1998. – 247 с.

169. Новиков, В.С., Шустов, Е.Б., Горанчук, В.В. Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. – СПб.: Наука, 1998. – 544 с.

170. Новиков, В.С. Принципы оценки и прогнозирования донозологических состояний организма / В.С. Новиков // Проблемы донозологической гигиенической диагностики. Л.: Наука. – 1989. – С. 43-44.

171. Новиков, В.С. Способы оптимизации функционального состояния и работоспособности человека в экстремальных и субэкстремальных условиях / В.С. Новиков, Е.Б. Шустов, А.А. Благинин. СПб. – 2001. – 35 с.
172. Новиков, В.С., Сороко, С.И. Физиологические основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях / В. С. Новиков, С. И. Сороко. – СПб: Политехника-принт, 2017. – 476 с.
173. Оганесян, Г.А., Аристакесян, Е.А., Ватаев, С.И., Камбарова, Д.К., Кузик, В.В., Романова, И.В. Вопросы Эволюции цикла бодрствование-сон. / Г.А. Оганесян [и др.] // Биосфера. – 2013. – №1. – С. 105-131. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/468579>
174. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 24 года: указ Президента РФ от 07.05.2018 №204. <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>
175. Орбели, Л.А. Вопросы эволюционной физиологии. – М.; Л.: Издво АН СССР, 1961. – Т.1. – 456 с.
176. Осадчий, Л.И. Положение тела и регуляция кровообращения. – Л.: Наука, 1982. – 144 с.
177. Павлов, И.П. Полное собрание сочинений. Изд-во АН СССР. – 1951. – Т. 3, Кн. 1. – М.; Л.:– 392 с.
178. Пестов, И.Д., Гератеволь, З. Дж. Невесомость. Основы космической биологии и медицины. – М.: Наука, 1975. – Т.2, кн.1. – С.324-369.
179. Покровский, Б.Л. Эмоциональный стресс // Функциональное состояние летчика в экстремальных условиях / Под ред. В.А. Пономаренко, П.В. Васильева. – М.: Полет, 1994. – С. 273-304.
180. Постановление Правительства РФ от 21.04.2014 г. № 366 «Об утверждении Государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года».
181. Пригожин, И., Стенгерс, И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М., 1986.

182. Прохоров, Б.Б. Показатели качества общественного здоровья как индикаторы устойчивого развития / Устойчивое развитие: ресурсы России. – М.: Издат. центр РХТУ, 2004. – С. 80-104.
183. Рагозин, О.Н., Радыш, И.В., Бреус, Т.К. Геоклиматические факторы и хронопатология северного региона. /в кн.: Хронобиология и хрономедицина /под ред. С.М. Чибисова, С.И. Рапопорта, М.Л. Благоднарова. – Москва.:РУДН, 2018. – С. 134- 166
184. Разумов, А.Н., Долгих, С.В., Кирсанова, А.А., Тягнерев, А.Т., Ковлен, Д.В., Безкишкий, Э.Н., Мосягин, И.Г. Актуальные вопросы медицинской и медико-психологической реабилитации военнослужащих военно-морского флота. Курортная медицина. – 2023. – № 3. – С. 32-40.
185. Родыгина, Ю.К., Соловьев, А.Г., Дерягина, Л.Е. Нейроэндокринные особенности лиц экстремальных профессий в условиях европейского Севера // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. – 2009. – Т. XVI, № 4. – С. 70-72.
186. Рожкова, И.С., Теплый, Д.Л. Особенности ритмической активности белков плазмы крови в эксперименте. Sciences of Europe. – 2018. – 27. – С. 12-14
187. Романов, Ю.А., Чепурнов, С.А., Клевезаль, Г.А. и др. Биологические ритмы. Проблемы космической биологии. – М: Наука, 1980. – т.41. – 319 с.
188. Самутин, К.А. Здоровье населения как составной элемент экономической политики государства // Российское предпринимательство. – 2012. – № 11 (209). – С. 131-136.
189. Сарычев, А.С., Гудков, А.Б., Попова, О.Н. Компенсаторно-приспособительные реакции внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционного режима труда в Заполярье // Экология человека. – 2011. – №3. – С. 7-13.

190. Сарычев, А.С. Характеристика адаптивных реакций организма вахтовых рабочих в условиях Заполярья: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Архангельск, 2011. – 34 с.
191. Сарычев, А.С. Критерии оценки работоспособности у вахтовиков в Заполярье // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2013. № 2. – С. 55-63.
192. Сапрыкина, Н.А. Экологическая адаптация: компенсаторные приемы преобразования пространства обитания // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – №2(55). – С. 17-36.
193. Селье, Г. Стресс без дистресса. М.: Прогресс. – 1979. – 124 с.
194. Селятицкая, В.Г., Хаснулин, В.И., Одинцов, С.В., Юрлова, Л.Л. Особенности дизадаптивных состояний сердечно-сосудистой и эндокринной систем у лиц вахтового труда на Крайнем Севере. // Научный медицинский вестник Югры. – 2006. – № 1. – С. 102-103.
195. Сеченов, И.М. Две заключительные лекции о значении так называемых растительных актов в животной жизни // Мед. вестн. – 1861. – № 26. – С. 237.
196. Симоненко, В.Б., Соловьева, К.Б., Долбин, И.В. Суточное мониторирование артериального давления при диспансерном наблюдении пациентов с факторами сердечно-сосудистого риска в условиях Крайнего Севера // Клиническая медицина. – 2013. – Т. 91, № 10. – С. 38-43.
197. Симонов, В.Н., Бочкарев, М.В., Рагозин, О.Н. Десинхроноз гемодинамических параметров при сменной работе. Ульяновский медико-биологический журнал. – №4. – 2011. – С. 84-89.
198. Симонов, П.В. Мотивированный мозг. – М.: Наука, 1987. – 270 с.
199. Слоним, А.Д. Экологическая физиология животных. – М. – 1971. – 448 с.
200. Соловьев, В.С., Погонышева, И.А., Погонышев, Д.А., Соловьева С.В. Адаптация человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. – Ханты-Мансийск: ООО «Печатное дело», 2010. – 292 с.

201. Сорокин, А.А. Ультраниантные составляющие при изучении суточного ритма. – Фрунзе: Илим. – 1981. – 83 с.

202. Сороко, С.И. Качество жизни населения и социально-экономическое развитие полярных регионов (состояние проблемы и основное содержание программы научных исследований) // Социальные перспективы и экологическая безопасность. Третий Северный социальноэкологический конгресс. – М.: Наука, 2008. – С. 126-133.

203. Сороко, С.И., Лушнов, М.С. Влияние многолетних вариаций космических ритмов на биохимические параметры человека // Физиология человека. – 2004. – Т. 30, № 1. – С. 89-101.

204. Сороко, С.И., Максимов, А.Л., Агаджанян, Н.А., Максимова, И.А., Гичев, Ю.П. Экология человека как комплексная междисциплинарная проблема. / В сб.: Научные аспекты экологических проблем России: Труды Всероссийской конференции. В 2 т. Т. 1/ Под. ред. Ю. А. Израэля. – М.: Наука, 2002. – С. 463-486.

205. Сороко, С.И., Рожков, В.П., Николаев, И.В. Сравнительная оценка показателей гемодинамики мозга у детей аборигенного и пришло-коренного населения Магаданской области // в сб. тр. Человек на Севере: системные механизмы адаптации. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2011.

206. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. URL: government.ru/news/432.

207. Ступаков, Г.П. Работник и стресс: зона ответственности службы персонала / Г.П. Ступаков, С.В. Алешин, С.Н. Зуев, О.А. Косолапов // Служба персонала. – 1998. – №9. – С. 32-35.

208. Суханов, С.Г., Карманова, Л.В. Морфофизиологические особенности эндокринной системы у жителей арктических регионов Европейского Севера России. – Архангельск: Изд-во Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. – 2014. – 107 с.

209. Таранов, А.О., Пучкова, А.Н., Лемешко, К.А., Дорохов, В.Б. Генетические исследования циркадных ритмов работников, занятых операторской деятельностью. Вестник Московского государственного гуманитарного университета им. М.А. Шолохова. Педагогика и психология. 2014. – № 4. – С. 74-83.

210. Труханов, А.И. Коррекция метаболических нарушений у работников газотранспортных предприятий европейского Севера России // Экология человека. – 2006. – № 3. – С. 50-55.

211. Уховский, Д.М., Богословский, М.М., Резванцев, М.В. Особенности системных механизмов адаптации у барометрочувствительных военнослужащих к климатическим условиям Крайнего севера // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2013. – № 1. – С. 48-53.

212. Фатеева, Н.М. Временная организация физиологических систем при адаптации человека к условиям Крайнего Севера и экспедиционно-вахтовому труду. // Северный регион: наука, образование, культура. – 2011. - № 2 (24). – С. 16-20.

213. Фатеева, Н.М. Биоритмологические аспекты здоровья человека в условиях Крайнего Севера при экспедиционно-вахтовой организации труда / Н.М. Фатеева // Здоровье и образование в XXI веке. Журнал научных статей. – 2016. – №6. – С. 77-79. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/513119>

214. Фатеева, Н.М. Биоритмы здорового человека и экспедиционно-вахтовый труд на Севере. WSCHODNIOEUROPEJSKIE CZASOPISMO NAUKOWE. – 2016. – Т.7. – №1. – С. 149-156.

215. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 29.12.2017) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

216. Флейшман, А.Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики. Нелинейные феномены в клинической практике [Текст]. – 2-е изд., испр. Доп. – Новосибирск: Изд-во Си. От-ния Рос. Акад. Наук, 2009. – 194 с.

217. Флейшман, А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике – Новосибирск: Наука: Сиб. Предприятие РАН, 1999. – 264 с.
218. Флейшман, А.Н. Медленные колебания нисходящего нейромышечного контроля при калорической пробе / А.Н. Флейшман, И.Г. Халиулин // «Медленные колебательные процессы в организме человека. Теория. Практика. Применение в клинической медицине и профилактике: сб. науч. Тр. II симп. – Новокузнецк, 1999. – С. 79-87.
219. Хабарова О.В., Руденчик Е.А. Основы новой методики среднесрочного прогноза магнитных бурь. Мат. Межд. семинара «Биологические эффекты солнечной активности» – Пущино-на-Оке. – 2004. – С.10-11
220. Хакен, Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. – М., 1985. – 424 с.
221. Хаснулин, В. И., Хаснулина, А. В. Психоэмоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дизадаптации человека в условиях изменения климата на Севере России // Экология человека. 2012. – № 8. – С. 3-7.
222. Хетагурова, Л.Г. Стресс (хрономедицинские аспекты) / Л.Г. Хетагурова, Л.Т. Урумова, Н.К. Ботоева // Международный журнал экспериментального образования. – 2010. – № 12. – С. 30-31.
223. Хронобиология и хрономедицина /Под ред. С.М. Чибисова, С.И. Раппорта, М.Л. Благоднарова. – Москва: РУДН, 2018. – 828 с.
224. Хрущев, В.Л. Здоровье человека на Севере: Медицинская энциклопедия северянина. – М.: Астра, 1994. – 507 с.
225. Чеснокова, В.Н. Амплитудно-фазовые особенности ритма ЧСС и АД у юношей в сезонной динамике в условиях северного региона. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2010. – №11. – С. 20-29.
226. Чибисов, С.М. Основные аспекты хронофармакологии и хронотерапии // Новая аптека. – 2001. – № 3. – С. 42-49.

227. Чибисов, С.М., Фролов, В.А., Агаджанян, Н.А., Стрелков, Д.Г., Скрылев, Д.С., Романова, Е.Е., Харлицкая, Е.В., Халберг, Ф., Корнелиссен, Ж. Влияние гелиогеофизических факторов на биоритмы человека // Успехи современного естествознания. – М. – № 9. – 2006. – С. 21-27.

228. Чибисов, С.М., Рагульская, М.В. Магнитные бури как естественный фактор эволюционного развития. Современные наукоемкие технологии. – 2008. – №7. – 50 с.

229. Чибисов, С.М., Катинас, Г.С., Рагульская М. В. Биоритмы и Космос: мониторинг космобиосферных связей. – М.: Монография. – 2013. – 442 с.

230. Чижевский, А.Л. Фактор, способствующий возникновению и распространению психозов / А.Л. Чижевский // Рус.-нем. Журнал. – 1928. – №9. – С. 479-518.

231. Шимановская, Я.В., Сарычев, А.С. Исследование компенсаторно-приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы организма нефтяников при различных режимах вахтового труда в Заполярье, как залог сохранения «человеческого капитала» // Человеческий капитал. 2011. – № 1 (25). – С. 135-140.

232. Шопина, О.В., Салтыкова, М.М., Балакаева, А.В., Бобровницкий, И.П. Особенности смертности населения в городах Крайнего Севера (на примере Нижневартовска и Якутска) // Анализ риска здоровью. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь. – 2021. – С. 189-200.

233. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 259 с.

234. Экология человека: Словарь-справочник / Авт.-сост. НА Агаджанян, ИБ Ушаков, ВИ Торшин и др.; под. общ.ред. Н.А. Агаджаняна. М.: ММп «Экоцентр», издательская фирма «КРУК». – 1997. – 208 с.

235. Экология человека в изменяющемся мире /колл. авторов. –Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 573 с.
236. Энтропия для оценки состояния организма человека. <http://www.market-journal.com/voprosiupravleniya/17.html>
237. Abbot, B.B. Predictable and unpredictable shock: Behavioral measures of aversion and physiological measures of stress / B.B. Abbot, L.S. Schoen, P. Badia // Psychological Bulletin. – 1984. – P. 45-71.
238. Adshead, D., Thacker, S., Fuldauer, L.I., Hall, J.W. Delivering on the sustainable development goals through long-term infrastructure planning. Global Environ. Change. – 2019. – Vol. 59. – p. 101975. 10.1016/j.gloenvcha.2019.101975
239. Agadzhanian, N.A., Baevsky, R.M., Berseneva, A.P. The study of health and problems of adaptation (theory and practice of valeological research). – M., Stavropol, 2000. – 204 p.
240. Ahmadov, A.K. Oil, democracy, and context Comparat. Politic. Stud. – 2014. – Vol. 47. – pp. 1238-1267
241. Akerstedt, T. Shift work and disturbed sleep/wakefulness. Sleep Medicine Reviews. – 1998. – Vol. 2. – pp 117-128.
242. Akerstedt, T., Peters, B., Anund, A., Kecklund, G. Impaired alertness and performance driving home from the night shift: a driving simulator study. J. Sleep Res. – 2005. – Vol. 14 (1). – pp. 17-20. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2004.00437.x>.
243. Akerstedt, T., Wright Jr., K.P. Sleep loss and fatigue in shift work and shift work disorder. Sleep Med. Clin. – 2009. – Vol. 4(2). – pp. 257-271. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2009.03.001>.
244. Amann, U., Holmes, A., Caldwell, J., Hilditch, C. Sleep and sleepiness of pilots operating long-range airplane emergency medical missions. Aviat Space Environ. Med. – 2014. – 85 (9). – pp. 954-959. <https://doi.org/10.3357/ase.3986.2014>.

245. Alloy, L. Illusion of control: Invulnerability to negative affect and depressive symptoms after laboratory and natural stressors / L. Alloy, C. Clements // *Journal of Abnormal Psychology*. – 1992. – No 101. – pp. 234-245.
246. Argyroudis, S.A., Mitoulis, S.A., Hofer, L., Zanini, M.A., Tubaldi, E., Frangopol, D.M. Resilience assessment framework for critical infrastructure in a multi-hazard environment: case study on transport assets. *Sci. Total Environ.* – 2020. – Vol. 714. – p. 136854. 10.1016/j.scitotenv.2020.136854
247. Arond, E., Bebbington, A., Dammert, J.L. NGOs as innovators in extractive industry governance. Insights from the EITI process in Colombia and Peru *Extract. Ind. Soc.* – 2019. – Vol. 6. – pp. 665-674
248. Aschoff, J. Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. *Cold Spring Harbor Symp Quant Biol.* – 1960. – V. 25. – pp. 11-28.
249. Aschoff, J. The phase-angle difference in circadian periodicity. In *Circadian Clocks*, J, Aschoff. – Amsterdam: North Holland Publishing. – 1965. – pp. 262-276.
250. Aven, T., Renn, O. Risk governance: an overview. *Risk Management and Governance*, Springer, Berlin Heidelberg. – 2010. – pp. 49-66.
251. Baevsky, R.M., Ivanov, G.P., Chireykin, L.V., Gavrilushkni, A.P., Dovgalevsky, P.Yakushkin, Yu.A., Mironova, T.F., Prilutsky, D.A., Semenov Yu.N., Fedorov V.F., Fleshman A.N., Medvedev MM. Analysis of heart rate variability using different cardiographic systems. // *Bulletin of arrhythmology*. – 2001. – № 24. – p. 65-87.
252. Baker, A., Heiler, K., Ferguson, S. The impact of roster changes on absenteeism and incident frequency in an Australian coal // *Occupational and Environmental Medicine*. – 2003. – Vol. 60. – pp. 43-49.
253. Bandura, A. Catecholoraine secretion as a function of perceived coping self-efficacy / A. Bandura [et al.] // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1985. – №53. – pp. 406-414.

254. Bannai, A., Tamakoshi, A. The association between long working hours and health: a systematic review of epidemiological evidence // *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. – 2014. – Vol. 40. – pp. 5-18.
255. Barger, L., Ogeil, R., Drake, C.L., O'Brien, C., Ng, K.T., Rajaratnam, S. Validation of a questionnaire to screen for shift work disorder. *Sleep*. – 2012. – Vol. 35(12). – pp.1693-1703. <https://doi.org/10.5665/sleep.2246>.
256. Barger, L.K., Lockley, S.W., Rajaratnam, S.M., Landrigan, C.P. Neurobehavioral, health, and safety consequences associated with shift work in safety-sensitive professions. *Curr. Neurol. Neurosci. Rep.* – 2009. – Vol. 9(2). – pp. 155-164. <https://doi.org/10.1007/s11910-009-0024-7>.
257. Bashkireva, T., Bashkireva, A., Severin, A., Morozov, A. Problems of psychophysiological status of human capital in the cyclic conditions of Arctic IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 302. – 2019. – 012074 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/302/1/012074 Bartone, P. US Soldiers remain healthy under Gulf War stress / P. Bartone [et al.] // 4th annual convention of the American Psychological Society. - San Diego. – 1992.
258. Becker, H.C. Alcohol withdrawal: neuroadaptation and sensitization // *CNS Spectrums*. – 1999. – No 4. – pp. 38-65.
259. Berseneva, I.A., Bersenev, E.Yu., Borodina, I.Yu. Age features of the vegetative regulation of heart rhythm in schoolchildren and their importance for improving the pedagogical process. *Proceedings of the VIII International Symposium "Ecological and physiological problems of adaptation."* – M., 1998. – pp. 50-51.
260. Bingham, C., Arbogast, B., Cornelissen, G. et al. Inferential statistical methods for estimating and comparing cosinor parameters // *Chronobiologia*. – 1982. – V. 9 (4). – P. 397-439.
261. Sebastien Boyer, Lucas He'rrissant, Gavin Sherlock Adaptation is influenced by the complexity of environmental change during evolution in a dynamic environment. *PLOS Genetics*. – 2021. – pp. 1-27.

262. Bolger, N. Effects of daily stress on negative mood /N. Bolger [et al.] // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1989. – №57. – pp. 808-818.
263. Borisenkov, M.F. Fiziologija cheloveka. Human physiology. – 2010. – V.36, N3. – P. 117-122.
264. Bonnet, M.H. Arand, D.L. Clinical effects of sleep fragmentation versus sleep deprivation. *Sleep Med Rev*. – 2003. – Vol. 7. – pp. 297-310.
265. Bourdouxhe, M., Toulouse, G. Health and safety among film technicians working extended shifts // *Journal of Human Ergology*. – 2001. –Vol. 30(1/2). – pp. 113-118.
266. Brodsky. V. Y. Rhythm of protein synthesis and other circadian oscillations / V. Y. Brodsky, D. Lloyd, E. Rossi. // *Ultradian rhythms in life processes*. – L.: Springer. – 1992. – pp. 23-40.
267. Brough, P., O'Driscoll, M. Work-family conflict and stress // In A.S.G. Antoniou and C. L. Cooper (Eds.), *Research Companion to Organizational Health Psychology*. Cheltenham, UK. – 2005. – pp. 346-365.
268. Brown, J.D. The cost of good fortune: When positive life events produce negative health consequences / J.D. Brown, K.L. McGill// *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1989. – No. 57. – pp. 1103-11110.
269. Buhr, E.D. Yoo, S.H., Takahashi, J.S. Temperature as a universal resetting cue for mammalian circadian oscillators // *Science*. – 2010. – Vol. 330. – pp. 379-85.
270. Burgueno, A., Gemma, C., Gianotti, T.F., Sookoian, S., Pirola, C.J. Increased levels of resist in rotating shift workers: a potential mediator of cardiovascular risk associated with circadian misalignment // *Atherosclerosis*. –2010. – Vol. 210. – pp. 625-629.
271. Burgess, H.J. Evening ambient light exposure can reduce circadian phase advances to morning light independent of sleep deprivation // *J. Sleep Res*. –2012. DOI: 10.1111/j.1365-2869.2012.01042.x

272. Burgess, H.J., Legasto, C.S., Fogg, L.F., Smith M.R. Can small shifts in circadian phase affect performance? // *Applied Ergonomics*. – 2013. – Vol. 44. – pp. 109-111.
273. Caldwell, J.A., Caldwell, J.L., Thompson, L.A., Lieberman, H.R. Fatigue and its management in the workplace. *Neurosci. Biobehav. Rev.* – 2019. – Vol. 96. – pp. 272-289. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.10.024>.
274. Carlson, D.S., Kacmar, K.M., Williams, L.J. Construction and validation of a multidimensional measure of time-based work-family conflict // *Journal of Vocational Behaviour*. – 2000. – Vol. 56. – pp. 249-276.
275. Chellappa, S.L., Morris, C.J. and other. Effects of circadian misalignment on cognition in chronic shift workers. *Sci. Rep.* – 2019. – Vol. 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36762-w>.
276. Chloe E. Wilson, Jacob J. Crouse, Joanne S. CarpenterIan, Hickie B. The circadian component of mood disorders: the sleep-wake cycle, biological rhythms, and chronotherapeutics. *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*. – 2021. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822963-7.00147-X>
277. Cohen, S. Stress and infectious disease / S. Cohen, G. Williamson // *Psychological Bulletin*. – 1991. – No. 109. – pp. 5-24.
278. Cohen, S. Psychological stress and susceptibility to the common cold / S. Cohen, D. Tyrrell, A. Smith // *The New England Journal of Medicine*. – 1991. – No. 325. – pp. 606-612.
279. Cohen, S. Psychological testing & assessment / S. Cohen [et al.]. Mountain View, CA: Mayfield. – 1992.
280. Cohen, S. Issues in the study and application of social support / S. Cohen, S.L. Syme // *Social support and health* / Ed. by S. Cohen, S.L. Syme. – N. Y.: Academic Press, 1985.
281. Cooper, M. Stress and alcohol use: Moderating effects of gender, coping and alcohol expectancies / M. Cooper [et al.] // *Journal of Abnormal Psychology*. – 1992. – No. 101. – pp. 139-152.

282. Complex for the analysis of heart rate variability. Varicard JIMNZ. 941111.001 PS. – 2018.
283. Conde, M., Le Billon, P. Why do some communities resist mining projects while others do not? Extract. Ind. Soc. – 2017. – Vol. 4. – pp. 681-697.
284. Costa, G. Shiftwork and occupational medicine: An overview. // Occupational Medicine. – 2003. – Vol. 53(2). – pp. 83-88.
285. Cottrell, M.A., Galea, O.A., O'Leary, A.J., Hill, P.S, Russell, T.G. Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: a systematic review and meta-analysis ClinRehabil. – 2017. – Vol. 31. – pp. 625-638
286. Coumans, C. Minding the “Governance Gaps”: re-thinking conceptualizations of host state “Weak Governance” and Re-focussing on home state governance to prevent and remedy harm by multinational mining companies and their subsidiaries Extract. Ind. Soc. – 2019. – Vol. 6. – pp. 675-687
287. Coyne, J. C., Lazarus, R.S. Cognitive style, stress perception and coping // Kutash I.L., Schlesinger L.B. (Eds) Handbook on stress and anxiety. – 1980. – pp. 144-158.
288. Crakes, J. Circadian Rhythms: The "Right" Time // Track Technique, summer. – 1986. – pp. 3071-3072.
289. Critical Thinking: Moving from Infrastructure Protection to Infrastructure Resilience. Critical Infrastructure protection Program. Discussion Paper Series. George Masson University. – 2007. – 109. – P. 3.
290. Czeisler, C.A., Wickwire, E.M., Barger, L.K., Dement, W.C., Gamble, K., Hartenbaum, N., et al. Sleep-deprived motor vehicle operators are unfit to drive: a multidisciplinary expert consensus statement on drowsy driving. Sleep Health. – 2016. – Vol. 2(2). – pp. 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2016.04.003>.
291. Dalakas, M.C., Mock, V., Hawkins, M.J. Fatigue: definitions, mechanisms, and paradigms for Study // Seminars in Oncology. – 1998. – Vol. 25. – pp. 48-53.

292. Danel, D., Libersa, C., Touitou, Y. The effect of alcohol consumption on the circadian control of human core body temperature is time dependent // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* – 2001. – Vol. 281. – No. 1. – pp. 52-55.
293. Danel, T., Touitou, Y. Alcohol, chronobiology and sleep // Article in *French. Pathol. Biol. (Paris)*. – 2001. – No. 49(9). – pp. 726-731.
294. Danel, T., Touitou, Y. Chronobiology of alcohol: from chronokinetics to alcohol-related alterations of circadian system // *Chronobiol Int.* – 2004. – No. 21(6). – pp. 923-935.
295. Darke, S. Effects of anxiety on inferential reasoning task performance // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1988. – №55. – P. 499-505.
296. da Silva RAPC: Sleep disturbances and mild cognitive impairment: a review. *Sleep Sci.* – 2015. – Vol. 8. – pp. 36-41.
297. Davis, K.M., Wu, J.Y. Role of glutaminergic and GABAergic systems in alcoholism // *J. Biomed. Sci.* – 2000. – Vol. 8. – pp. 7-19.
298. Dawson, D., Darwent, D., Roach, G. How should a bio-mathematical model be used within a fatigue risk management system to determine whether or not a working time arrangement is safe? *Accid. Anal. Prev.* – 2017. – Vol. 99. – pp. 469-473. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.11.032>.
299. Daisuke Ikazaki A Human Capital Based Growth Model with Environment and Corruption // *Journal of Economic Structures*. – 2014. – Vol. 3(10). <https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/>
300. De Longis, A. The impact of daily stress on health and mood: Psychological and social resources as mediators / A. DeLongis, S. Folkman, R.S. Lazarus // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1988. – № 54. – pp. 486-495.
301. DHS NIPP. Partnering for Critical Infrastructure Security and Resilience. Department of Homeland Security, USA. – 2013.
302. Di Milia, L. A longitudinal study of the compressed workweek // Comparing sleep on a weekly rotating 8-h shift system to a faster rotating 12-h

system // International Journal of Industrial Ergonomics. – 1998. – Vol. 21. – pp. 199-207.

303. Directive 2008/114/EC. The identification and designation of European critical infrastructures and the assessment of the need to improve their protection. European Parliament, Council of the European Union. – 2008. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/114/oj>.

304. Earle, J. Managing the social cost of shiftwork on the employee's family and social environment // Paper presented at the Best Practice Rostering and Shiftwork Conference. Sydney. – 2001.

305. Eastman, C.I., Stewart, K.T., Weed, M.R. Evening alcohol consumption alters the circadian rhythm of body temperature // Chronobiology Int. – 1994. – № 11. – pp. 141-142.

306. Eby, L.T., Casper, W.J., Lockwood, A., Bordeaux, C., Brinley, A. Work and family research in IO/OB: Content analysis and review of the literature (1980- 2002). Journal of Vocational Behavior. – 2005. – Vol. 66. – pp. 124-197.

307. Engwicht, N., Grabek, J. A human security perspective on natural resource governance: what makes reforms effective? South African J. Int. Affairs. – 2019. – Vol. 26. – pp. 185-207.

308. Environmental Justice and Environmentalism/ Ronald Sandler, Phaedra C. Pezzullo. The MIT Press. – 2007.

309. Eva S. Schernhammer, Yin Zhang, Elizabeth E. Devore. Sleep Disturbances and Misalignment in Cancer. Encyclopedia of Cancer (Third Edition). – 2019. – pp. 395-402. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.65160-7>

310. Ehlers, C., Frank, E., Kupfer, D. Social zeitgebers and biological rhythms //Arch Gen Psychiat. – 1988. – Vol. 45. – pp. 52-948.

311. Gibbs, M., Hampton, S., Morgan, L., Arendt, J. Adaptation of the circadian rhythm of 6-sulphatoxymelatonin to a shift schedule of 7 nights followed by 7 days in offshore oil rig workers. Neuroscience Letters. – 2002. – 325. – pp. 91-94.

312. Faisal J. Alibhai, Jonathan LaMarre, Cristine J. Reitz, Elena V. Tsimakouridze, Jeffrey T. Kroetsch, Steffen-Sebastian Bolz, Alex Shulman, Samantha Steinberg, Thomas P. Burris, Gavin Y. Oudit, Tami A. Martino Disrupting the key circadian regulator CLOCK leads to age-dependent cardiovascular disease. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*. – 2017. – Vol. 105 (2). – pp. 4-27 <http://dx.doi.org/10.1016/j.yjmcc.2017.01.008>

313. Felknor, S.A., Schulte, P.A., Schnorr, T.M., Pana-Cryan, R., Howard, J., 2019. Burden, need and impact: an evidence-based method to identify worker safety and health research priorities. *Ann. Work Expo. Health*. – Vol. 63(4). – pp. 375-385. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxz011>.

314. Ferguson, S., Kennaway, D., Baker, A., Lamond, N., Dawson, D. Sleep and circadian rhythms in mining operators: limited evidence of adaptation to night shifts. *Appl. Ergon.* – 2012. – Vol. 43 (4). – pp. 695-701. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.11.003>.

315. Fleishman, A.N. Slow hemodynamic oscillations. Theory, practical application in clinical medicine and prevention. Novosibirsk, Science. – Sib. Enterprise RAS, 1999. – 264 p.

316. Fleishman, A.N. Heart rate variability and slow hemodynamic fluctuations: non-linear phenomena in clinical practice. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2009. – 194 p.

317. Fisher, S.P., Foster R.G., Peirson S.N. The circadian control of sleep // *Circadian Clocks (Handbook of Experimental Pharmacology. V. 217)* / Eds. Kramer A., Mellow M. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg. – 2013. – pp. 157-183.

318. Folkman, S. Personal control and stress and coping processes: A theoretical analysis // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1964. – Vol. 46, № 4. – pp. 839-852.

319. Folkman, S., Schaefer, C., Lazarus, R. Cognitive processes as mediators of stress and coping // *Varbur-ton approach* / Ed. V. Hamilton. – N.Y.: Willey, 1979. – pp. 311-325.

320. Folkman, S., Lazarus, R.S. An analysis of coping in a middle age community sample // *Journal of Health and Social Behavior*. – 1980. – Vol. 21. – pp. 219-239.
321. Folkman, S. Manual for the ways of coping questionnaire / S. Folkman, R. Lazarus. – Palo Alto, CA; Consulting Psychologist Press. – 1988.
322. Fonzi, S., Solinas, G., Costelli, P. Melatonin and cortisol circadian secretion during ethanol withdrawal in chronic alcoholics // *Chronobiologia*. – 1994. – Vol. 21. – pp. 109-112.
323. Franchina Luisa, Inzerilli Giulia, Scatto Enrico, Calabrese, Lucariello Andrea, Brutti Giulia, Roscioli Priscilla. Passive and active training approaches for critical infrastructure protection. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. – 2021. – Vol. 63. – P. 102461 <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102461>
324. Gaillard, A.W. Comparing the concepts of mental load and stress // *Ergonomics*. – 1993. – V. 36, N9. – pp. 991-1005.
325. Galea, M.D. Telemedicine in rehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. – 2019. – Vol. 30. – pp. 473-483.
326. Gallyamova, E.V., Kildebekova, R.N., Mingazova. L.R. The state of health of young people in a large industrial city // *Modern medicine: current issues: Coll. Art. on mater. XII international scientific-practical conf.* – Novosibirsk: SibAK, 2012.
327. Ganellen, R.J. Hardiness and social support as moderators of the effects of life stress / R.G. Ganellen, P.H. Blaney // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1984. – № 47. – pp. 156-163.
328. Ganesan, S., Magee, M., Stone, J.E., Mulhall, M.D., Collins, A., Howard, M.E., et al. The impact of shift work on sleep, alertness and performance in healthcare workers. *Sci. Rep.* – 2019. – Vol. 9 (1). – P. 4635. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40914-x>.
329. Gatchel, R.I. An introduction to health psychology / R.I. Gatchel, A. Baum, D.S. Krantz. – 2nd ed. – N. Y.: Random House. – 1989.

330. Gephine, S., Le Rouzic, O., Machuron, F., Wallaert, B., Chenivesse, C., Saey, D., Maltais, F., Mucci, P., Grosbois, JM. Long-Term Effectiveness of a Home-Based Pulmonary Rehabilitation in Older People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Retrospective Study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* – 2020. – Vol. 15. – pp. 2505-2514.
331. Gibbs, M., Hampton, S., Morgan, L., Arendt, J. Adaptation of the circadian rhythm of 6-sulphatoxymelatonin to a shift schedule of 7 nights followed by 7 days in offshore oil rig workers. *Neuroscience Letters.* –2002. Vol. 325. – pp. 91-94.
332. Gibbs, M., Hampton, S., Morgan, L., & Arendt, J. (2007). Predicting circadian response to abrupt phase shift: 6-sulphatoxymelatonin rhythms in rotating shift workers offshore. *Journal of Biological Rhythms.* – 2007. – Vol. 22(4). – pp. 368-370. <https://doi.org/10.1177/0748730407302843>
333. Glass, D. Depression, control, and burnout in hospital nurses / D. Glass, D. McKnight H. Valdemarsdottir // *Journal of Consulting and Clinical Psychology.* – 1993. – № 61. – pp. 147-155.
334. Glickman, G. Circadian rhythms and sleep in children with autism. *Neurosci Biobehav Rev.* – 2010. – Vol. 34. – pp. 755-768.
335. Goplerud, E.N. Social support and stress during the first year of graduate school // *Professional Psychology.* – 1980. – №11. – pp. 283-290.
336. Grosbois, J.M., Gicquello, A., Langlois, C., Le Rouzic, O., Bart, F., Wallaert, B., Chenivesse, C. Longterm evaluation of home-based pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* – 2015. – Vol. 10. – pp. 2037-2044.
337. Grosbois J-Marie, Gephine, S., Rouzic, O.L., Chenivesse, C., Feasibility, safety and effectiveness of remote pulmonary rehabilitation during COVID-19 pandemic, *Respiratory Medicine and Research.* – 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resmer.2021.100846> (date of the application 30.10.2021)
338. Haimes, Y. On the Definition of Vulnerabilities in Measuring Risks to Infrastructures Risk Analysis. – 2006. – Vol. 26. – No.2.

339. Hancock, P.A. A dynamic model of stress and sustained attention // Hyman factors. – 1989. – V.31; N5. – pp. 519-537.
340. Hang Xiao, Jialu You. The Heterogeneous Impacts of Human Capital on Green Total Factor Productivity: Regional Diversity Perspective <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2021.713562/full>
341. Harrington, J.M. Health effects of shift work and extended hours of work // Journal of Occupational and Environmental Medicine. – 2001. – Vol. 58. – pp. 68-72.
342. Haus, E., Smolensky, M. Biological clocks and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects // Cancer Causes Control. – 2006. – Vol. 17. – pp. 480-500.
343. Heruyono, A, Herdiansyah, H. and Putri, L.G.S. Environmental ethics perspective in fostering environmental awareness in the Bandung eco-camp community. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2021. – Vol. 802 (1). – pp. 012050 DOI:10.1088/1755-1315/802/1/012050
344. Hirota, T., Lee, J.W., Lewis, W.G., Zhang, E.E., Breton, G., et al. High-throughput chemical screen identifies a novel potent modulator of cellular circadian rhythms and reveals CKI α as a clock regulatory kinase // PLoS Biol. – 2010. – Vol. 8. No. 12. – e1000559.
345. HM Government. National Security Strategy and Strategic Defence and Security Review 2015. A Secure and Prosperous United Kingdom, HM Government, ISBN: 9781474125963. – 2015.
346. Hobfoll, S. Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress // American psychologist. – 1988. – V. 44. – pp. 513-524.
347. Holmes, T.H., Rahe, R.H. the Social Readjustment Rating Scale // J. Psychosom. Res. – 1967. – Vol. 11. – pp. 213-218.
348. Hollnagel, E. From protection to resilience: Changing views on how to achieve safety. 8-th International Symposium of the Australian Aviation Psychology Association, Australia. – 2008.

349. Horne, J., Ostberg, O. A Self-Assessment Questionnaire to Determine Morningness-Eveningness in Human Circadian Rhythms // International J. of Chronobiology, London, England: Gordon and Breach Science Publishers Ltd. – 1976. – Vol. 4. – pp. 97-110.
350. House, J.S. Social relationships and health / J.S. House, K.R. Landis, D. Umberson // Science. – 1988. – № 241. – pp. 540-545.
351. Imran Mujawar, Jennifer Leng, Nicole Roberts-Eversley, Bharat Narang, Soo Young Kim, Francesca Gany. Sleep behavior of New York City taxi drivers compared to the general US population. Journal of Transport & Health. – 2021. – Vol. 22. – P. 101237. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101237>
352. IRGC Guidelines for the Governance of Systemic Risks. International Risk Governance Center (IRGC), Lausanne. – 2018.
353. Irurzun I. María, Mola Elías Heart Rate Variability: A View from Chaos Theory. LAP LAMBERT, Academic Publishing. – 2015. – 60 p.
354. Iskra-Golec, I., Folkard, S., Marek, T., Noworal, C. Health, well-being and burnout of ICU nurses on 12 and 8 hour shifts. Work and Stress. – 1996. – Vol. 10. – pp. 251-256.
355. Jackson, S.E., Zedeck, S., Summveers, E. Family life disruptions: Effects of job-induced and emotional interference. Academy of Management Journal. – 1985. – Vol. 28 (3). – pp. 574-586.
356. James, S., Honn, K., Gaddameedhi, S., Van Dongen, H. Shift work: disrupted circadian rhythms and sleep-implications for health and well-being. Curr. Sleep Med. Rep. – 2017. – Vol. 3 (2). – pp. 104-112. <https://doi.org/10.1007/s40675-017-0071-6>.
357. Janpeter Schilling. Almut Schilling-Vacaflor, Riccarda Flemmer, Rebecca Froese. The Extractive Industries and Society. – 2020 <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.10.009>
358. Jensen, M. Control beliefs, coping efforts, and adjustment to chronic pain / M. Jense P. Karoly // Journal of Consulting and Clinical Psychology. – 1991. – № 59. – pp. 431-438.

359. Jing Lan, Alistair Munro. Environmental Compliance and Human Capital: Evidence from Chinese Industrial Firms, National Graduate Institute for Policy Studies 7-22-1 Roppongi, Minato-ku, Tokyo, Japan. – 2012. – pp. 106-8677.
360. Johnson, S.L. Life events in bipolar disorder: Towards more specific models. Clin Psychol Rev. – 2005. – Vol. 25. – pp. 27-1008.
361. Johnson, S.L., Miller, I. Negative life events and time to recovery from episodes of bipolar disorder // Abnormal Psychol. – 1997. – Vol. 106 (3). – pp. 449-457.
362. Jones, P.W. St George's Respiratory Questionnaire: development, interpretation and use Text // Eur. Respir. Rev. – 2002. – Vol. 12(83). – pp. 63-64.
363. Joshua Graff Zivin and Matthew Neidell Environment, Health, and Human Capital // Journal of Economic Literature. – 2013. – Vol. 51, No. 3. – pp. 689-730. <https://www.jstor.org/stable/23644825>
364. Keenan, M., März, W., Halberg, F. Automatic 7-day monitoring of human blood pressure (BP) in health. J Minn Acad Sci. – 1986. – №51. – p. 14.
365. Kerkhof, G.A. Shift work and sleep disorder comorbidity tend to go hand in hand. Chronobiol. Int. – 2018. – Vol. 35 (2). – pp. 219-228. <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1392552>
366. Kilova Kristina, Kitova Tanya, Kasnakova Petya Health Policy and Technology. – 2021. – Vol. 10. – Issue 2. – P. 100508 <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2021.100508>
367. Knox, L., Dunning, M., Davies, C.A., Mills-Bennet, R., Sion, T.W., Phipps, K., Stevenson, V., Hurlin, C., Lewis, K. Safety, feasibility, and effectiveness of virtual pulmonary rehabilitation in the real world. Int J ChronObstructPulmonDis. – 2019. – Vol. 14. – pp. 775-780.
368. Kolbe Laura, Abhishek Jaywant, Alka Gupta, W. Michael Vanderlind, Gina Jabbour General Hospital Psychiatry. – 2021, – Vol. 71. – pp.76-81
369. Kruse, C.S, Krowski, N., Rodriguez Tran B.L. Vela J Brooks Telehealth and patient satisfaction: a systematic review and narrative analysis BMJ Open. – 2017. – Vol. 7(8). – P. 016242

370. Kundi, M., Koller, M., Stefan, H., Lehner, L., Kaindlstorfer, S., Rottenbacher, S. Attitudes of nurses towards 8-h and 12-h shift systems. *Work and Stress*. – 1995. – Vol. 9. – pp. 134-139.
371. Landgraf, D., Shostak, A., Oster, H. Clock genes and sleep // *Pflugers Arch. Eur. J. Physiol.* – 2012. – Vol. 463. – P. 3-14.
372. Langdon, R.R., Biggs, H.C., Rowland, B. Australian fly-in, fly-out operations: impacts on communities, safety, workers and their families. *Work*. – 2016. – Vol. 55 (2). – pp. 413-427.
373. Lara, E., Caballero, F.F., Rico-Urbe, L.A., Olaya, B., Haro, J.M., Ayuso-Mateos, J.L. et al. Are loneliness and social isolation associated with cognitive decline? *Int J Geriatr Psychiatry*. – 2019. – Vol. 34 (11). – pp. 1613-1622, 10.1002/gps.5174
374. Laslo, E. The age of Bifurcation. Understanding the changing world. – 1991. <https://gtmarket.ru/laboratory/basis/454> (дата обращения 25.12.2019).
375. Lazarus, R.S. The principle of short-circuiting of threat: Further evidence / R.S. Lazarus [et al.] // *Journal of Personality*. – 1965. – №33. – pp. 622-635.
376. Lazarus, R.S., Folkman, S. Coping and adaptation // W.D. Gentry (Eds) // *The Handbook of Behavior Medicine*. N.-Y.: Guilford. – 1984. – pp. 282-325.
377. Lazarus, R.S. Stress, appraisal and coping / R.S. Lazarus, S. Folkman. N.-Y.: Springer. – 1984.
378. Lazarus, R.S. Psychological stress and the coping process. – N.Y.: McGraw-Hill. – 1996.
379. Leah Peleg, Alexander Zvulunov, Israel E Ashkenazi. Genetic control of biological rhythms: Independent expression of each rhythm parameter. *Life Sciences*. – 1995. – V. 56, Issue 13. – pp. 1143-1149.
380. Lejoyeux, M., Solomon, J., Ades, J. Benzodiazepine treatment for alcohol – dependent patient // *Alcohol and Alcohol*. – 1998. – № 33 (6). – pp. 563-575.

381. Leonard, C., Fanning, N., Attwood, J., Buckley, M. The Effect of fatigue, sleep deprivation and onerous working hours on the physical and mental wellbeing of pre-registration house // Israel Journal of Medical Science. – 1998. – Vol. 167. – pp. 21-25.
382. Leproult, R., Holmback, U., Van Cauter, E. Circadian misalignment augments markers of insulin resistance and inflammation, independently of sleep loss // Diabetes. – 2014. – Vol. 63. pp. 1860-1869.
383. Lerman, S.E., Eskin, E., Flower, D., George, E., Gerson, B., Hartenbaum, N., et al. Fatigue risk management in the workplace. J. Occup. Environ. Med. – 2012. – Vol. 54 (2), – pp. 231-258. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e318247a3b0>
384. Lim, A.S.P., Chang, A.-M., Shulman, J.M. et al. A common polymorphism near PER1 and the timing of human behavioral rhythms // Ann. Neurol. – 2012. – Vol. 72. – pp. 324–334
385. Loudoun, R.J., Bohle, P.L. Work/non-work conflict and health in shiftwork: Relationship with marital status and social support // International Journal of Occupational and Environmental Health. – 1997. – Vol. 3(2). –pp.71-77.
386. Low Adrian, McCraty Rollin, McKiernan. Effects of Workplace Stress on Employee's Heart Rate Variability. Scholar's Press. – 2018. – 180 p.
387. Manoogian, E.N.C., Leise, T.L., Bittman, E.L. Phase Resetting in Duper Hamsters: Specificity to Photic Zeitgebers and Circadian Phase. //J. Biol. Rhythms. – 2015. – Vol. 30. № 2. – pp. 129-143.
388. Maslach, C. Burnout in health professionals: A social psychological analysis / C Maslach, S. Johnson // Social psychology of health & illness. Hillsdale / Ed. by G. Sanders, J. Suls. -N. J.: Lawrence Erlbaum Associate. – 1982. – pp. 227-251.
389. McCloskey, B., Zumla, A., Ippolito, G., et al. Mass gathering events and reducing further global spread of COVID-19: a political and public health dilemma Lancet. – 2020. – Vol. 395(10230). – pp. 1096-1099

390. Mello, T., Ceni, E., Surrenti, C., Galli, A. Alcohol induced hepatic fibrosis: role of acetaldehyde // *Mol. Aspects Med.* – 2008. – Vol. 29. – № 1–2. – pp. 17-21.
391. Milczarek, R., Hallmann, A., Sokołowska, E., Kaletha, K., Klimek, J. Melatonin enhances antioxidant action of alpha-tocopherol and ascorbate against NADPH- and iron-dependent lipid peroxidation in human placental mitochondria // *J Pineal Res.* – 2010. – Vol. 49 (2). – pp. 149-155.
392. Millar-Craig M., Bishop C., Raftery E. Circadian variation of blood pressure. *Lancet.* – 1978. – 1(8068). – pp. 795-797.
393. Miller, G. Tyler. Environmental science: working with the Earth. – 9th ed. – Pacific Grove, CA. XXI. – 1931. – Vol. 542. – P. 43.
394. Ministerial Declaration on “Health, Environment and Climate Change” <https://www.who.int/globalchange/mediacentre/events/Ministerial-declaration-EN.pdf>
395. Mistlberger, R.E. Circadian regulation of sleep in mammals: Role of the suprachiasmatic nucleus // *Brain Research Reviews.* – 2005. – Vol. 49. – pp. 429-454.
396. Monecke, S., Sage-Ciocca, D., Wollnik, F., Pevet, P. Photoperiod Can Entrain Circannual Rhythms in Pinealectomized European Hamsters // *J. Biol. Rhythms.* – 2013. – Vol. 28. № 4. – pp. 278-290.
397. Monk, T.H., Kupfer, D.J., Frank, E., Ritenour, A.M. The Social Rhythm Metric (SRM): Measuring daily social rhythms over 12 weeks. *Psychiat Res.* – 1991. – Vol. 36. – pp. 195-207.
398. Moos, R.H., Billings, A.C. Conceptualizing and measuring coping resources and processes // L. Goldenberg, S. Breznits (Eds) / *Handbook of Stress.* – N.-Y., 1982. – pp. 212-230.
399. Morgan, M.G., et al. Terrorism and the electric power delivery system. National Academy of Sciences, Washington DC. – 2012. – Vol. 10 (17226). – P. 12050.

400. Morin, L.P., Allen, C.N. The circadian visual system, 2005 // *Brain Res. Rev.* – 2006. – Vol. 51. – pp. 1-60
401. MSB. Action Plan for the Protection of Vital Societal Functions & Critical Infrastructure. Swedish Civil Contingencies Agency (MSB, 2014), Karlstad, ANZCTC, 2015. National Guidelines for Protecting Critical Infrastructure from Terrorism, Australia-New Zealand Counter-Terrorism Committee. – 2015. ISBN: 978-1-925290-43-1.
402. Mulder, C.K., Gerkema, M.P., Van der Zee, E.A. Circadian clocks and memory: time-place learning // *Front. Mol. Neurosci.* – 2013. – Vol. 6 (8).
403. Munro, C.A., Oswald, L.M., Weerts, E.M. Hormone responses to social stress in abstinent alcohol-dependent subjects and social drinkers with no history of alcohol dependence // *Alcohol. Clin. Exp. Res.* – 2005. – Vol. 29. № 7. – pp. 1133-1138.
404. Nakano, K. Coping strategies and psychological symptoms in Japanese samples // *Journal of Clinical Psychology.* – 1991. – Vol. 47, №3. – pp. 346-350.
405. Natani, K., Shurley, J.T. Sociopsychological aspects of a Winter Vigil at South Pole station // *Antarc. Res. Series.* – 1974. – N 22. – pp. 89-94.
406. National Research Council. Disaster Resilience: A National Imperative. Washington, DC: The National Academies Press. – 2012. <https://doi.org/10.17226/13457>.
407. NEI 2015. Chernobyl Accident and Its Consequences. Nuclear Energy Institute, Washington, DC. <https://www.nei.org/Master-Document-Folder/Backgrounders/Fact-Sheets/Chernobyl-Accident-And-Its-Consequences> (Feb. 22, 2018).
408. Nelson, W., Tong, Y.L., Lee, J.K. et al. Methods for cosinorrhythmometry // *Chronobiologia.* – 1979. – Vol. 6 (4). – pp. 305-323.
409. Nolan, C.M., Kaliaraju, D., Jones, S.E., Patel, S., Barker, R., Walsh, J.A., Wynne, S., Man, W. Home versus outpatient pulmonary rehabilitation in COPD: a propensity-matched cohort study. – *Thorax* 2019. – Vol. 74(10). – pp. 996-998.

410. Osei-Kyei Robert, Tam Vivian, Ma Mingxue, Mashiri Fidelis. Critical review of the threats affecting the building of critical infrastructure resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. – 2021. – Vol. 60. – P. 102316. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102316>
411. Patridge, C., Sampson, H.W. Long - term alcohol consumption increases matrix metalloproteinase – 2 activity in rat aorta // *Life Science*. – 1999. – № 65. – pp. 395-402.
412. Panda, S., Hogenesch, J.B., Kay, S.A. Circadian rhythms from flies to humans // *Nature*. – 2002. – Vol. 417. – pp. 35-329.
413. Peterson, C. A primer in positive psychology. N.Y.: Oxford University Press. – 2006.
414. Pierce, R. Psychological impact of job loss on individuals and families // *Current Directions in Psychological Sciences*. – 1992. – pp. 1-11.
415. Pisarski, A., Brook, C., Bohle, P., Gallois, C., Watson, B., Winch, S. Extending a model of shiftwork tolerance // *Chronobiology International*. – 2006. – Vol.23 (6). – pp. 1363-1377.
416. Philippe, J., Dibner, C. Thyroid Circadian Timing: Roles in Physiology and Thyroid Malignancies // *J. Biol Rhythms*. – 2015. – Vol. 1 (30), № 2. – pp. 76-83.
417. Sachs, J.D., Schmidt-Traub, G., M. Mazzucato, D. Messner, N. Nakicenovic, Rockström, J. Six transformations to achieve the sustainable development goals. *Nat. Sustainability*. – 2019. – Vol. 2 (9). – pp. 805-814
418. Saini, C., Brown, S.A., Dibner, C. Human peripheral clocks: applications for studying circadian phenotypes in physiology and pathophysiology. *Front Neurol*. – 2015. – Vol. 6. – P. 95.
419. Safe communities are an essential need for a modern-day society (book of abstract). The 23rd international safe communities' conference. Serbia, Novi Sad. – 2017. – 197 p.
420. Sarwari Abdul Qahar. Communication Competence and Heart Rate Variability. *Scholars' Press*. – 2018. – 236 p.

421. Kurt Straif, Robert Baan, Yann Grosse, Béatrice Secretan, Fatiha El Ghissassi, Véronique Bouvard, Andrea Altieri, Lamia Benbrahim-Tallaa, Vincent Coglianò Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting. *Lancet Oncol.* – 2007. – Vol. 8(12). – 1065-6. doi: 10.1016/S1470-2045(07)70373-X.

422. Stein P.K., Bosner M.S., Kleiger R.E., Conger B.M. Heart rate variability: a measure of cardiac autonomic tone. *Am Heart J.* – 1994. – Vol. 127. pp. 1376-1381.

423. Raistrick, D. Management of alcohol detoxification // *Advances in Psychiatric Treatment.* – 2000. – Vol. 6. – pp. 348-355.

424. Rehak David, Hromada Martin, Lovecek Tomas. Personnel threats in the electric power critical infrastructure sector and their effect on dependent sectors: Overview in the Czech Republic. *Safety Science.* – 2020. – Vol. 127. – P. 104698. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104698>

425. Rice, P.L. Stress and health. Brooks. Cole Publishing Company. Pacific Grove. California. – 1992.

426. Riethmeister, V., Bültmann, U., De Boer, M.R., Gordijn, M., Brouwer, S. Examining courses of sleep quality and sleepiness in full 2 weeks on/2 weeks off offshore day shift rotations. *Chronobiol. Int.* – 2018. – Vol. 35 (6). – pp. 759-772. <https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1466794>.

427. Riethmeister, V., Matthews, R.W., Dawson, D., de Boer, M.R., Brouwer, S., Bültmann, U. Time-of-day and days-on-shift predict increased fatigue over two-week offshore day-shifts. *Appl. Ergon.* – 2019. – Vol. 78. – pp. 157-163. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.02.010>.

428. Robert Osei-Kyei, Vivian Tam, Mingxue Ma, Fidelis Mashiri. Critical review of the threats affecting the building of critical infrastructure resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction.* – 2021. – Vol. 60. – P. 102316. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102316>

429. Rodrigues, V.F., Fischer, M.F., Brito, M.J. Shiftwork at a modern offshore drilling rig // *Journal of Human Ergology.* – 2003. – Vol. 30(1/2). – pp. 167-172.

430. Rook, K.S. Social support versus companionship: Effects of life stress, loneliness, and evaluation of others // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1987. – № 52. – pp. 1132-1137.
431. Rosa, R.R. Extended workshifts and excessive fatigue // *Journal of Sleep Research*. – 1995. – Vol. 4 (Suppl. 2). – pp. 51-56.
432. Rutters, F., Lemmens, S.G., Adam, T.C. et al. Is Social Jetlag Associated with an Adverse Endocrine, Behavioral, and Cardiovascular Risk Profile? // *J. Biological Rhythms*. – 2014. – Vol. 29. – pp. 377-383.
433. Sachs, J.D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., Rockström, J. Six transformations to achieve the sustainable development goals. *Nat. Sustainability*. – 2019. – Vol. 2(9). – pp. 805-814.
434. Saini, C., Brown, S.A., Dibner, C. Human peripheral clocks: applications for studying circadian phenotypes in physiology and pathophysiology. *Front Neurol*. – 2. Vol.6. – P. 95.
435. Salm, M., Pismen, L.M. Chemical and mechanical signaling in epithelial spreading // *Phys. Biol*. – 2012. – Vol. 9. – pp. 026009-026023.
436. Sano, H., Suzuki, Y., Ohara, K. Circadian variations in plasma monoamine metabolites level in alcoholic patients: A possible predictor of alcohol withdrawal delirium // *Progin Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. – 1994. – No. 18. – pp. 741-752.
437. Shari L. Wade, Stacey P. Raj, Megan Narad, Emily L. Moscato Telepsychology: Improving Access While Maintaining Alliance. *APA Journals Article Spotlight*. – 2019.
438. Scheier, M. Coping with distress: Divergent strategies of optimists and pessimists M. Scheier, J. Weintraub, C Carver // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1986. – №57. – pp. 1024-1040.
439. Scheier, M.F. Dispositional optimism and recovery from coronary artery bypass surgery. The beneficial effects on physical and psychological well-being / M.F. Scheier [et al.] // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1989. – № 57. – pp. 1024-1040.

440. Schmitz, M. et al. Disrupted melatonin secretion during alcohol withdrawal // *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. –1996. – № 20. – pp. 983-995.
441. Schulz, P. Biological clocks and the practice of psychiatry // *Dialogues Clin Neurosci*. –2007. – Vol. 9. – pp. 237-255.
442. Schweizer, P.-J. Systemic risks – concepts and challenges for risk governance. *J. Risk Res.* – 2019.
443. Selye, H. *The stress of life*. N. Y.: McGraw Hill. – 1956.
444. Shannon, K. Crowley Pathophysiology, associations, and consequences of circadian rhythm sleep wake disorders. *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*. – 2021. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822963-7.00162-6>
445. Shari L. Wade, Stacey P. Raj, Megan Narad, Emily L. Moscato Telepsychology: Improving Access While Maintaining Alliance. *APA Journals Article Spotlight*. – 2019. <https://www.apa.org/pubs/highlights/spotlight/issue-157>
446. Sharkey, J.T., Puttaramu, R., Word, R.A., Olcese, J. Melatonin Synergizes with Oxytocin to Enhance Contractility of Human Myometrial Smooth Muscle Cells // *J Clin Endocrinol Metab*. – 2009. – Vol. 94. – No. 2. – pp. 421-427.
447. Strang, R.E., Klein, W.J. Emotional and social adjustment of recent US winter-over parties in isolated Antarctic stations // *Polar human biology*. London. – 1973. – pp. 410-416.
448. Sirgy, M.J. *The psychology of quality of life*. Dordrech; Boston; London: Kluwer Academic Publishers. – 2010.
449. Smarr, B.L. Digital Sleep Logs Reveal Potential Impacts of Modern Temporal Structure on Class Performance in Different Chronotypes // *J. Biol. Rhythms*. – 2015. – Vol. 30. – pp. 61-67.
450. Stetler C., Dickerson S.S., Miller G.E. Uncoupling of social zeitgebers and diurnal Cortisol secretion in clinical depression // *Psychoneuroendocrinol*. 2004. 29. – P. 1250 – 9.

451. Social support: Theory, research, and applications / Ed. by I.J. Sarason, B.R. Sarason. -The Hague: Martinus Nijhof. – 1985. – Vol. 50(6) – pp. 1222-1225.
452. Solomon, Z. Coping, loss of control, social support, and combat-related posttraumatic stress disorder: A prospective study / Z. Solomon, M. Mikulincer, E. Avitzur // Journal of Personality and Social Psychology. – 1988. – No. 55. – pp. 279-285.
453. Sotirios A. Argyroudis, Stergios Aristoteles Mitoulis, Eleni Chatzi, Jack W. Baker, Ioannis Brilakis, Konstantinos Gkoumas, Michalis Vousdoukas, William Hynes, Savina Carluccio, Oceane Keou, Dan M. Frangopol, Igor Linkov. Digital technologies can enhance climate resilience of critical infrastructure. Climate Risk Management. – 2022. – Vol. 35. – 100387. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100387>
454. Spielberger, C.D. Understanding stress and anxiety. – N.-Y.: Harper & Row. – 1979. – P. 128.
455. Stetler, C., Dickerson, S.S., Miller, G.E. Uncoupling of social zeitgebers and diurnal Cortisol secretion in clinical depression // Psychoneuroendocrinol. – 2004. – Vol. 29(10). – pp. 1250-1259.
456. Strang, R. E., Klein W. J. Emotional and social adjustment of recent US winter-over parties in isolated Antarctic stations // Polar human biology. London. – 1973. – pp. 410-416.
457. Sustainable Development and Equityhttps: / Coordinating Lead Authors: Marc Fleurbaey (France/USA), Sivan Kartha (USA) [//www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/)
458. Tucker, P., Barton, J., Folkard, S. Comparison of eight and 12 hour shifts: impacts on health, wellbeing, and alertness during the shift // Occupational and Environmental Medicine. – 1996. – Vol. 53(11). – pp. 767-72.
459. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use Circulation. – 1996. – Vol. 93. – pp. 1043-1065.

460. Taylor, M. Climate change, relational vulnerability and human security: rethinking sustainable adaptation in agrarian environments *Climate Dev.* – 2013. – Vol. 5. – pp. 318-327
461. Tripat Deep Singh. Abnormal Sleep-Related Breathing Related to Heart Failure. *Sleep Medicine Clinics.* – 2022. – Vol. 17. – Issue 1. – pp. 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2021.10.007>
462. Ujike, H. Molecular genetics of alcohol dependence // *Nihon Arukoru Yakubutsu Igakkai Zasshi.* – 2008. – Vol. 43, № 2. – pp. 87-96.
463. Urlainis Alon, Ornai David, Levy Robert, Vilnay Oren, Shohet Igal M. Loss and damage assessment in critical infrastructures due to extreme events. *Safety Science.* – 2022. – Vol. 147. – P. 105587. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105587>.
464. Van Asselt, M.B.A., Vos, E., Wildhaber, I. Some reflections on eu governance of critical infrastructure risks. *Eur. J. Risk Regul.* – 2015. – Vol. 6 (2). – pp. 185-190.
465. Van der Vinne, V., Zerbini, G., Siersema, A. et.al. Timing of Examinations Affects School Performance Differently in Early and Late Chronotypes // *J. Biol. Rhythms.* – 2015. – Vol. 30(1). – pp. 53-60.
466. Verbitsky, E. Feedbacks in the regulation of sleep and its disorders // *Neurocybernetics problems.* – 2009. – Vol. 1. – pp. 86-88.
467. Vespignani, A. The fragility of interdependency. *Nature.* – 2010. – Vol. 464 (7291). – pp. 984-985.
468. Vesterinen, V., Häkkinen, K., Laine, T., Hynynen, E., Mikkola, J., Nummela, A. Predictors of individual adaptation to high-volume or high-intensity endurance training in recreational endurance runners. *Scand J Med Sci Sports.* – 2016. – Vol. 6 (8). – pp. 885–93.
469. Volkow, N.D., Wang, G.J., Telang, F. et al. Profound decreases in dopamine release in striatum in detoxified alcoholics: possible orbit frontal involvement // *J. Neurosci.* P., Moscato, E. L., & Narad, M. E. Clinician perspectives delivering telehealth interventions to children/families impacted by pediatric

traumatic brain injury. *Rehabilitation Psychology*. – 2019. – Vol. 64 (3). – pp. 298-306. <http://dx.doi.org/10.1037/rep0000268>

470. Wade, S. L., Raj, S. P., Moscato, E. L., & Narad, M. E. Clinician perspectives delivering telehealth interventions to children/families impacted by pediatric traumatic brain injury. *Rehabilitation Psychology*. – 2019. – Vol. 64 (3). – pp. 298-306. <http://dx.doi.org/10.1037/rep0000268>.

471. Ware, J.E., Snow, K.K., Kosinski M., Gandek B. *Sf-36 Health Survey. Manuel and Interpretation Guide*. Lincoln. RI: Quality Metric Incorporated. – 2000. – P. 150.

472. Winget, C.M., Deroshia, C.M., Holley, D.C. Circadian rhythms and athletic performance // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1985. – Vol.17. – pp. 498-516.

473. Wirz-Justice A. Biological rhythm disturbances in mood disorders // *Internat Clin Psychopharmacol.* . – 2006– Suppl. 1. – pp. 5-11.

474. World health organization (WHO) <https://www.who.int/ru/news/item/10-01-2018-un-environment>

475. Wulff, K., Porcheret, K., Cussans, E., Foster, R.F. Sleep and circadian rhythm disturbances: multiple genes and multiple phenotypes // *Current Opinion in Genetics & Development*. – 2009. – Vol.19. – pp. 237-246.

476. Yabluchansky, N.I. Martynenko, A.V. Heart rate variability to help the practitioner. *For real doctors*. Kharkiv. – 2010. – 131 p.

477. Zinchuk, V.V., Glutkin, S.V. *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal imeni Ivana Mihajlovicha Sechenova*. Russian physiological journal of Ivan Mikhaylovich Sechenov. – 2008. – N12. – P. 1435-1442.

478. Zinchuk, V.V., Shulga, E.V. *Jeksperimental'naja i klinicheskaja farmakologija*. Experimental and clinical pharmacology. – 2010. – T.73, N4. – pp. 18-22.

479. Zinchuk, V.V., Glutkin, S.V., Shulga, E.V., Gulyai, I.E. *Jeksperimental'naja i klinicheskaja farmakologija*. Experimental and clinical pharmacology. – 2013. – V.76, N2. – pp. 32-36.

480. <https://www.epa.gov/environmentaljustice>

- 481. <http://www.medicusamicus.com>
- 482. <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/obespechenie-bezopasnosti-kii/285-zakony/1610-federalnyj-zakon-ot-26-iyulya-2017-g-n-187-fz>