

БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
«СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Шакирова Лилия Салаватовна

**ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-
СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНИКОВ ХМАО-ЮГРЫ ПРИ
ШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ И ДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ
КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

03.03.01 – Физиология (медицинские науки)

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
доцент **О.Л. Нифонтова**

Сургут – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ХМАО-ЮГРЫ.	
1.1. Характеристики экофакторов ХМАО-Югры в аспекте их влияния на сердечно-сосудистую систему (ССС) жителей округа.....	14
1.2. Состояние параметров ССС школьников в рамках стохастического подхода.....	40
2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	
2.1. Объект исследования.....	58
2.2. Методы регистрации параметров ССС человека с использованием ЭВМ.....	62
2.3. Традиционные стохастические методы обработки информации.....	78
2.4. Новые методы в идентификации наиболее важных диагностических признаков, в рамках теории хаоса и самоорганизации.....	80
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	
3.1. Статистическая оценка параметров ССС учащихся при широтных перемещениях и проведении оздоровительных мероприятий на Юге РФ.....	91
3.2. Оценка влияния оздоровительных мероприятий на параметры ССС учащихся с позиции статистической неустойчивости параметров организма.....	118
3.3. Влияние оздоровительных мероприятий на параметры квазиаттракторов спектральных характеристик ВСР организма учащихся.....	122
3.4 Матрицы межаттракторных расстояний в сравнительной оценке параметров ССС, как кинематические характеристики состояния кардиореспираторной системы организма человека.....	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	132
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	139
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	171
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	183

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности.

Согласно данным, представленным в докладе департамента здравоохранения ХМАО - Югры «О состоянии здоровья населения Ханты-Мансийского автономного округа-Югры в 2015 году», заболевания системы кровообращения, как и в прошлые годы, занимают лидирующее место (40,2%), в структуре общей смертности.

С каждым годом у подрастающего поколения северных регионов отмечается рост функциональных нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы (ССС) (Агаджанян Н.А. и соавт., 2002, 2006; Грибанов А.В., Данилова Р.И., 1994; Еськов В.М. и соавт., 2016; Кривошеков С.Г., Гребнева Н.Н., 2000; Кучма В.Р. и соавт., 1999; Пряхин Е.И., 2002; Филатова Д.Ю. и соавт., 2015). В целом для северных территорий РФ состояние сердечно-сосудистой системы жителей этих территорий составляет весьма серьезную проблему, а её изучение требует особого внимания, как клиницистов, так и специалистов фундаментальной медицины (Агаджанян Н.А. и соавт., 2002, 2006, 2009; Гудков А. Б. и соавт., 2012; Еськов В.М. и соавт., 2004; Карпин В. А. и соавт., 2003; Милованова Е.В., Катюхин В.Н., 2006).

Как показывают многочисленные исследования, процесс адаптации к экстремальным климатическим условиям Севера нередко сопровождается морфофункциональной перестройкой в малом круге кровообращения (МКК), развитием синдрома эссенциальной северной артериальной гипертензии МКК и диастолической дисфункции (Агаджанян Н.А. и соавт., 1997, 2002; Григорук С.Д., Катюхин В.Н., 2004; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Литовченко О.Г., 2009; Хаснулин В.И., 2000).

Особый интерес представляет исследование реакций стресс-лимитирующих систем детского организма на воздействие экстремальных факторов окружающей среды в период непрерывного роста и развития ребенка.

Значимость данного вопроса состоит в том, что природно-климатические факторы каждого региона Севера РФ специфичны, а реакции различных систем организма ребенка особенно чувствительны к их влиянию и обладают своими характерными чертами (Еськов В.М. и соавт., 2004; Казначеев В.П. и соавт., 1980; Карпин В. А. и соавт., 2003; Логинов С.И., Борисовская С.И., 2000). Ранняя диагностика изменений в миокарде, а также профилактика данных состояний особенно актуальны, так как дисфункции различных систем организма формируются преимущественно в детском возрасте (Грибанов А.В., Малофеевская И.Н., 2011; Кучма В.Р. и соавт., 1999, 2002; Нифонтова, О.Л., 2009).

Сегодня осуществляется формирование новой популяции человека в экстремальных условиях Севера. Детское население региона состоит в основном из потомков пришлого населения. Между тем, смена экологически привычной среды обитания (трансширотные перемещения) предъявляет к адаптационно-приспособительным возможностям организма пришлого населения достаточно высокие требования (Агаджанян Н.А., 2009; Буров И.В., 2013; Еськов В.В. и соавт., 2015; Литовченко О.Г., 2009; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009; Погоньшева И.А, Алышева А.В., 2016; Шимшиева О.Н., 2015). Это приводит к существенной перестройке различных систем организма, а при воздействии негативных факторов способствует развитию патологических процессов, что с высокой вероятностью отразится на функциональном состоянии организма будущего поколения (Грибанов А.В., Данилова Р.И. 1994; Соловьев В.С. и соавт., 2014).

В связи с интенсивной миграцией населения в северные регионы в настоящее время активно изучается роль смены климатогеографических и гелиофизических факторов окружающей среды в формировании сердечно-сосудистых заболеваний жителей Севера. Установлено, что сердечно-сосудистая система и дыхательная система являются основными звеньями в развитии механизмов адаптации к суровым условиям Севера. При этом адаптационные перестройки происходят не только в области ССС, но и затрагивают

вегетативную и нейроэндокринную системы (Агаджанян Н.А. и соавт., 1997, 2005; Багнетова Е.А., 2014; Бойко Е.Р., 2005; Григорук С.Д., Катюхин В.Н., 2004; Еськов В.М., 2004; Милованова Е.В., Катюхин В.Н., 2006; Хаснулин В.И., Хаснулин П.В., 2012).

Согласно литературным данным, различают несколько фаз адаптации ССС к условиям Севера. Первая фаза адаптации - "дестабилизация" (продолжительность до двух лет), вторая фаза – "стабилизация" (2-4 года), далее наступает переходный период (4-7 лет) и фаза – "истощения" (продолжительность более 10 лет). В первой фазе наблюдается гиперкинетический тип гемодинамики с существенным увеличением минутного объема кровообращения (МОК) и снижением уровня периферического сосудистого сопротивления. Обратная картина отмечается в фазе истощения (гипокинетический тип гемодинамики с повышением уровня периферического сосудистого сопротивления) (Агаджанян Н.А., 2009; Казначеев В.П. и соавт., 1980, 1986; Кривошеков С.Г. и соавт., 2003; Тюрнина А. И., 2003).

Рядом авторов (Буров И.В., 2013; Погоньшева И.А, Алышева А.В., 2016; Тюрнина А.И., 2003; Шимшиева О.Н., 2015) проводились исследования адаптационного потенциала ССС детей в различных экологических условиях (в экстремальных условиях Севера и в умеренных климатических условиях). Данные литературы свидетельствуют, что только у 29% детей, проживающих в северном регионе, наблюдается удовлетворительная адаптация. У детей умеренной климатической зоны этот показатель равен 80%. Отмечается высокое напряжение механизмов адаптации у детей северного региона по сравнению с подростками умеренной климатической зоны.

Для населения Севера свойственны более ранние возрастные изменения ССС (рост уровня артериального давления (АД), периферического сосудистого сопротивления, склонность к брадикардии) (Карпин В. А. и соавт., 2003; Катюхин В.Н. и соавт., 2000; Литовченко О.Г., Нифонтова О.Л., 2010; Логинов С.И., Борисовская С.И. 2000; Милованова Е.В., Катюхин В.Н., 2006; Хаснулин В.И., 2000).

Сердечно-сосудистая система, обладая нервнорефлекторными и нейрогуморальными механизмами регуляции, обеспечивает гомеостатическое функционирование всего организма в целом. Процесс гомеостатической регуляции сердечного ритма контролируется, прежде всего, с помощью вегетативной нервной системы (ВНС). Изменение variability сердечного ритма (колебание вегетативных показателей) характеризует уровень напряжения её механизмов и степень адаптации организма к различным условиям среды (Баевский Р.М., 2003; Михайлов В.Н., 2000; Рябыкина Г.В., Соболев А.В., 2001; Судаков К.В., 2006; Malik M., 1996; Sztajzel J., 2004).

Важную роль в решении проблемы высокой заболеваемости сердечно-сосудистой системы населения Севера играет изучение влияния экстремальных воздействий климатогеографических факторов на физиологические показатели организма человека (Еськов В.В. и соавт., 2015; Карпин В. А. и соавт., 2003; Катюхин В.Н. и соавт., 2000). Комплексное воздействие экстремальных факторов (пониженный уровень влажности воздуха, низкое содержание в воздухе аэроионов, колебания электромагнитного поля, резкие перепады атмосферного давления) приводят к напряжению механизмов саморегуляции, а также к истощению функционального резерва организма человека (Агаджанян Н.А. и соавт., 1997, 2001, 2006; Грибанов А.В., Данилова Р.И., 1994; Евдокимов В.Г. и соавт., 2007; Еськов В.М. и соавт., 2004; Казначеев, В.П. и соавт., 1980; Карпин В.А., Филатова О.Е., 2012). Всё это особенно актуально для детей и подростков, проживающих в северном регионе с момента рождения и до окончания работоспособного периода жизни.

Суровые климатические условия северных регионов побуждают жителей к массовым переездам в период отпусков. Трансширотные перемещения (смена климатических зон) в ряде случаев могут способствовать срыву адаптации и приблизить наступление фазы истощения (Ежов С.Н., 2013; Матюхин В.А. и соавт., 1986; Козлова В.В. и соавт., 2015; Кривошеков С.Г. и соавт., 2003; Погоньшева И.А., Алышева А.В., 2016). В связи с этим воздействие климатогеографических факторов на формирование заболеваемости ССС и её

прогрессирование считаются важными проблемами, которые требуют дальнейшего исследования. Анализ особенностей функционирования ССС школьников при широтных перемещениях и идентификация характерных различий параметров ВНС до и после оздоровительных мероприятий является важным разделом физиологии ССС в особых экстремальных северных условиях ХМАО - Югры.

В настоящее время эффективность оздоровительных мероприятий в медицине и, в частности, в физиологии оценивают путём статистического сравнения отдельных диагностических признаков. Традиционные стохастические методы при этом обладают рядом недостатков и могут ошибочно показать отсутствие реальных изменений. Низкая эффективность стохастических методов в медицине доказывается наличием неопределенности 1-го типа (Бетелин В.Б. и соавт., 2017; Еськов В.М., 2005-2017; Филатова О.Е. и соавт., 2013; Хадарцев А.А., 2015; Eskov V.M. et al., 2003, 2011-2015). Для решения данного вопроса лабораторией биокibernетики и биофизики сложных систем (Сургутский государственный университет) были разработаны новые подходы и запатентованы программные продукты, эффективно решающие данную проблему. На основе новых подходов проблема неопределенности 1-го типа в физиологии сейчас может быть решена с использованием программных продуктов в рамках теории хаоса-самоорганизации (ТХС). Использование данных методов в настоящей работе позволило объективно оценить адаптационные и функциональные резервы детского организма до и после отдыха на Юге РФ, обозначить динамику изменения параметров кардиореспираторной системы (КРС) организма школьников при широтных перемещениях.

Актуальность настоящей работы базируется на устранении неопределенности 1-го типа при анализе ССС, в частности, по показателям ВНС у школьников при широтных перемещениях (с Севера на Юг РФ и обратно) и оздоровлении на Юге РФ, с использованием новых аналитических методов в рамках теории хаоса и самоорганизации.

Целью настоящего исследования настоящего исследования является установление статистических и хаотических закономерностей поведения параметров сердечно-сосудистой системы школьников ХМАО – Югры при широтных перемещениях (с Севера на Юг РФ и обратно) и действии различных климатогеографических факторов.

Данная цель обозначила постановку и решение следующих задач:

1. Путём выполнения статистического анализа параметров регуляции нейровегетативной системы и спектральных характеристик сердечного ритма в разных состояниях организма учащихся (перед отъездом из г. Сургута, после приезда в оздоровительный лагерь, после двухнедельного отдыха и при возвращении на Север) установить наличие (или отсутствие) неопределённости 1-го и 2-го типа.

2. Установить различия в динамике поведения параметров квазиаттракторов сердечно-сосудистой системы девочек и мальчиков при широтных перемещениях, до и после отдыха на Юге РФ в m -мерном фазовом пространстве.

3. Идентифицировать эффективность воздействия оздоровительных мероприятий на ССС школьников при широтных перемещениях и действии разных климатогеографических факторов по оценке межаттракторных расстояний Z_{ij} для квазиаттракторов ССС.

Научная новизна исследований

1. Выявлена закономерность преимущественно непараметрического распределения значений кардиоинтервалов (КИ) и других параметров сердечно-сосудистой системы (для 13-ти параметров).

2. Для кардиоинтервалов при многократных повторных измерений (у одного и того же человека) по 5 минут доказано отсутствие статистической устойчивости получаемых подряд выборок кардиоинтервалов (в одном гомеостазе), вероятность парного совпадения выборок кардиоинтервалов (регистрация подряд) не превышает $p < 0,03$, что намного меньше общепринятого значения $\beta=0,95$ в медицине.

3. На основе сравнительного анализа расчёта параметров объемов КА и кинематических характеристик движения этих квазиаттракторов вектора состояния организма (ВСО) определены особенности изменения различных показателей ССС (включая вегетативную нервную систему (ВНС)) учащихся Югры (отдельно мальчики и девочки) при широтных перемещениях, до и после оздоровительных мероприятий на Юге РФ в m -мерном фазовом пространстве состояний.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Впервые изучена динамика поведения параметров квазиаттракторов параметров ВНС (в шестимерном фазовом пространстве состояний, $m = 6$), которая показывает существенные различия между изменениями параметров ССС у девочек и мальчиков до и после отдыха на Юге РФ. Мальчики после приезда демонстрируют некоторый возврат в исходное (до отъезда) состояние. У девочек же, наоборот, наблюдается сохранение оздоровительного эффекта, что характеризует особенность проживания в северных регионах РФ в целом и устойчивый адаптационный потенциал девочек ХМАО-Югры.

2. Идентификация основных диагностических параметров ССС школьников, пребывающих в различных климатических условиях и при проведении оздоровительных мероприятий, позволяет рассчитывать параметры ССС в фазовых пространствах состояний (ФПС) с использованием новых компьютерных программных продуктов. Новый подход позволяет увидеть и оценить эффективность оздоровительных мероприятий: уменьшение объёма квазиаттрактора (V_G) свидетельствует о положительном эффекте оздоровительных мероприятий. При этом методы стохастики могут не показывать различия в выборках диагностических признаков x_i до и после отдыха на Юге РФ, возникает неопределенность 1-го типа в клинической медицине и физиологии.

3. Новые подходы обеспечивают получение объективной информации о динамике параметров ССС до и после отдыха на Юге РФ, что создает условия для физиологического контроля за статусом функциональных систем организма

школьников в условиях Севера РФ. Полученные данные позволили разработать критерии оценки профилактических и корректирующих программ по охране здоровья детей в ХМАО - Югре и других северных регионов РФ.

Методология и методы исследования. Методология настоящей диссертационной работы построена на исследовании и обобщении литературных данных по статистическим и хаотическим закономерностям поведения параметров сердечно-сосудистой системы школьников и оценке степени разработанности и актуальности темы. В соответствии с установленной целью и поставленными задачами разработан план выполнения всех этапов диссертационного исследования, выбраны объекты изучения, подобран комплекс методов исследования. Объектами настоящего исследования стали 55 учащихся (уроженцев г. Сургута) в возрасте 7-11 лет (25 мальчиков и 30 девочек). В процессе исследования использованы традиционные статистические методы и новые методы в рамках теории хаоса-самоорганизации (ТХС). Математическая обработка данных осуществлялась с помощью использования современных компьютерных программ в рамках этих двух подходов: стохастического и методов теории хаоса-самоорганизации.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Анализ параметров ССС по показателям ВНС и спектральных характеристик сердечного ритма школьников при широтных перемещениях (с Севера на Юг РФ и обратно) и проведении оздоровительных мероприятий показывает возможность возникновения неопределенности 1-го типа, когда методы стохастики не позволяют выявлять достоверно различия в выборках x_i до перемещения и отдыха, а также после приезда. Расчёт параметров квазиаттракторов для ВНС (в шестимерном ФПС) и для спектральных характеристик (в семимерном ФПС) в фазовом пространстве состояний позволяет решить такую задачу.

2. Разработанные программные продукты в рамках ТХС дают возможность установить гендерные различия динамики параметров variability сердечного ритма школьников до и после широтных перемещений (с Севера на

Юг РФ и обратно) и оздоровления на Юге РФ. Это, в свою очередь, позволяет объективно оценить динамику резервных возможностей организма школьников.

3. На основе расчета параметров квазиаттракторов вектора состояния организма и матриц межаттракторных расстояний Z_{ij} (между центрами квазиаттракторов) возникает возможность объективной оценки динамики состояния сердечно-сосудистой системы школьников до и после широтных перемещений и действия разных климатогеографических факторов.

Степень достоверности. Достоверность научных выводов и положений базируется на современных методах исследования и статистической обработке данных. Полученные результаты настоящего исследования проанализированы с помощью традиционных методов описательной статистики. Одновременно для учёта элементов хаоса в динамике параметров сердечно-сосудистой системы нами использовались методы теории хаоса-самоорганизации, которые обеспечили расчёт параметров квазиаттракторов (объём (V_G), параметр асимметрии (R_X)), а также матриц межаттракторных расстояний Z_{ij} параметров ВНС.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на Всероссийской научно – практической конференции «Экология и природопользование в Югре» (Сургут, 2014); IV Всероссийской конференции «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях» (Нижний-Новгород, 2015); Российской конференции с международным участием «Экспериментальная и компьютерная биомедицина» (Екатеринбург, 2016); VIII Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня»; VI Всероссийском симпозиуме с международным участием «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов» (Ижевск, 2016).

Внедрение результатов исследования. Разработанные методы расчета параметров квазиаттракторов ССС и межаттракторных расстояний Z_{ij} внедрены в медицинскую практику НУЗ «Отделенческая клиническая больница на станции Сургут ОАО "РЖД"» для оценки эффективности проведения лечебно-

оздоровительных мероприятий в отделении восстановительной медицины, в научную работу НИИ Новых медицинских технологий (г. Тула), используется в деятельности Управления Роспотребнадзора по ХМАО-Югре и учебном процессе в БУ ВО «Сургутский государственный университет» на кафедрах факультетской терапии, биофизики и нейрокибернетики.

Декларация личного участия автора. Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования, сборе и обработке первичного материала, в количественной (статистика и методы в рамках ТХС), а также качественной интерпретации полученных результатов для написания и оформления рукописи. С непосредственным участием автора были построены и проанализированы модели динамики состояния параметров сердечного ритма учащихся в рамках новых подходов.

Связь темы диссертации с планом основных научно-исследовательских работ университета. Работа выполнялась в рамках государственной программы «Разработка новых методов теории хаоса и синергетики для изучения сложных биосистем в условиях саногенеза и патогенеза на Севере РФ» (901200965746).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 03.03.01 – Физиология (медицинские науки) по нескольким областям:

- исследование закономерностей функционирования системы кровообращения;
- изучение физиологических механизмов адаптации человека к различным климатогеографическим условиям;
- разработка новых методов исследований функциональных систем организма.

Работа представляет собой итог исследований, выполненных автором в творческом сотрудничестве с научно-исследовательской лабораторией биокибернетики и биофизики сложных систем бюджетного учреждения высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе 6 работ в изданиях, рекомендуемых в перечне ВАК для соискания учёной степени кандидата медицинских наук, 7 статей в других научных журналах, 2 в материалах отечественных конференций.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 183 страницах машинописного текста и состоит из «Введения», в котором аргументирована актуальность настоящего исследования, описаны цели и задачи, научная новизна и основные положения, выносимые на защиту; 1-й главы «Характеристика экофакторов ХМАО - Югры в аспекте их влияния на ССС жителей Югры», представляющей обзор научной литературы и официальных источников, отображающих современный взгляд на рассматриваемую проблему; 2-й главы «Объект и методы исследования», посвященной объекту и этапам исследования, перечню традиционных и оригинальных авторских программных продуктов, используемых в настоящей работе; 3-й главы «Результаты собственных исследований и их обсуждение», включающей в себя анализ эффективности использования новых методов исследования параметров ССС школьников ХМАО – Югры в условиях широтного перемещения; «"Выводов"»; «"Приложения"». Библиографический указатель содержит 251 наименование работ, среди которых отечественные и иностранные источники. Работа проиллюстрирована 33 таблицами и 13 рисунками.

1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ХМАО - ЮГРЫ

1.1. Характеристика экофакторов ХМАО-Югры в аспекте их влияния на сердечно-сосудистую систему жителей округа

Важную роль в решении проблемы высокой заболеваемости сердечно-сосудистой системы населения Севера играет изучение экстремального воздействия климатогеографических факторов на физиологические показатели организма человека (Агаджанян Н.А., Петрова П. Г., 1996; Агаджанян Н.А. и соавт., 2001, 2002; Багнетова Е.А., Корчин В.И., 2010; Григорук С.Д., Катюхин В.Н., 2004; Гудков А. Б. и соавт., 2012; Евдокимов В.Г. и соавт., 2007; Еськов В.М. и соавт., 2004; Карпин В. А. и соавт., 2003; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Хаснулин В.И., 2000). Различают специфические (характерные для северных широт) и неспецифические (свойственные другим регионам) климатические факторы. К неспецифическим факторам относят низкую температуру, уровень относительной влажности воздуха. Колебания электромагнитного поля, резкие перепады атмосферного давления, фотопериодизм характерны для климата северного региона (Агаджанян Н.А, 1996; Гудков А. Б. и соавт., 2012; Еськов В.М. и соавт., 2004; Зуевский В. П. и соавт., 2001; Соловьев В.С. и соавт., 2014; Усманова, Т.Ю., 2010).

Многими исследователями климатические условия ХМАО - Югры описываются как экстремальные (Агаджанян Н.А. и соавт., 2001, 2002, 2005; Бойко Е.Р., 2005; Грибанов А.В., Данилова Р.И., 1994; Еськов В.М. и соавт., 2004; Казначеев В.П., Куликов В.Ю., 1986; Карпин В.А. и соавт., 2003; Ковалев И. В., 2000; Хаснулин В.И., Хаснулин П.В., 2012). Это обязывает организм вовремя и адекватно реагировать (адаптироваться) к непрерывно изменяющимся условиям окружающей среды. В связи с этим у большинства жителей округа отмечаются соответствующие изменения функционального состояния ССС.

Особо остро данная проблема стоит в связи с продолжающейся миграцией населения из южных регионов РФ (и дальнего зарубежья) на Север Российской Федерации (Буров И.В., 2013; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009).

При изучении особенностей функциональной деятельности организма человека на Севере особую роль играет оценка функционального состояния кардиореспираторной системы, которая отражает «цену адаптации» к некомфортным условиям проживания в северном регионе (Гудков А. Б. и соавт., 2012; Евдокимов В.Г. и соавт., 2007; Зуевский В. П. и соавт., 2001; Милованова Е.В., Катюхин В.Н., 2006; Соловьев В.С. и соавт., 2014). Особые изменения сердечно-сосудистой системы на Севере отмечаются у жителей именно в более ранний возрастной период (учащиеся, студенты). Наблюдается рост периферического сосудистого сопротивления и уровня артериального давления, прослеживается снижение количества сердечных сокращений (брадикардия). По мнению некоторых авторов (Грибанов А.В., Малофеевская И.Н., 2011; Карпин В.А. и соавт., 2003; Литовченко О.Г., 2009; Нифонтова О.Л., 2009) данные изменения ССС являются следствием адаптации организма к суровым климатическим условиям Севера РФ.

Комплексное воздействие экстремальных факторов на организм человека приводит к напряжению механизмов саморегуляции, истощению функциональных резервов организма. В продолжительном процессе адаптации отмечается активное вовлечение жиров и липидов в энергообеспечение организма, а также интенсивное применение белков в качестве энергетического материала (Гришин О.В., Устюжанинова Н.В., 2006; Казначеев В.П. и соавт., 1980; Сороко С.И., Алдашева А.А., 2012). Адаптационный ответ достигается посредством напряжения функциональных систем организма. Однако полного приспособления организма человека к экстремальным факторам Севера не происходит (Агаджанян Н.А. и соавт., 2006; Бойко Е.Р., 2005; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009).

Рассмотрим наиболее важные, с физиологической точки зрения, эколого-гигиенические факторы (таблица 1), воздействующие комплексно на

функциональное состояние организма (в частности, на сердечно-сосудистую систему) жителей ХМАО - Югры.

Таблица 1 - Эколого-гигиенические факторы ХМАО - Югры, влияющие комплексно на функциональное состояние организма человека на Севере РФ



Первоочередной фактор, оказывающий влияние на организм жителей ХМАО – Югры, - это пониженный в зимний период времени уровень относительной влажности воздуха в помещениях. Низкая влажность (r) наблюдается на территории ХМАО - Югры с октября по май ($< 20\%$). Повышение данного показателя вследствие возникновения периодических дождей отмечается в весенний и осенний периоды, когда $r \sim 70-82\%$. Проблема низкого уровня относительной влажности воздуха особенно явно фигурирует зимой, так как в помещениях относительная влажность r не превышает круглосуточно 16% (что гораздо хуже, чем в пустынях Африки) (Башкатова Ю. В., Карпин В. А., 2014; Гудков А. Б. и соавт., 2012; Еськов, В.М. и соавт., 2004).

По данным результатов мониторинга помещений г. Сургута, во время отопительного сезона воздух в помещениях иссушается до $10-20\%$ (комфортное значение для человека составляет $60-70\%$). Это создаёт особый функциональный дискомфорт для организма жителя Севера. Столь низкая влажность провоцирует эрозию слизистой оболочки органов дыхания и снижает их защитные свойства. Кроме того, указанный фактор вызывает нарушение водно-солевого баланса, в результате чего клетки организма теряют эластичность и упругость, что обуславливает ускорение процесса преждевременного старения кожи. Сухой воздух повышает риск развития аллергических реакций, так как аллергены не оседают на пол, а при вдыхании раздражают дыхательные пути (Багнетова Е.А., Корчин В.И., 2010; Еськов В.В. и соавт., 2015; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 1999; Попова М.А., 2002). Помимо всего прочего, сухой воздух плохо проводит электрические заряды. В связи с электризацией (трибоэлектричество в результате взаимодействия одежды, волос) особенно в зимний период на поверхности тела жителя ХМАО - Югры происходит большое накопление электростатического заряда (потенциал до $3 - 4$ кВ). При этом вследствие случайного заземления может случиться мгновенная электрическая разрядка тела. Результаты воздействия большого электростатического потенциала на организм человека в настоящее время, недостаточно изучены биофизиками и физиологами, но, отталкиваясь от общей теории сенсорных систем, можно

говорить, что данные перепады всё-таки нежелательны (Еськов В.М. и соавт., 2004).

На территории ХМАО - Югры продолжительная часть года сопровождается низкой температурой воздуха, поэтому существенная роль, с точки зрения физиологии, принадлежит резким перепадам температурного режима, особенно при выходе из помещения с сухим и теплым воздухом (+ 25 °С) на мороз (- 35 °С; - 40 °С) (Башкатова Ю. В., Карпин В. А., 2014; Грибанов А.В., Данилова Р.И., 1994; Гудков А. Б. и соавт., 2012; Зуевский В. П. и соавт., 2001). Холодный сухой воздух приводит к спазму капилляров слизистых оболочек, что, в свою очередь, иссушает эти ткани еще сильнее, стимулируя ряд компенсаторных реакций, рефлекторно изменяет тонус коронарных сосудов. Спазмирование коронарных сосудов при продолжительной физической нагрузке в морозную погоду грозит развитием ишемических реакций, так как при усилении сердечной деятельности происходит сужение коронарных сосудов, что является одним из факторов развития инфаркта миокарда (Агаджанян Н.А. и соавт., 1997, 1998; Брагинский М.Я. и соавт., 2006; Еськов В.В. и соавт., 2015; Евдокимов В.Г. и соавт., 2007; Карпин В. А. и соавт., 2003; Катюхин В.Н. и соавт., 2000; Le blanc J., 1978). Именно это может быть причиной раннего развития стенокардии и инфарктов в ХМАО - Югре (эффект омоложения).

Под влиянием низкого температурного режима за счёт сужения просветов капилляров со стороны ССС наблюдается холодовая гипертензия. При интенсивном воздействии холода возникает рефлекторное учащение дыхания, увеличивается легочная вентиляция, дыхание человека становится неритмичным (Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009; Судаков К.В., 2006; Granberg P.O., 1991). Население северных регионов приспосабливается, в первую очередь, к холодному климату, поэтому спазм (сокращение) периферических сосудов кровяного русла считается закономерным ответом организма на влияние низких температур. Однако эта реакция обеспечивает и омоложение инфарктов, а также снижает продолжительность жизни (в первую очередь мужского населения

ХМАО - Югры) (Грибанов А.В., Данилова Р.И., 1994; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Милованова Е.В., Катюхин В.Н., 2006; Blanc J., 1982).

Процесс адаптации к суровым условиям Севера способствует развитию в малом круге кровообращения морфофункциональных изменений (синдром первичной северной артериальной гипертензии малого круга кровообращения). При этом низкая температура воздуха окружающей среды провоцирует существенные изменения не только в ССС, но и в эндокринной системе человека. Происходит рост уровней тиреотропного адренокортикотропного гормонов, альдостерона, увеличивается активность ренина плазмы. Наблюдается повышение секреции адреналина и норадреналина, что может приводить к истощению всей нейро-эндокринной системы (Агаджанян Н.А. и соавт., 2002; Багнетова Е.А., 2014; Гришин О.В., Устюжанинова Н.В., 2006; Казначеев В.П., Куликов В.Ю., 1980; Хаснулин В.И., Хаснулин П.В., 2012; Kolpakov V.V. et al., 2001).

Как утверждают ряд авторов (Григорук С.Д., Катюхин В.Н., 2004; Еськов, В.М. и соавт., 2004; Карпин В. А. и соавт., 2003; Катюхин В.Н. и соавт., 2000; Литовченко О.Г., 2009), непосредственно высокий уровень альдостерона объясняет раннее формирование у жителей Севера гипертрофии миокарда левого желудочка. Одновременно истощение ряда нейро-гуморальных функций заканчивается выраженной парасимпатотонией и избытком SpO_2 . Помимо этого, воздействие холода на организм человека существенно увеличивает потребление тканями организма кислорода. В связи с этим поддержание определенного уровня артериального давления ориентировано на обеспечение необходимого кровотока, который в условиях (полярной) гипоксии организует транспорт кислорода к тканям. При этом пребывание в холодном помещении не считается сильным раздражителем и не способствует повышению в крови уровня данных гормонов (Евдокимов В.Г. и соавт., 2007; Хаснулин П.В., 2000; Blanc J. et al., 1978).

По мнению профессора В.Н. Катюхина (2000), продолжительное воздействие холода в 10 минут (даже при существенном охлаждении) и

многократная экспозиция холода (до 10 раз в день) не способствуют росту в плазме крови уровня катехоламинов. Наступает фаза истощения и по оксигинации крови, то есть уровень SpO_2 в крови таких испытуемых (согласно нашим исследованиям) весьма высокий ($SpO_2 > 97\%$).

Резюмируя, можно сказать, что повторяющееся длительное влияние холода будет стрессогенным фактором для организма жителей Севера, который способствует вегетативным нарушениям, повышению уровня АД, удельного периферического сосудистого сопротивления, глюкокортикостероидов и катехоламинов, ренина и альдостерона в плазме крови, вызывающим развитие артериальной гипертензии. Одновременно повышается и уровень оксигенации крови, что не дает компенсации при нагрузке (Агаджанян Н.А. и соавт., 2001; 2005; Гудков А. Б. и соавт., 2012; Зенченко Т.А. и соавт., 2011; Зуевский В. П. и соавт., 2001; Катюхин В.Н. и соавт., 2000; Хаснулин П.В. и соавт., 2009; Vichkaeva F.A. et al., 2004).

Следующим значимым эколого-гигиеническим фактором является низкое содержание в воздухе аэроионов. Любое закрытое помещение (особенно в зимний период) имеет минимальную концентрацию аэроионов, но повышенную концентрацию аэроионов положительной полярности («тяжелых») (Еськов В.М. и соавт., 2004; Чижевский А. Л., Голованова Л. В., 1999). Недостаточное проветривание в продолжительный зимний период снижает концентрацию аэроионов в жилых помещениях до 15-20 шт./см³. При этом концентрация атмосферного электричества (аэроионов) на горных курортах РФ составляет 15-20 тыс./см³. Столь низкий уровень отрицательных аэроионов не только вызывает быструю утомляемость организма, но и нарушает процессы свертывания крови. В дальнейшем это может способствовать развитию тромбгеморрагического синдрома, а также спровоцировать возникновение сосудистых заболеваний (инсульт, тромбоз). При этом использование бытовых аэроионизаторов демонстрирует низкую эффективность, так как отрицательные электроды аппарата не сопряжены заземлением (Агаджанян Н.А., Петрова Г. П., 1996;

Еськов В.В. и соавт., 2015). Отсутствует тот эффект, о котором писал профессор А.Л.Чижевский ещё в 20-е и 30-е годы 20-го века.

Именно влияние аэроионов на функциональное состояние организма описывал в своих научных трудах профессор А.Л. Чижевский. Посредством серии опытов, по изучению физиологического воздействия аэроионов на организм животных, ученый установил, что после 5-9 дней пребывания подопытных мышей в герметической камере с подачей профильтрованного (деионизация) воздуха у животных наблюдались болезненные явления (вялость, снижение аппетита). Симптомы постепенно нарастали и приводили к сердечным заболеваниям, в итоге все животные погибали. По характеру наблюдаемые в организме дистрофические изменения напоминали кислородное голодание. Этот феномен явление получил название «аэроионный голод». Он характерен для жителей ХМАО - Югры вместе с избытком SpO_2 в крови. При долговременном насыщении воздуха камер отрицательными аэроионами в концентрации 10-100 тыс./см³, признаки заболевания у подопытных животных отсутствовали, а продолжительность жизни возросла в среднем на 41%. Это подтверждает, что однозарядные отрицательные аэроионы служат неотъемлемым фактором здорового организма (Гудков А. Б. и соавт., 2012; Скипетров В. П., 2005; Чижевский А. Л., Голованова Л. В., 1999).

Отсутствие активного проветривания в зимнее время (-35 °С) приводит к изменению газовой среды в помещениях. Воздух насыщается диоксидом углерода (CO_2), в результате чего возникает гиперкапния, учащается дыхание, что также приводит к увеличению SpO_2 в крови. Между тем, углекислый газ негативно воздействует на организм человека. Поэтому регулярное и длительное пребывание в закрытом помещении вызывает хроническую усталость и состояние депрессии (Агаджанян Н.А. и соавт., 2002; Грибанов А.В., Данилова Р.И., 1994; Гудков А. Б. и соавт., 2012; Попова М.А., 2002). Постоянное воздействие на организм высоких концентраций CO_2 может привести к повышению кислотности крови и способствовать развитию ацидоза. Вследствие этого в организме жителей Севера снижается способность к нормальному

усвоению важных микроэлементов (таких как калий, магний). Ацидоз может явиться одной из причин развития сахарного диабета, также спровоцировать заболевания сердечно-сосудистой системы. Накопление в воздухе продуктов разложения пота и сальных желез, вредных веществ (в виде пара, пыли), газовых отходов, выделяющихся из полимерных материалов в производственных помещениях, также усугубляет пребывание в закрытых помещениях (Башкатова Ю. В., Карпин В. А., 2014; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009; Соловьев В.С. и соавт., 2014; Bernardi L. et al., 2001). Всё это физические и химические факторы среды, которые резко изменяют параметры гомеостаза.

Очередной фактор – низкий уровень освещенности тела человека. Долгая холодная зима и короткое лето на Севере приводят к недостаточному облучению тела красными и ИК – лучами (Зуевский В. П. и соавт., 2001; Еськов В.М. и соавт., 2004; Карпин В. А. и соавт., 2003). Это особенно неблагоприятно для растущего организма ребенка. Профессор А.Д. Чижевский (ещё в 20-е - 30-е годы 20-го века) в своих научных трудах показал, что периодические изменения солнечной активности соответствуют изменениям биологических процессов, которые происходят на Земле. В последующем были выявлены некоторые дополнительные факторы для организма, которые привели к формулировке предположения о том, что влияние активности Солнца осуществляется с помощью изменения магнитного поля Земли (Агаджанян Н. А., Макарова И. И., 2005; Карпин В.А., 2014; Чижевский А.Л., 2004).

Последние годы в биофизике и физиологии накапливаются данные о воздействии на организм человека инфракрасных лучей, которые способствуют улучшению мозгового кровообращения, нормализации АД и обменных процессов (активация гемодинамики). Это однозначно способствует скорейшему процессу выздоровления при патологии. ИК-излучение ускоряет выведение холестерина и токсинов из организма через пот и мочу (Агаджанян Н.А. и соавт., 2005; Еськов В.В. и соавт., 2015; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009). Недостаток внешнего ультрафиолетового излучения в течение продолжительного зимнего периода (световое голодание) обуславливает недостаточное усваивание

витаминов и микроэлементов, влияет на нейро-вегетативную систему, снижает уровень иммунной защиты и работоспособности, а также увеличивает сроки срастания костных обломков при травмах и заживления ран (Гудков А. Б. и соавт., 2012; Еськов В.М. и соавт., 2004; Половодова Н.С., 2006). Дефицит освещенности тела и компенсацию микроэlementного статуса организма детей в зимний период могут устранить поездки на отдых (зона экваториального климата). Именно это и явилось объектом исследования в настоящей работе.

В целом, как демонстрируют различные исследования, показатели организма даже хорошо адаптированного к суровым климатическим условиям жителя Севера, существенно отличаются от показателей организма жителей средней полосы (Агаджанян Н.А. и соав., 2006; Грибанов А.В., Данилова Р.И., 1994; Еськов В.М. и соавт., 2004; Зенченко Т.А. и соавт., 2011; Матюхин В.А. и соавт., 1986).

Следующим неблагоприятным фактором округа служит недостаток витаминов и микроэлементов в организме жителей ХМАО - Югры. Дефицит витаминов и микроэлементов организм в большей степени испытывает в конце зимы, особенно чувствительны к этому дети. Потребление свежих фруктов и овощей, прием комплексных витаминно-минеральных препаратов не восполняют данную потребность организма. Это объясняется повышенной активностью парасимпатической системы (тоническая фаза). Биохимическая особенность организма состоит в том, что в крови микроэлементы могут быть в избытке, однако организм будет испытывать дефицит. Результатом могут стать различные патологии и быстрое старение организма (Башкатова Ю. В., Карпин В. А. , 2014; Бойко Е.Р., 2005; Еськов В.М. и соавт., 2004; Казначеев В.П., Куликов В.Ю., 1980; Корчина Т.Я., 2006).

А.Г. Приваловой и её соавторами (2013) проведено комплексное исследование витаминного статуса организма школьников, проживающих на территории Среднего Приобья. Установлено, что у школьников (7-14 лет) средние показатели содержания в крови витамина Е ниже минимального уровня обеспеченности организма. Высокий дефицит аскорбиновой кислоты

наблюдается у 30% детей. У остальных школьников уровень витамина С в крови ниже 35%, либо в пределах 35%, что значительно меньше допустимой величины обеспеченности организма и приводит к различным нарушениям в организме жителей Югры.

Недостаток витаминов в потребляемой пище и в то же время повышенная потребность в них в условиях хронического экологического стресса негативно сказываются на деятельности различных органов или систем, что обуславливает формирование различных патологических расстройств в организме человека (Авцын А.П. и соавт., 1991; Агаджанян Н.А., 2001, 2005; Багнетова Е.А., Корчин В.И., 2010). К примеру, недостаток в организме витамина С нарушает биосинтез волокон коллагена, вследствие чего теряются гибкость и растяжимость сосудов. При дефиците витамина *B₁* возникает энергетическое голодание кардиомиоцитов и нейроцитов. Нехватка витамина *D* сопровождается нарушением синтеза костной ткани и формирования скелета. Низкий уровень магния у детей способствует возникновению повышенного внутричерепного давления, что может вызвать гиперактивность и спазм сосудов. Дефицит магния в сыворотке крови (< 0,5 ммоль/л), в свою очередь, введет к острым нарушениям функционирования ЦНС. Более того, низкий уровень в спектре 0,5 - 0,70 ммоль/л может образовать сердечно-сосудистые заболевания (стенокардию, тромбоз, экстрасистолию). К симптомам недостатка в организме калия относят нарушение сердечного ритма, систолический шум и диффузный некроз миокарда. Недостаток витаминов и микроэлементов способствует развитию хронических заболеваний, связанных с дефицитом железа (анемии) и фтора (кариес) (Авцын А.П., 1991; Коровина Н.А. и соавт., 2004; Корчина Т.Я., 2006; Спиричев В.Б., 2010; Судаков К.В., 2006).

По результатам исследования Т.Я. Корчиной (2007) содержания витаминов-антиоксидантов в крови жителей округа установлено, что дефицит витамина С наблюдается у 65% жителей Югры, дефицит витамина *A* отмечается у 81,0% детей и 82,3% взрослых, гиповитаминоз витамина *E* - у 79,5% детей и 91,3% взрослых. Анализ макро- и микроэлементного статуса населения округа выявил

избыток в организме марганца (в 2 раза), железа (в 3 раза) и ртути (3,8 раза), а также недостаток селена (в 2 раза).

Особенно важно полноценное поступление витаминов и микронутриентов в детском и подростковом возрасте, так как их дефицит негативно влияет на уровень физического развития, успеваемости, со временем способствует развитию различных хронических заболеваний, что в итоге затрудняет формирование здорового поколения. Низкий уровень обеспеченности витаминами, эссенциальными микроэлементами считается одним из факторов напряжения механизмов адаптации организма ребенка к окружающей среде (Коровина Н.А. и соавт., 2004; Кучма В.Р. и соавт., 1999; Соколов А.Г., 2002).

Следующий фактор, который весьма характерен для северного производства, - это повышение уровня естественного и техногенного электромагнитного фона. Проблема в том, что высокоширотная область всегда более подвержена проникновению корпускулярных потоков разнообразной интенсивности. Образуются геомагнитные колебания и аномалии (Агаджанян Н. А., Макарова И. И., 2005; Башкатова Ю.В., Карпин В. А., 2014; Багнетова Е.А., Корчин В.И., 2014; Гудков А. Б. и соавт., 2012; Еськов В.М., 2004; Карпин В.А., Филатова О.Е., 2012; Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., 2013). Однако для ХМАО - Югры (Сургу́та, в частности) характерно наличие геомагнитных зон (в том числе связанных с выходом радона).

Впервые зависимость функционирования биосистем от факторов электромагнитного излучения Солнца изучил профессор А.Л. Чижевский. В своих работах российский ученый продемонстрировал связь между заболеваемостью ССС и активностью излучения Солнца. Под влиянием геомагнитных бурь происходит замедление сердечного ритма, повышается амплитуда зубца Р, в результате чего наблюдается рост продукции кортизола и уровня артериального давления. Под воздействием магнитного поля Земли отмечается изменение восприимчивости к медиаторам сосудистой стенки (понижается реакция сосудов на ацетилхолин, одновременно увеличивается реакция на норадреналин и серотонин). Под влиянием геомагнитных бурь замедляется процесс

свертываемости крови, уменьшается образование белых и красных телец, повышается скорость тромбообразования (Агаджанян Н. А., Макарова И. И., 2005; Карпин В.А., 2014; Чижевский А.Л., 2004).

В.А. Карпин и его соавторы (2012) установили, что гелиогеомагнитные флуктуации на территории ХМАО - Югры играют значительную роль в сезонном возобновлении хронических неинфекционных заболеваний. Авторы отмечают два пика (февраль-март, октябрь-ноябрь) среднемесячной обращаемости по поводу обострения сердечно-сосудистых заболеваний (в частности, эссенциальной гипертензии). Корреляционный анализ продемонстрировал достоверную прямую связь частоты обострений артериальной гипертензии с длительностью и интенсивностью гелиогеомагнитных флуктуаций в данный период. Рецидивы различных хронических неинфекционных заболеваний наблюдаются также в марте-апреле (минимум рецидивов в июле), коррелируя преимущественно с длительностью геомагнитных возмущений.

Влияние геомагнитного излучения на биохимические процессы в клетках организма характеризуется понижением уровня антиоксидантов и повышением свободных радикалов. При этом повреждение клеточных мембран и ферментных систем способствует нарушению обмена веществ (Гудков А. Б. и соавт., 2012; Карпин В.А., 2014; Хаснулин В.И., 2000; Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., 2013). Повышенное употребление в повседневной жизни источников ЭМП (особенно электронагревательных установок) и высокая напряженность ЭМП в зоне размещения воздушных линии электропередач превосходят естественный электромагнитный фон среды (Еськов В.М. и соавт. 2004).

Согласно государственному докладу Управления Роспотребнадзора по ХМАО - Югре «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ханты-Мансийском автономном округе - Югре в 2015 году», вклад в облучение населения природных источников составляет 90,91% (аналогичный показатель по РФ - 86,92 %). Средняя годовая эффективная доза облучения на одного жителя округа равна 4,03 мЗв/год (показатель по РФ – 3,21 мЗв/год).

В целом суммарная годовая эффективная доза облучения жителей ХМАО - Югры от природных источников имеет следующую структуру: 55,72% - доза внутреннего облучения (ингаляционное поступление в организм радона и короткоживущих продуктов распада в воздухе помещений); 17,82% - доза внешнего облучения, определяемая гамма - излучением природных радионуклидов в жилых и общественных зданиях и на открытой местности на территории населенных пунктов; 9,02% - доза от космического излучения; 4,51% - доза внутреннего облучения за счет поступления в организм природных радионуклидов, содержащихся в питьевой воде и пищевых продуктах; 3,84 % - доза внутреннего облучения за счет калия в организме. Таким образом, установленная при многолетнем мониторинге на территории округа сезонная динамика геомагнитных флуктуаций играет важную роль в процессе формирования хронических неинфекционных заболеваний (Карпин В.А., Филатова О.Е., 2012).

Очередным аспектом, влияющим на здоровье человека в ХМАО - Югре, является дефицит движений (гипокинезия), что во многих случаях служит решающим фактором развития патологии ССС на Севере (Агаджанян Н.А., Петрова Г.П., 1996; Агаджанян Н.А. и соавт., 2002; Еськов В.В. и соавт., 2015; Логинов С.И., 2008; Рапопорт Ж.Ж., 1979).

Согласно данным С.А. Токарева (2007), одним из факторов риска заболеваний системы кровообращения, установленных у 89,0% подростков Севера, является низкая физическая активность (67,6%), также дислипидемия (38,4%) и избыточная масса тела (7,2%). Аналогичные данные приводятся в работах В.М. Еськова и соавт. (2004, 2008), а также С.И. Логинова (2008).

Малоподвижный образ жизни характерен для жителей округа с октября по май, поэтому в сочетании с другими факторами он оказывает существенное влияние на качество и продолжительность жизни населения ХМАО-Югры (Багнетова Е.А., Корчин В.И., 2010; Логинов С.И., 2008). Долгая и холодная зима исключает возможность продолжительных прогулок на свежем воздухе, снижает уровень физических нагрузок. Основным занятием ребенка в свободное время

является просмотр телевизора и игры за компьютером. В этой в связи в первую очередь именно гипокинезия затрагивает рефлекторные механизмы деятельности нервной системы. Включаются защитные реакции организма, такие как повышение активности симпатoadреналовой системы и гормонов адаптации. Наблюдается временные компенсаторные реакции в виде повышенной сердечной деятельности, кровяного давления и усиления вентиляции легких. При дальнейшей гиподинамии опускается уровень катаболических процессов и окислительных реакции. Это введет к снижению вентиляции легких и интенсивности сердечных сокращений, паданию скорости кровотока (Агаджанян Н.А. и соавт., 2001, 2005; Еськов В.М. и соавт., 2008; Логинов С.И., 2008; Судаков К.В., 2006; Barnes, V.A. et al., 1998; Epstein L.H., 1998; Garaba Caballero S. et al., 1999).

Н.А. Агаджанян в своих научных трудах в 1962 году описал результаты длительного воздействия гипокинезии на организм человека. У обследуемых, после длительного пребывания (60 дней) в замкнутых камерах объем сердца снижался на 25%. Претерпевает изменения и сосудистая система. Длительное и малоподвижное сидение за рабочим столом приводит к застою в мелких венах и капиллярах. Вследствие малоподвижного образа жизни снижается доля циркулирующей крови, увеличивается проницаемость стенок сосудов, происходит экссудация электролитов в ткани, что приводит к отекам. Гипокинезия сказывается и на мышечной ткани. Наблюдается снижение метаболизма и обеспечения тканей кислородом. Со временем возникает атрофия скелетной мускулатуры, снижается уровень синовиальной жидкости и суставы утрачивают свою подвижность. Происходит деминерализация костей (Агаджанян Н.А., Петрова Г.П., 1996; Литовченко О.Г., 2009). Малоподвижные дети имеют слабый мышечный тонус, что является причиной нарушения осанки, ослабления ортостатической устойчивости (Кучма В.Р. и соавт., Рапопорт Ж.Ж., 1979; Lindquist С.Н., 1999). Одновременно гиподинамия на фоне избыточного питания часто приводит к ожирению, что представляет собой один из факторов риска для развития сахарного диабета, гипертонической и ишемической болезни

сердца (Агаджанян Н.А., Петрова Г.П., 1996; Кучма В.Р. и соавт., 1999; Соколов А.Г., 2002; Barnes, V.A. et al., 1998). Последние в ХМАО - Югре демонстрирует существенное «омоложение».

Л.А. Козлова (2014) установила, что проведение длительного времени за телеэкраном или компьютером усугубляет гиподинамию учащихся. Отмечено, что большинство школьников ХМАО - Югры затрачивали на просмотр телевизора около 1 часа, из них 86,8% детей с нормальной массой тела, а у 68,2% учащихся наблюдалась избыточная масса тела. Между тем, среди школьников, которые на просмотр телевизора или компьютера затрачивали два и более часа, отмечается в 2,4 раза (31,8%) больше учащихся с избыточной массой тела и только 13,2% с нормальной массой тела.

Гипокинезия предшествует развитию морфофункциональных изменений - от астенического синдрома и снижения вегетативных функций до нарушений функций опорно-двигательного аппарата. Состояние, возникающее при гиподинамии, обратимо. Организация физической деятельности, активный отдых компенсируют отрицательное действие гиподинамии (Агаджанян Н.А. и соавт., 2001; Логинов С.И., 2008; Laughlin M., 1999).

Важная роль в формировании патологических состояний принадлежит различным загрязнениям окружающей среды. В летнее время на заболоченной территории ХМАО - Югры видоизменяется газовый состав воздуха (разложение в болотах органики), инициируя гипоксические эффекты у людей (Башкатова Ю. В., Карпин В. А., 2014; Еськов В.М. и соавт. 2004; Усманова Т.Ю., 2010). Это является естественным (природным) фактором, но имеются и техногенные (нами создаваемые) факторы окружающей среды.

Согласно данным Управления Росприроднадзора по ХМАО - Югре, представленным в докладе об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2015 году, выбросы твердых, жидких и газообразных загрязняющих веществ в атмосферу округа составили в указанном году 1 388,145 тыс. т. Основной объем газообразных выбросов в атмосферу приходится на оксид углерода - 37,2%, существенный вклад вносят

углеводороды (без ЛОС) – 36% и летучие органические соединения – 14,2%, оксид азота – 8,4%, диоксид серы - 0,2%. Наибольший объем выбросов округа приходится на г. Сургут – 3,9%. К компонентам атмосферы, агрессивно воздействующим в условиях урбанизированной экосистемы на организм человека, относят высокие концентрации фенола, формальдегида, диоксид азота.

Установлено, что показатель заболеваемости ССС в несколько раз (по сравнению с контрольной группой) превышен у населения, проживающего вблизи химических предприятий. При обследовании жителей Севера отмечались симптомы характерные для артериальной гипертензии и дистрофии миокарда, наблюдались симптомы дисфункции вегетативной нервной системы и определялись отклонения по параметрам системы дыхания (патология легких) (Еськов В.М. и соавт., 2004).

Что касается загрязнений атмосферного воздуха в городах округа имеет место в основном повышенный уровень концентраций формальдегида и диоксида азота. Средняя концентрация формальдегида в г. Сургуте (2015) превышала предельно допустимую норму в 1,2 раза. Зафиксировано среднее превышение предельно допустимой концентрации формальдегида в таких населенных пунктах, как г. Ханты-Мансийск (в 1,3 раза), г. Нижневартовск (в 1,2 раза), г. Нефтеюганске (в 1,2 раза). Прослеживается тенденция превышения значения концентрации диоксида азота в г. Нижневартовске и г. Сургуте. ПДК фенола в атмосферном воздухе в городах округа отклоняется от нормы в 1,2 - 1,3 раза в сторону увеличения (О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия ..., 2016).

Свой вклад в загрязнение атмосферы вносит увеличение численности машин в ХМАО с каждым годом. Высокий уровень выбросов в атмосферу округа оказывает раздражающее воздействие на дыхательные пути, нарушает бронхиальную проходимость, угнетает жизненно важные функции организма (Еськов В.М. и соавт., 2004). Поскольку система дыхания образует с ССС единую кардиореспираторную (функциональную) систему - КРС, то нарушения со стороны легких влияют и на динамику ССС.

Первостепенную роль в загрязнении воздуха от стационарных источников играет добывающая промышленность (нефтегазовая). Нефтегазодобывающая отрасль была и остается одним из важнейших компонентов промышленности в ХМАО - Югре, от уровня и масштабов развития которой напрямую зависит и уровень нарушения природной среды. Нефтедобывающая отрасль охватывает целый спектр загрязнителей, таких как нефть и нефтепродукты, буровые растворы, целый ряд химических реагентов, а также сточные и пластовые воды. Ситуацию ухудшают аварийные порывы трубопроводных коммуникаций и разливы нефтепродуктов, которые случаются не только на кустовых площадках, но и на трубопроводах различного назначения (водоводах, внутрипромысловых и межпромысловых нефте- и газопроводах). Загрязнение водоемов и почвы нефтепродуктами (при авариях) и химическими реагентами, используемыми в технологии добычи, оказывают негативное воздействие на окружающую среду (уменьшение биомассы, биоразнообразия, изменение геохимического состава абиотической среды) (Агаджанян Н.А., Петрова Г.П., 1996; Башкатова Ю. В., Карпин В. А. 2014; Карпин В. А. и соавт., 2003; Еськов В.М., 2004).

К числу приоритетных тяжелых металлов, загрязняющих почву населенных мест, относятся кадмий, марганец, медь, ртуть, свинец и цинк. По данным РИФ СГМ (Региональный информационный фонд данных социально-гигиенического мониторинга), в 2012 - 2015 гг. на территории ХМАО-Югры осуществлялся контроль за химическим загрязнением почвы по веществам и химическим соединениям: кадмий, марганец и его соединения, медь, никель, нитраты, ртуть, свинец и его соединения, серная кислота и цинк. Результаты показали, что в 2015 году удельный вес нестандартных проб почвы по микробиологическому показателю составил 0,2%, что на 2,8 больше, чем в 2014 году, удельный вес нестандартных проб почвы по паразитологическому показателю составил 0,4%, что на 0,1% больше чем в 2014 году. Одновременно (и сравнительно) удельный вес нестандартных проб почвы по санитарно- химическому показателю занял 0,2%, что на 0,05% больше, чем в 2014 году (О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия ..., 2016). В целом техногенный прессинг

медленно, но уверенно нарастает, что усугубляет состояние ФСО человека на Севере РФ.

Исследования химического состава питьевой воды (централизованное и децентрализованное водоснабжение) на территории ХМАО - Югры показали, что наблюдается превышение ПДК марганца в 2 раза, железа в 3 раза, снижение уровня концентрации кальция в 7 раз и магния более чем в 10 раз. Низкий уровень содержания катионов кальция и магния в составе питьевой воды округа способствует низкому значению (1,0–2,0 ммоль/л) жесткости воды (норма - 7,0 ммоль/л) (О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия ..., 2016).

Ряд авторов отмечают, что употребление «мягкой» воды в комбинации с ограничением потребления овощей и фруктов и увеличением мясных и рыбных продуктов может оказывать негативное воздействие на баланс веществ, синтезируемых в организме человека (Багнетова Е. А. и соавт., 2014).

Согласно государственному докладу Управления Роспотребнадзора по ХМАО - Югре «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2015 году», по сравнению с 2014 годом доля проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (из источников централизованного водоснабжения и подземных источников), снизилась с 81,3 до 71,8%, а в поверхностных – повысилась (с 65,8 до 100%). Одновременно доля проб воды из источников централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, в подземных источниках сократилась в 1,6 раза (с 1,1 до 0,7%), а в поверхностных источниках в 2015 году повысилась на 10,7%.

Некоторые авторы отмечают высокий уровень загрязнения нефтью и токсичными химическими элементами поверхностных вод округа (Корчина Т.Я. и соавт., 2010; Пятин В.Ф. и соавт., 2009). Установлено, что средние показатели концентраций нефти и нефтепродуктов в поверхностных водах северного региона превышали предельно допустимую концентрацию в 3 раза. Исследование 103 проб воды (поверхностных) продемонстрировало, что только

в 12,6% была зафиксирована норма, в 13,6% отмечается верхняя граница ПДК, в 73,8% пробах установлено превышение ПДК, то есть наблюдается высокая степень загрязнения нефтепродуктами.

Следующим фактором, ухудшающим дезадаптивные процессы населения, проживающего в северном регионе, являются функциональные иммунодефицитные состояния, способствующие росту концентрации в крови циркулирующих иммунных комплексов. Иммунные комплексы откладываются в клубочках почек и способствуют активизации комплемента, а его компоненты, в свою очередь, приводят к повреждению клеточных мембран. Одновременно иммунные комплексы фагоцитируются нейтрофилами, которые впоследствии производят ферменты, расщепляющие компоненты биологических структур (простагландины, низкомолекулярные медиаторы воспаления, токсичные радикалы кислорода). Это ведет к повреждению почек (выделительная функция), что выражено задержкой жидкости в организме и нарушением баланса электролитов. В итоге это приводит к артериальной гипертензии и ряду других патологических изменений со стороны ССС, кардиореспираторной системы (Башкатова Ю. В., Карпин В. А., 2014; Козлова Л.А., 2014; Половодова Н.С., 2006; Shchegoleva, L.S. et al., 2003).

По данным Л.К. Добродеевой и её соавторов (2004), у детского населения северных регионов отмечается замедленное формирование иммунной защиты, наблюдаются признаки уменьшения резервных возможностей иммунной системы. Данный факт демонстрирует высокий уровень в крови активированных *T*-клеток, а также отсутствие или низкое содержание в крови неактивированных (резервных) *T*-клеток. Имеется ряд публикаций, постулирующих, что суровые климатические условия Крайнего Севера способствует развитию у детей 11-14 лет функциональной напряженности иммунной системы, которая выражается дисбалансом клеток периферической крови, подавлением показателей клеточного иммунитета, снижением содержания иммуноглобулина *A* (*IgA*) и иммуноглобулина *G* (*IgG*), повышением уровня иммуноглобулина *E* (*IgE*) (Половодова Н.С., 2006).

Установлено, что у жителей Севера наблюдается повышенный уровень основного обмена по сравнению с жителями умеренных широт (Бойко Е.Р., 2005; Башкатова Ю. В., Карпин В.А., 2014; Гришин О.В., Устюжанинова Н.В., 2006; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Севостьянова Е.В. , 2013; Хаснулин В.И., Хаснулин П.В., 2012).

Согласно научным данным В.И. Хаснулина (2000), на начальном этапе акклиматизации отмечается рост интенсивности основного обмена на 17–40% при сопоставлении с исходными данными. Ряд авторов акцентируют внимание на том, что при очень сильных морозах возможно увеличение энергетического обмена веществ - практически в 3 раза (Казначеев В.П., Куликов В.Ю., 1980; Севостьянова Е.В. , 2013).

Ключевая роль в повышении энергетического обмена веществ принадлежит усилению мышечной активности и стимулирующему действию гормонов щитовидной железы, надпочечников, гипофиза. Повышенные энергетические затраты организма жителей северных регионов способствуют адаптационному замедлению углеводного обмена, а также резкому увеличению жиромобилизующего эффекта, то есть происходит переключение энергетического обмена (с углеводного на жировой). В связи с этим в крови наблюдаются эмиссия атерогенных фракций липидов. Одновременно с ростом уровня гиперхолестеринемии отмечается развитие атеросклероза сосудов, наблюдается нарушение регуляции тонуса сосудов, а также повышение чувствительности сосудов к вазоконстрикторным воздействиям. В итоге наблюдается рост уровня артериального давления (Козлова Л.А., 2014; Хаснулин В.И., 2000; Vichkaeva F.A. et al., 2004; Clerico A. et al., 2006).

Важная роль в развитии комплекса дезадаптивных процессов на Севере принадлежит повышению уровня психоэмоционального напряжения (сдвиг в сторону отрицательных эмоций). Существуют научные данные, согласно которым критические географические ситуации способствуют возникновению психоэмоционального напряжения у 89,4% испытуемых, что может быть связано с развитием дистонии церебральных сосудов. Это в особенности наглядно

проявляется в дни с резкими перепадами метеотропных факторов, когда у жителей северных регионов возникает чувство тоски и тревоги, отмечается снижение настроения, появляется состояние дискомфорта и психической напряженности. Данные различной литературы демонстрируют высокий уровень личностной тревожности, который характерен для 55,9% подростков Севера (Багнетова Е.А., 2014; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Мартынова А.А. и соавт., 2013; Поборский А. Н. и соавт., 2000).

Стрессовая реакция организма, появляющаяся у человека при контакте с суровыми климатогеофизическими факторами Севера, служит закономерной реакцией, призванной включить необходимые защитные процессы. Согласно сведениям различных авторов хронический стресс способствует истощению резервных возможностей организма. В дальнейшем это обуславливает формирование ряда дезадаптивных расстройств, а в последующем приводит к образованию патологических состояний (Агаджанян Н.А. и соавт., 2002, 2006, 2009; Григорук С.Д., Катюхин В.Н., 2004; Евдокимов В.Г. и соавт., 2007; Еськов В.М. и соавт., 2004; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Карпин В. А. и соавт., 2003; Литовченко О.Г., 2009; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009; Нифонтова О.Л., 2009; Соловьев В.С. и соавт., 2014; Хаснуллин В.И. и соавт., 2005, 2009; Patel Ch., 1997). При этом в первую очередь страдает кардиореспираторная система и изменяется иммунный статус жителя Югры.

В научных трудах Г.Селье (1960) и его последователей отмечается, что стрессовая реакция организма (в средних широтах) активизирует нейрогормональные механизмы, усиливает функционирование иммунной системы с дальнейшей активацией процессов метаболизма, повышается уровень эффективности деятельности различных гомеостатических систем организма. Между тем, в организме происходят адаптационные перестройки, которые впоследствии обеспечивают устойчивость к воздействию экстремальных факторов. Однако это может привести и к раннему развитию патологии КРС.

Низкий уровень адаптационной устойчивости организма к различным негативно воздействующим факторам является генофенотипической

особенностью, или же он может быть связан с переутомлением. В любом случае данный аспект корректируется имеющимся патологическим состоянием, которое в перспективе приводит конкретного человека к истощению защитных механизмов и к расстройствам (дезадаптации) со стороны гомеостатических систем. Дисфункции эндокринной системы, нарушения метаболизма и функций кардиореспираторной системы сопровождаются снижением уровня иммунной защиты и ранней патологией КРС в целом (Агаджанян Н.А., Нотова С.В., 2009; Казначеев В.П. и соав., 1986; Ковалев И. В., 2000; Милованова Е.В., Катюхин В.Н., 2006; Сороко С. И., Алдашева А. А., 2012; Clerico, A. et al., 2006).

Комплекс экстремальных климатогеографических факторов Севера выступает источником специфического напряжения, которое приобрело название синдрома полярного напряжения. Данный синдром развивается у пришлого населения и показывает особенности адаптации жителей Севера к экстремальным условиям. Несмотря на то, что синдром не является подтверждением формирующейся патологии, он всё же служит неким индикатором интегрального риска и развивает определенную незащищенность организма человека. Данный синдром клинически проявляется прежде всего в виде хронизации различных инфекционно-воспалительных процессов в органах (легких, почках), в стойкой гипертензии и нарушениях зрительного анализатора, прогрессировании коронарной болезни сердца и других патологий КРС (Бойко Е.Р., 2005; Казначеев В.П., Куликов В.Ю., 1986; Милованова Е.В., Катюхин В.Н., 2006; Хаснуллин В.И., 2000; Хаснуллин В.И. и соавт., 2005, 2009).

В работах В. П. Казначеева (1986) и ряда других ученых описаны базовые составляющие данного синдрома: иммунная недостаточность, синдром липидной пероксидации, расстройство по северному типу метаболизма, недостаточность детоксикационных процессов, северная тканевая гипоксия, регенераторно-пластическая недостаточность, психоэмоциональное напряжение, метеопатии, десинхроноз и полиэндокринный синдром, функциональная диссимметрия межполушарных взаимоотношений. Перечисленные синдромы являются основными в патогенетических механизмах формирования

артериальной гипертензии на Севере и некоторых других патологий КРС у жителей Югры (Карпин В. А. и соавт., 2003; Катюхин В.Н. и соавт., 2000; Хаснулин П.В., 2000; Хаснулин П.В. и соавт., 2005).

Одним из важнейших элементов полисиндрома полярного напряжения считается синдром липидной гиперпероксидации, или «окислительный стресс». Признаки синдрома проявляются при истощении запасов в организме человека (приспосабливающегося к экстремальным факторам Севера) эндогенных антиоксидантов (Казначеев В.П. и соавт., 1976; Хаснуллин В.И., 2009). По данным научной литературы, синдром липидной гипероксидации и её последствия («мембранный дефект») формируются в северных регионах существенно раньше у людей с низким уровнем резервных возможностей антиоксидантной системы, что может привести к быстрому развитию и прогрессированию различных заболеваний. В первую очередь, это сказывается на состоянии сердечно-сосудистой системы, так как ССС одна из первых реагирует на негативные условия окружающей среды и присоединяется в процесс адаптации (Агаджанян Н.А., Петрова Г. П., 1996; Казначеев В.П., Куликов В.Ю., 1980; Хаснуллин В.И. и соавт., 2005, 2009; Хаснуллин В.И., Хаснулина А.В., 2012, 2013).

В литературных источниках приводится информация о том, что на уровень напряжения ФСО человека оказывает влияние не только сила различных раздражителей, но и скорость их изменчивости. При этом чем выше уровень изменчивости факторов, тем меньше остается у организма времени для адаптации, тем больше и тяжелее воздействие на функциональные системы организма и острее ответная реакция (Зенченко Т.А. и соавт., 2011; Еськов В.М., 2004; Казначеев В.П. и соавт., 1980; Карпин В. А. и соавт., 2003; Карпин, В.А., Филатова О.Е., 2012; Соловьев В.С. и соавт., 2014; Сороко С. И., Алдашева А. А., 2012; Хаснуллин В.И. 2000).

В.С. Соловьев и его соавторы (2014) также отмечают существенное негативное воздействие колебания экстремальных факторов. По мнению указанных авторов, отклонение в течение суток в северном регионе температуры

воздуха на 6-8 градусов, атмосферного давления на 8 мм рт.ст., на фоне низкой влажности (содержание водяных паров) менее чем 8-10 г/м³, а также скорости ветра более чем на 8 м/с считается существенным. Всё это является пусковым механизмом развития первоначально небольших отклонений в системе регуляции КРС, а в дальнейшем и патологии.

С.Д. Григорук и В.Н. Катюхин (2004), изучив воздействие антропогенных и климатогеографических факторов риска формирования заболеваний ССС в г. Сургуте, пришли к выводу, что встречаемость заболеваний ССС (в частности инфаркта миокарда) была намного выше в месяцы, сопровождающиеся совпадением пиковых концентраций загрязняющих воздух веществ, низкой температуры воздуха и резких колебаний атмосферного давления воздуха, низкой влажности воздуха.

В работах В.И. Хаснулина (2000, 2005) по изучению механизмов возникновения кардиометеопатий отмечается, что метеогелиофизические факторы риска более значительны, чем роль курения, избыточного веса, повышенного уровня холестерина.

По данным литературы, выделяют разные степени метеопатических реакций. Например, головная боль, боли в области сердца и суставах (субъективные симптомы) характерны для первой степени метеопатических реакций. Интоксикация и субфебрильная температура (объективные симптомы) свойственны для второй степени. При третьей степени происходит обострение симптомов основного заболевания (гипертонические кризы, приступы стенокардии и различные легочные патологии) (Брагинский М.Я. и соавт., 2006; Евдокимов В.Г. и соавт., 2007; Карпин В. А. и соавт., 2003; Хаснулин В.И., 2000).

На начальном этапе адаптации к экстремальным условиям Севера отмечается усиление использования функциональных резервов организма и за счёт этого реализация срочной, но незавершенной адаптации (компенсаторных реакций). Для этого периода свойственно нарушение межсистемных взаимодействий, а также перестройка центральных механизмов регуляции и

межсистемной координации кардиореспираторной системы (Агаджанян Н. А., 2009; Агаджанян Н. А., Нотова С.В., 2009; Еськов В.В. и соавт., 2015; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009). Важным в формировании данного состояния считается соотношение силы, длительности воздействия факторов и индивидуального функционального резерва организма человека (Карпин В. А. и соавт., 2003; Сороко С. И., Алдашева А.А., 2012; Тюрнина А.И., 2003). Очевидны снижение умственной и физической работоспособности, повышение тревожности, сдвиги гормонального статуса, что впоследствии (продолжительное состояние незавершенной адаптации) повышает риск появления различных заболеваний. Усиление защитно-компенсаторных реакций и ограничение адаптационных реакций кардиореспираторной системы говорят о превышении границ нормы функциональных резервов организма, что способствует негативному прогнозу для долговременной адаптации (Агаджанян Н. А. и соавт., 2006; Агаджанян Н. А., 2009; Евдокимов В.Г. и соавт., 2007).

Комплексное воздействие перечисленных выше факторов окружающей среды северного региона оказывает особое воздействие на состояние иммунной системы населения Севера, особенно детского. Отсутствие профилактических мероприятий способствует снижению сопротивляемости организма, что в дальнейшем может привести к формированию различных заболеваний (Добродеева Л.К. и соавт., 2004; Зуевский В. П. и соавт., 2001; Кривошеков С.Г., Гребнева Н.Н., 2000; Литовченко О.Г., 2009; Попова М.А., 2009).

Важной характерной чертой Севера служит то, что большинство населения является пришлым, поэтому говорить о популяционной адаптации к суровым условиям Севера невозможно (сроки, необходимые для формирования адаптивного типа населения, могут исчисляться сотнями лет). В связи с этим вопросы влияния на организм человека экстремальных экофакторов Севера необходимо отнести к первоочередным (Агаджанян Н.А., Петрова Г.П., 1996; Агаджанян Н. А., 2009; Бойко Е.Р., 2005; Еськов В.М. и соавт., 2004; Казначеев В.П. и соавт., 1986; Карпин В. А. и соавт., 2003; Нифонтова О.Л., 2009).

Скомпенсировать негативное влияние Севера РФ и укрепить здоровье детского организма позволит организация оздоровительных мероприятий в комфортных климатических условиях. Изменение среды обитания путём перемещения (детей) в южные широты проявляется перестройкой функционального и психофизиологического состояния ребенка и требует дополнительного времени для адаптации. Однако, учитывая регулярный отдых детей Севера в более южных регионах, развитие адаптационных возможностей и реакция растущего детского организма на экстремальные экофакторы Севера и широтные перемещения остаются малоизученными. Особенно это касается гендерных различий. Для ХМАО - Югры характерно резкое нарастание диспропорций между женским и мужским населением после 60 лет, что происходит за счёт сравнительно высокой смертности именно пришлого населения, в результате чего озвученная проблема занимала первое место в настоящем исследовании.

1.2. Состояние параметров ССС школьников в рамках стохастического подхода

Сердечно-сосудистая система ребенка в разные возрастные периоды испытывает ряд изменений, ориентированных на обеспечение высоких потребностей подрастающего организма (Агаджанян Н.А. и соавт., 1997; Грибанов А.В., Малофеевская И.Н., 2011; Кучма В.Р., 2002; Кушнир С.М., Богомолова Е.А., 2006; Литовченко О.Г., 2009; Нифонтова О.Л., Пряхин Е.И., 2002; Рапопорт Ж.Ж., 1979; Токарев С.А., 2007; Nichols M., 2013).

Сердце как высокочувствительный индикатор реагирует на любые совершающиеся в организме процессы. Следовательно, функциональное состояние сердечно-сосудистой системы детей не обусловлено исключительно биологическими закономерностями развития (Логинов С.И., Борисовская С.И., 2000; Еськов В.В. и соавт., 2015; Поборский А.Н., Пшенцова И.Л., 2002; Berenson G. S., 1980). Оно значимо определяется факторами среды обитания, образом

жизни, привычками, характером питания. Существенная роль в этом вопросе принадлежит комплексному влиянию неблагоприятных эколого-гигиенических факторов внешней среды, негативно воздействующих на функциональное состояние организма ребенка (в частности на ССС) (Кучма В.Р. и соавт., 2008; Логинов С.И., 2005; Поборский А. Н., 2000; Сапин М.Р., Брыксина З.Г., 2002).

ССС играет важную роль в приспособлении растущего организма к влиянию различных экстремальных факторов внешней среды, а также в значительной степени определяет адаптационно-приспособительные возможности организма в целом. Вследствие этого весьма важно выявить параметры основных показателей ССС на разных этапах онтогенеза (детский, подростковый) (Соколов А.Г., 2002; Шлык Н.И., 1991). По сравнению с взрослой ССС сердечно-сосудистая система ребенка имеет свои характерные физиологические особенности. На протяжении абсолютно всех периодов детства до самого зрелого возраста наблюдается постоянное и неравномерное формирование сердца и кровеносных сосудов. Происходит увеличение массы, объема полостей сердца, изменяются пропорции его отделов, с возрастом трансформируется нервная регуляция работы системы кровообращения (Грибанов А.В., Малофеевская И.Н., 2011; Нифонтова О.Л., 2009).

Наиболее интенсивный рост сердца, согласно научным данным, наблюдается в период с 12 до 14 лет, далее такой рост отмечается с 17 до 20 лет. По мере роста и развития организма увеличивается и масса сердца. В возрастной период до 12 лет по сравнению с девочками, масса сердца у мальчиков больше. Однако с 11-12 лет у девочек начинается период интенсивного роста сердца, поэтому к 13-14 годам масса сердца девочек превосходит значение данного показателя у мальчиков. После 16 лет у девочек прирост массы сердца замедляется. По завершении пубертатного периода масса сердца увеличивается примерно в 2 раза и принимает свойственную для взрослых форму (Литовченко О.Г., 2009; Сапин М.Р., Брыксина З.Г., 2002; Evans, J.M. et al., 2001).

Главной особенностью сердечно-сосудистой системы ребенка считается несоответствие между увеличением просветов кровеносных сосудов и объемом

полостей сердца. Обычно у детей наблюдается относительно большой просвет сосудов при небольшом объеме сердца. Во время пубертатного периода совместно с показателями физического развития наблюдается интенсивный рост объема сердца, в то время как увеличение просветов кровеносных сосудов и устьев клапанов происходит непропорционально росту организма. Вследствие этого осуществляется изменение артериального давления, а также показателей гемодинамики (скорость кровотока) (Волокитина Т.В., Грибанов А.В., 2004; Шиян А.В., 2005). Сердце крайне чувствительно по отношению к физиологически активным веществам, а именно к катехоламинам. При том остальные биологически активные вещества (простагландины, кортикостероиды) влияют на сердечную мышцу опосредованно (Морман Д., Хеллер Л., 2000; Судаков К.В., 2006; Pannier J.L., 1978). Обратим внимание, что особая роль в подростковом периоде отводится психоэмоциональному статусу ребёнка.

В разные возрастные периоды воздействие корковых структур головного мозга на процесс кровообращения имеет определенные особенности, обусловленные возрастом, типом высшей нервной деятельности и общим уровнем возбудимости ребенка. При этом не только внешние факторы оказывают влияние на сердечно-сосудистую систему ребенка. Скорость и силу сокращения миокарда на уровне нейрогуморальных влияний и миокардиальных клеток регулирует система ауторегуляции миокарда. Именно способность к саморегуляции даёт возможность адаптировать деятельность миокарда к непрерывно изменяющимся условиям внутренней и внешней среды. Такая специфика функционального состояния миокарда серьезно сказывается на возрастной динамике показателей ССС (артериальное давление, сердечный выброс, объем циркулирующей крови) у детского населения (Агаджанян Н.А. и соавт., 1999; Кучма В.Р. и соавт., 1999; Соколов А.Г., 2002; Тюрнина А. И., 2003; Шлык Н.И., 1991; Parati G. et al., 2013).

Согласно данным ряда авторов (Волокитина Т.В., Грибанов А.В., 2004) у здорового ребенка динамику формирования механизмов регуляции кардиоритма отражает анализ структуры синусового ритма сердца. Однако функционирование

и регуляция синусового ритма сердца у детей протекают волнообразно. В возрасте 7-10 лет (младший школьный возраст) у детей наблюдаются снижение уровня функциональной деятельности организма при более высоком уровне напряжения компенсаторных механизмов, преобладание центрального контура регуляции и активности симпатического отдела ВНС.

В научных трудах ряда исследователей (Кушнир С.М., Богомолова Е.А., 2006; Нифонтова О.Л., 2009) отмечается свойственное для детского организма (6-7 лет) повышенное влияние активности симпатического звена при несовершенстве автономного контура регуляции и функциональных возможностей деятельности сердца. Между тем, данные механизмы регуляции сердечного ритма неидеальны и могут привести к перенапряжению, нарушению процессов адаптации с последующим формированием патологического процесса. При увеличении возраста механизм регуляции системы кровообращения претерпевает изменения, которые со временем формируют рациональные соотношения между каналами регуляции (гуморальными и нервными), а также холинергическими и адренергическими механизмами нервной системы. Одновременно снижается роль в управлении сердечным ритмом центрального контура регуляции, отмечается усиления влияния парасимпатического отдела в автономном контуре регуляции, что характерно именно для северных регионов РФ (Литовченко О.Г., 2009; Логинов С.И., 2005; Сапин М.Р., Брыксина З.Г., 2002).

В процессе формирования сердечно-сосудистой системы у детей наблюдается трансформация реакций ССС на физическую нагрузку (отмечается увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС)). При этом чем меньше возраст ребенка, тем в большей степени проявляется реакция организма даже на незначительную физическую нагрузку (повышение ЧСС). Частота сердечных сокращений является одним из неустойчивых (лабильных) показателей системы кровообращения. Значение ЧСС непосредственно зависит от индивидуальных особенностей человека (половых, возрастных). С возрастом (в норме) происходит урежение частоты сердечных сокращений до определенного

значения. Этот факт связывают с увеличением тонической активности центра блуждающего нерва. Урежение пульса у детей в процессе возрастного развития обусловлено усилением вагусных влияний на хронотропную функцию сердца.

Обусловленное возрастом нарастание взаимосвязи (и их силы) показателей АД, САД и МОК и объемной скоростью сердечного выброса, мощностью и внешней работой сердца, наряду с появлениями новых связей, показывает возрастное созревание ССС, ее переход на экономный режим работы и говорит о больших адаптивных возможностях гемодинамики (Логоинов С.И., Борисовская С.И., 2000; Соколов А.Г., 2002; Шлык Н.И., 1991; Parikh N.I. et al., 2008; Freedman D.S., Khan L.K., 2008). В условиях Севера РФ это всё имеет определенные особенности, что находит отражение в ряде работ ученых ХМАО – Югры.

Научные исследования О.Г. Литовченко (2009), посвященные изучению возрастной динамики параметров кардиореспираторной системы детей в возрасте 7–20 лет, выявили характерные особенности параметров ССС и внешнего дыхания у уроженцев Среднего Приобья. В первую очередь, упомянутый автор отмечает закономерные изменения динамики частоты сердечных сокращений в соответствии с изменением возраста детского населения Севера (чем старше становятся дети, тем реже частота сердечных сокращений). У школьников г. Сургута частота сердечных сокращений в возрасте 7-11 лет составляет 90–95 уд./мин, а в возрасте 12–14 лет данный показатель равен 80–84 уд./мин. Однако разбросы по данным параметрам на Севере РФ более существенный, чем в средней полосе России.

АД является одним из основных параметров системы кровообращения, так как суммарно отражает функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Артериальное давление находится в зависимости не только от возрастных особенностей, но и от показателей физического развития, пола, климатогеографических условий и конституциональных особенностей организма ребенка. Например, повышению артериального давления может способствовать избыточный вес или высокий рост (Агаджанян Н.А. и соавт., 2001; Морман Д.,

Хеллер Л., 2000; Mitchell G.F. et al., 2010). Это, в свою очередь, будет негативно сказываться на состоянии ССС учащихся различных возрастных групп. Низкий рост или недостаток массы тела практически не влияют на величину АД. В связи с этим у мальчиков наблюдается более высокий уровень АД по сравнению со значением данного показателя у девочек (Нифонтова О.Л., 2009; Шлык Н.И., 1991; Freedman D.S., Khan L.K., 2008). Величина артериального давления продиктована комплексом различных факторов: тонусом артериальных сосудов, мощностью левого желудочка сердца и емкостью сосудистого русла. Уровень системного артериального давления (САД) у ребенка по сравнению с взрослым человеком ниже. Отличительной особенностью детского организма является небольшой резерв (в сосудах компрессионной камеры) потенциальной энергии, в связи, с чем высокая скорость кровотока возмещается невысоким удельным сопротивлением периферических сосудов. Минутный объем кровообращения, сочетающийся с низким удельным сопротивлением периферических сосудов и небольшим размером сердца, способствует минимальному по сравнению со взрослыми периоду кругооборота крови. При этом половые отличия в показателях уровня АД станут явными только лишь в школьном возрасте и связаны с различной скоростью роста мальчиков и девочек (Кушнир С.М., Богомолова Е.А., 2006; Логинов С.И., 2005; Сапин М.Р., Брыксина З.Г., 2002).

А.В. Грибанов (2011) в своих трудах к функциональным особенностям состояния ССС учащихся Европейского Севера РФ относит повышенное диастолическое и среднее АД, снижение сердечного выброса у школьников младших классов (у старших отмечается повышение). Также наблюдается увеличение тонуса прекапиллярных и периферических сосудов, повышение просвета функционирующих капилляров. Имеет место пониженная интенсивность периферического кровотока и степени раскрытия кровеносных сосудов. Всё это влияет на гемодинамику и приводит к определенным возрастным изменениям. Фенотипическая изменчивость САД обусловлена генетическими факторами на 38%, а диастолическое артериальное давление – на

42%. При этом существенный вклад в уровень артериального давления вносят внешние условия.

В трудах О.Л. Нифонтовой (2009) отмечается, что экономизация кровообращения у учащихся (ханты и уроженцы Среднего Приобья) с возрастом немного снижается. Дифференциальная оценка функции ССС продемонстрировала, что 50% детей - уроженцев Среднего Приобья имели гиперкинетический тип кровообращения.

В работах О.Г. Литовченко (2009) акцентируется внимание на том, что у сургутских детей в возрастной период 14-16 лет наблюдается повышение систолического артериального давления, что, вероятно, связано с активными перестройками организма в пубертатный период. Повышение АД (при значительном увеличении массы и длины тела) способствовало достаточному обеспечению кровообращением органов и тканей. Отмечается постепенное (с возрастом) нарастание систолического объема (СО). Статистически достоверное увеличение показателя гемодинамики наблюдалось у школьников в возрасте 13-16 лет. Выявлено напряжение регуляторных механизмов системы кровообращения, которое заключается в повышении тонуса симпатической нервной системы в регуляции ССС. В системе внешнего дыхания наблюдается отклонение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) от нормы на 10–30%. По мнению исследователя, это указывает на процесс развития экологически предопределенной региональной «нормы» системы внешнего дыхания, которая носит компенсаторно-приспособительный характер.

Выделяют несколько этапов в формировании системы кровообращения детского населения Севера. В частности, для первого этапа (возраст детей 7-9 лет) характерны изменение (перестройка) электромеханической работы сердца, увеличение интенсивности периферического кровотока и сердечного выброса.

Второй этап (10-13 лет) отмечается наиболее существенными преобразованиями электромеханической деятельности сердца, так как увеличивается просвет функционирующих капилляров и наблюдается склонность к экономизации периферического кровотока.

Третий этап приходится на возрастной период 14-16 лет. Имеют место (при стабилизации электромеханической сердечной деятельности) значительное повышение артериального давления, увеличение просвета функционирующих капилляров и сердечного выброса, интенсивность периферического кровотока не снижается (Нифонтова О.Л., 2009; Сапин М.Р., Брыксина З.Г., 2002; Соколов А.Г., 2002).

Рассмотрим несколько подробнее влияние пубертатного периода на показатели ВСР, так как именно эти дети (школьники) и послужили объектом проведенных нами исследований. Для периода полового созревания характерно снижение степени выраженности β -адренергических влияний на ССС. Период полового созревания характеризуется отчетливыми изменениями в деятельности ССС и регулирующих её систем. Данный факт связывают с функционированием эндокринной системы и активно вырабатываемыми гормонами в этот промежуток жизни. Повышается уровень гормональной активности щитовидной железы и яичников, происходит гиперактивация системы гипоталамус – гипофиз – надпочечники. Между тем, гормоны половых желез по типу обратной связи воздействуют на работу центральной (ЦНС) и вегетативной нервной системы. В пубертатный период наблюдается интенсивное увеличение размеров сердца, а также объема его полостей. Происходит изменение ритма сокращений сердца, уровней артериального, венозного давления. Данная физиологическая реакция не случайна, она ориентирована на сохранение кровоснабжения организма в период интенсивного роста на оптимальном уровне.

Ещё раз отметим, что система кровообращения является многоуровневой, нейрогуморальной, саморегулирующейся системой и включает в себя иерархически сопряженные структуры управления – центральные и автономные автономные (Агаджанян Н.А. и соавт., 2005; Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2000; Михайлов В.Н., 2000; Шлык Н.И., 1991; Яблчанский Н. И., Мартыненко А. В., 2010; Saiz, D. A. et al., 1991). К центральным структурам в регуляции сердечного ритма относят различные звенья, от подкорковых центров и структур продолговатого мозга до гипоталамо-гипофизарного уровня вегетативной

регуляции. Автономные структуры содержат синусовый узел и ядро блуждающего нерва. Автономные структуры осуществляют рефлекторную саморегуляцию ритма сердца вследствие изменения наполнения кровью полостей сердца при дыхании (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2001; Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В., 2001; Malik M. et al., 1996; Rawenwaaij-Arbts, C.M. et al., 1993).

Выделяют ряд уровней регуляции сердечного ритма. Первый уровень способствует взаимодействию организма человека с окружающей средой, обеспечивается адаптация организма к внешним факторам воздействия. Этот уровень производит координацию функционирования всех органов и систем организма в ответ на различные влияния факторов внешней среды.

Второй уровень осуществляет взаимодействие разных систем организма между собой, а также способствует обеспечению межсистемного гомеостаза. Особую роль при этом играют высшие вегетативные центры, так как они поддерживают гормонально-вегетативный гомеостаз.

Третий уровень благоприятствует обеспечению внутрисистемного гомеостаза в разных системах организма. Значимая роль на данном уровне принадлежит подкорковым нервным центрам (в частности, вазомоторному центру), которые оказывают на деятельность сердца стимулирующее или угнетающее воздействие через симпатические нервы (Баевский Р.М. и соавт., 1984, 2001; Березной Е.А. и соавт., 2005; Рябыкина Г.В. Соболев А.В., 2001; Ходырев Г. Н. и соавт., 2011; Яблучанский Н. И., 2010; Schmidt, G. et al., 1995). В целом регуляция ССС имеет характерный иерархический вид.

Процесс адаптации на Севере (особенно у детского населения) сопровождается различными изменениями функционального состояния ВНС (Грибанов А.В., Волокитина Т.В., 2006; Кривошеков С.Г., Гребнева Н.Н., 2000; Поборский А.Н., Пшенцова И.Л., 2002; Рапопорт, Ж.Ж.).

Ряд авторов (Еськов В.М. и соавт, 2004; Карпин В. А. и соавт., 2003; Хаснулин В.И., 2000) в своих научных трудах отмечают повышение активности парасимпатического тонуса (снижение артериального давления и частоты

сердечных сокращений) при продолжительном проживании на Севере. При этом резкие скачки температурного режима приводят к повышению напряжения центрального контура регуляции и активности симпатического отдела ВНС. По данным некоторых авторов, чем наиболее выражено изменяется атмосферное давление воздуха, тем чаще отмечается преобладание тонуса симпатической части ВНС. Это способствует излишней вегетативной реактивности на метеопараметры (Брагинский М.Я. и соавт., 2006; Карпин В. А. и соавт., 2003).

Анализ деятельности ССС и ВНС у детского населения Крайнего Севера с вегето-сосудистой дистонией (ВСД) показал ваготоническую направленность вегетативного тонуса у 58 % школьников и снижение вегетативной реактивности у 54 % .У учащихся установлены гипердиастолические (32%) и тахикардические (34%) варианты реакции ССС на клиноортостатическую пробу, что указывает на снижение компенсаторно-адаптационных возможностей организма (Нифонтова О.Л., 2009).

По данным А.Н. Поборского (2000), у детей, проживающих в г. Сургуте, отмечается напряжение адаптационно-приспособительных механизмов. Указанный автор, проанализировав состояние ВНС школьников первых классов (105 школьников, в возрасте 7-8 лет) г.Сургута, установил, что симпатикотония отмечается у 35% учащихся, в 10% случаев наблюдается гиперсимпатикотония, у 26% школьников – парасимпатикотония, а у 29% школьников присутствует выраженная эйтония

В научной трудах Т.В. Волокитиной (2001), посвященных комплексному обследованию школьников г. Архангельска, прослеживается наличие активных процессов формирования механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма у детей младшего школьного возраста в конце учебного года. Отмечено более высокое напряжение механизмов регуляции у девятилетних детей. В целом имеются особенности в регуляции КРС на Севере РФ, по состоянию ССС детей ХМАО - Югры (Северо-Запада Сибири).

Особый интерес представляет динамика поведения параметров ССС детского населения в условиях широтных переездов. Выделяют несколько типов

перемещений: трансмеридианное (смена часовых поясов), трансширотное перемещение (с Севера на Юг или наоборот), диагональное (одновременное изменение долготы и широты), трансэкваториальное и асинхронное (Ежов С.Н., 2003, 2007; Костенко Е.В. и соавт., 2013).

Трансширотные перемещения не способствуют фазовому рассогласованию датчиков, но вызывают рассогласование циркадианной системы. К примеру, при перемещении на Север отмечается уменьшение амплитуды синхронизатора, а также слабеет циркадианная организация. Обратная картина наблюдается при трансширотном перемещении на Юг. Отмечается увеличение амплитуды синхронизатора (сезонный десинхроз). Адаптирование организма человека к изменяющимся условиям окружающей среды (смена времен года, времени суток, солнечной активности) совершается при помощи биологических ритмов. Циркадианные ритмы организма синхронизированы с длительностью фотопериодов и проявляются в работе систем организма (ССС, нервной, эндокринной и др.) (Буров И.В., 2013; Кику П. Ф. и соавт., 2015; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 1999; Sack, R.L. et al., 2007; Bronson F.H., 2004).

Различают циркадианные (суточные), ультрадианные (продолжительность более суток), цирканнуальные (годовые) и инфрадианные (продолжительность менее суток) биоритмы. Регуляции биоритмов осуществляется гипоталамусом. Циркадианные ритмы чувствительны к разным видам внешних влияний (например, переезды в другие климатические зоны, стресс, смена часовых поясов), а нарушения ритмов могут быть начальными симптомами развивающихся нарушений в жизнедеятельности организма (Бреус Т.К., 2002; Ежов С.Н., 2003).

В работах Е.В. Костенко и его соавторов (2013) приводятся данные результата генетического исследования на мышах, указывающие, что мутация гена *Per2*, который отвечает за регулирование циркадианного ритма АД и сердечного ритма, способствует статистически значимому снижению артериального давления и ЧСС, а также сокращению циркадианного суточного

цикла. Данные могут свидетельствовать о взаимосвязи циркадианной системы и деятельности ССС.

Особая проблема возникает при нарушении биоритмов при работе ССС. При нарушениях биоритмов (воздействие экстремальных факторов) появляется десинхроноз. Выделяют эндогенные и экзогенные десинхронозы. По этиологии экзогенные десинхронозы подразделяют на несколько групп: фотодесинхронозы (влияние постоянного освещения), термодесинхронозы (изменение температуры); бародесинхронозы (резкие изменения атмосферного давления); десинхронозы перемещения (перелеты и переезды), гелиодесинхронозы (изменение активности солнца) и социальные десинхронозы.

Различают несколько стадий десинхроноза: стадия временного рассогласования (1 стадия); стадия регуляторных нарушений (2 стадия); стадия энергетических, биохимических нарушений (3 стадия); стадия структурных нарушений биоритмов (4 стадия). Выделяют следующие синдромы десинхроноза: астеноневротический – наблюдается нарушение ритмов коры (отмечается головная боль и слабость); нервно-дистрофический – происходит нарушение ритма подкорковых структур, а также гипоталамуса; вегетативные нарушения – имеют место нарушения ритмов ВНС; эндокринные нарушения (Ежов С.Н., 2003; Костенко Е.В. и соавт., 2013; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009).

При трансширотных перемещениях (с Севера на Юг и обратно) изменяются фазы годового ритма, отмечается сезонная десинхронизация. Основное место при данных перемещениях принадлежит несоответствию сезонной готовности физиологических систем организма сезонным колебаниям внешних времязадателей в новом месте. Фазовых рассогласований ритмов внешних времязадателей и биоритмов организма не наблюдается, однако не совмещаются их суточные амплитуды. В условиях перелета на Север амплитуда внешних синхронизаторов снижается, что способствует уплощению биоритмов. В южных широтах отмечается повышение амплитуды синхронизаторов, появление эффекта «гиперстимуляции». В данных условиях активизируются в основном

системы организма, отвечающие за перестройку обменных процессов, схожих с сезонными изменениями (Кривошеков С.Г. и соавт., 2003; Мишина Е.А., 2007).

Реагирование организма на воздействие условий внешней среды изменяется в зависимости от стадии хроноадаптационного процесса. Начальный период десинхроноза характеризуется сохранением «старого» стереотипа суточной периодики практически большинства функций. Длительность стадии (1–3 дня, в течение которых не успевает сформироваться острый десинхроноз) обуславливает ряд факторов (до и после перелета, а также в процессе). В период острого десинхроноза наблюдается перестройка многих функций (стабильных и лабильных), отмечаются жалобы на усталость и плохой сон, появление раздражительности, снижение продуктивности (физической, психомоторной), заторможенности и сонливости в дневное время. Этот симптомокомплекс может проявляться по-разному (слабо или выраженно). Однако на стадии острого десинхроноза отчетливо видны более активные стрессовые реакции, сопряженные с резкой активизацией систем организма (Ежов С.Н., 2013).

Особенный интерес вызывает обстоятельство учащения у здоровых людей случаев процесса реполяризации миокарда. Если патология отмечалась до переезда, то после наблюдалось ее отчетливое усугубление. В большей степени снижался уровень выраженности синусовой аритмии, практически до появления ригидного ритма. В процессе акклиматизации отмечалась положительная динамика ЭКГ. Имели место изменения со стороны реографических показателей (уменьшение ударного выброса крови, падение кровенаполнения периферических кровеносных сосудов и повышение их тонуса). Наблюдались активность (повышение) гормональных систем (в частности, симпатoadреналовой системы) при перелете на запад и снижение при перелете на восток. В период реадаптации установлены изменения ряда клинико-биохимических показателей.

Скрытый десинхроноз характеризуется постепенным упрочением и перестройкой крайне инертных функций (гормонального и клеточного обмена и др.). Отмечаются постепенное минимизирование реакции и рост

функциональных возможностей (организм менее активно проявляет реакцию на адаптирующий фактор). Особенность данного периода заключается в кажущемся благополучии. Ранние жалобы исчезают, но окончательная перестройка циркадианной периодики еще не подходит к концу (Бреус Т.К. и соавт., 2002; Кривошеков С.Г. и соавт., 2003; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009).

Ряд авторов (Костенко Е.В. и соавт., 2013; Матюхин В.А. и соавт., 1986) полагают, что широтные перемещения способствуют существенным изменениям функционирования организма, характер которых зависит от климатического контраста, продолжительности перелета, индивидуальных особенностей организма. Выявлено, что перемещения вызывают нарушения структуры биоритмов физиологических систем организма (десинхроноз), что может привести к дискоординации механизмов регуляции организма.

При перемещениях в контрастные климатические условия отмечается первая (кратковременная) реакция организма, характеризующаяся снижением работоспособности и повышением уровня энергозатрат организма. Данную реакцию можно расценивать как фазу стресса. Параллельно развиваются специфические адаптационно-приспособительные реакции организма, которые формируются на фоне определенных экологических особенностей среды. Наблюдается рассогласование работы физиологических систем и соподчиненности физиологических функций. Требуется некоторое время (дни) для формирования механизмов регуляции и перестройки пространственно-временных взаимодействий функционирования организма в новых условиях (Ежов С. Н., 2007).

Ряд авторов (Бреус Т.К. и соавт., 2002) отмечают, что после 3 часового авиа-перелета у пассажиров происходит снижение амплитуды 24 часовых колебаний физиологических показателей. По данным литературы, чем выше скорость пересечения при перелете часовых поясов, тем больше снижается амплитуда суточных колебаний показателей (Матюхин В.А., Разумов А.Н., 2009).

По мнению С.Н. Ежова (2003), при перемещении через 7 часовых поясов для полного синхронизирования организационно-временной структуры организма человека потребуется как минимум 1,5 месяца. У большинства обследованных (70%) по субъективным наблюдениям восстановление самочувствия и сна наступает только через неделю и в 15% случаев отмечается в течение 2–3 дней. У 10–15% обследованных выраженная картина десинхроноза со снижением работоспособности 1,5–2 недели (низкий уровень хроноадаптационных возможностей). Между тем, невзирая на нормализацию субъективного статуса, объективные показатели по биоритмологическому критерию свидетельствуют об отсутствии перестроек ряда вегетативных функций к новому времени за рамками 40 суток исследований

А.А. Мартыновой и её соавторами (2013) установлено, что смена широтных поясов и изменение уровня геофизических влияний при перемещениях с Севера на Юг, могут восприниматься организмом ребенка, как дополнительная нагрузка, для приспособления к которой требуется длительное пребывание в условиях средних широт. Отмечено, что у 48% детей адаптационно-приспособительный процесс протекает удовлетворительно (низкий уровень напряжения систем регуляции кардиоритма), адаптация организма у 53% детей обеспечивается повышением напряжения регуляторных систем с привлечением дополнительных резервов ССС, или она не происходит совсем. В регуляции сердечного ритма у 53% детей преобладает активность симпатического звена ВНС. Анализ частотного спектра *СР* показал, что только 26% детей имеют сбалансированную систему регуляции сердечного ритма. При этом у детей наблюдается разная продолжительность адаптации к новым условиям средних широт (хорошо адаптируются 36% детей, 32% адаптируются в середине и 32% в конце отдыха).

Ряд авторов (Погоньшева И.А., Алышева А.В., 2016) установили, что трансширотные и меридиональные миграции влияют на динамику показателей ССС (в частности, на ЧСС) детей г. Нижневартовска. Ученые определяли показатели ССС детей на первом этапе исследования в сентябре (после

отпускного периода), следующие измерения параметров проводились в ноябре (по литературным данным к этому времени подходит к концу сезонная адаптация важных систем жизнеобеспечения организма). Выявлено, что ЧСС в группе мальчиков выше, чем в группе девочек. Данная тенденция прослеживается и в отношении показателей систолического артериального давления (АДС). Показатели частоты сердечных сокращений в сентябре находились на верхней границе физиологической нормы и были выше таковых в ноябре, увеличение частоты сердечных сокращений в состоянии покоя говорит о напряжении в функционировании ССС, расходовании хронотропного резерва сердца. На втором этапе исследования (ноябрь) у детей обеих групп происходит снижение ЧСС до возрастной нормы, что свидетельствует об окончании адаптации ССС к изменяющимся условиям окружающей среды, которыми являлись трансширотные перемещения во время отпускного периода.

О.Н. Шимшиева (2015) отмечает, что после трансширотного перемещения активность механизмов регуляции сердечного ритма (центральных эрготропных, а также гуморально-метаболических) у подростков г. Сургута (спортсмены 15-17 лет) увеличилась, а в конце сборов у спортсменов наблюдалось снижение и возвращение показателя практически к исходному состоянию. Однако по приезду домой данная активность возросла в 3 раза. Кроме того, после перемещений наблюдается активизация парасимпатического звена ВНС, в конце сбора активизировалось симпатическое звено ВНС, при перемещении с Юга на Север произошла активация ПАР ВНС.

Для исследования уровня напряжения функциональных систем организма из показателей ВСР создан ряд интегральных показателей, которые несут значимую информацию о ФСО в целом. Анализ вариабельности ритма сердца можно назвать одним из значимых маркеров активности вегетативной нервной системы. При наблюдении разброса интервалов R-R можно судить о влиянии блуждающих нервов и дыхания (дыхательной синусовой аритмии) (Баевский Р.М. и соавт., 2001; Котельников С.А., 2002; Михайлов В.Н., 2000; Рябыкина Г.В., Соболев А.В., 2001; Яблчанский Н. И., 2010; Sassi R. et al., 2015; Kohara K.

et al., 1995). Метод математического анализа ВСР (вариационная пульсометрия) позволяет проанализировать направленность вегетативного тонуса, а также симпатико - парасимпатические соотношения. Метод заключается в построении гистограммы распределения $R-R$ – интервалов (5-минутной записи), которая фиксируется в состоянии расслабленного бодрствования. По графикам или числовой записи вариационной пульсограммы можно определить ряд показателей, которые в совокупности позволяют дать качественную оценку вегетативного тонуса. Например, одним из значимых показателей variability сердечного ритма является индекс напряжения регуляторных систем (ИН) (индекс Баевского). ИН отражает степень централизации в управлении сердечным ритмом (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2001).

В нормогенезе ритм сердца регулируется преимущественно собственным водителем ритма и местными влияниями, поступающими от ганглиев (симпатических и парасимпатических), а также уровнем гормонов в крови (адреналина). Между тем частота сердечным ритма волнообразно изменяется, наблюдается достаточно большой разброс времени между отдельными ударами сердца. В состояниях, требующих повышенной готовности, при стрессе и некоторых патологических состояниях к регуляции сердечного ритма подключаются ствол и кора головного мозга. Ритм становится более правильным, время между ударами одинаковым. Вместе с тем, индекс напряжения сильно увеличивается. При патологических состояниях со стороны сердца (стенокардия, ишемическая болезнь сердца) значение индекса напряжения также возрастает (Березной Е.А. и соавт., 2005; Шлык Н.И., 1991; Malik M., Camm A.J., 1993). Заметим, что у людей со здоровой ССС на фоне стресса, повышенного внимания готовности данный показатель иногда достигает 200-300 у.е., причем, чем выше показатель, тем сильнее уровень стресса (Баевский Р.М. и соавт., 1984; Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1997).

Изучение формирования ССС в различных периодах онтогенеза и в разных эколого-географических условиях является важным разделом физиологии. В связи с вышеизложенным особенно важно исследовать особенности

адаптационно-приспособительных реакций детей, проживающих в экстремальных условиях Севера.

Анализ литературы по теме диссертационного исследования дает возможность сделать вывод, что с образованием новых взглядов касательно регулирующей роли ВНС продолжают формироваться знания об общих механизмах адаптации (срочной и долговременной) на основе теории детерминированного хаоса и самоорганизации сложных биологических систем. Однако в рамках данных позиций реакции детского организма в ответ на широтные перемещения и оздоровительные мероприятия изучены недостаточно. Многочисленные исследования адаптационных перестроек детского организма в процессе жизнедеятельности проводились по большей части в условиях, отличных от Севера РФ (в средних широтах). Особенности адаптационных перестроек у детей, проживающих в северных регионах, мало изучены. Это и послужило основанием для осуществления настоящего исследования.

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Объект исследования

В настоящей работе проанализированы тринадцать параметров сердечно-сосудистой системы и особым образом параметры сердечного ритма 55 учащихся (25 мальчиков и 30 девочек) г. Сургута. Предметом анализа явились изменения параметров ССС учащихся до и после широтных перемещений (с Севера на Юг РФ и обратно) и проведения оздоровительных мероприятий. Исследования проводились в марте, температура воздуха в г.Сургуте составляла (-8°С до -16° С) в Туапсе (+8°С до +15°С). В ходе проведения исследования использовались результаты мониторингового обследования состояния ССС школьников 7-11 лет. Школьники по половому признаку были разбиты на две группы исследования (девочки и мальчики). В каждой группе тестирование выполнялось в 4-х разных временных промежутках: 1-й этап - до отъезда детей в оздоровительный лагерь «Юный нефтяник» (ЮН); 2-ой этап - по прилету в ЮН; 3-й этап в конце двухнедельного отдыха перед вылетом из ЮН; 4-й этап непосредственно по прилету в г. Сургут.

Критерии включения в исследование:

- 1) Возраст учащихся 7-11 лет;
- 2) Отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследования;
- 3) Наличие информированного согласия на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Критерии исключения из исследования: болезнь учащегося в период обследования.

Обследование школьников выполнялось неинвазивными методами и полностью соответствовало этическим нормам предусмотренными Хельсинской Декларацией Всемирной Медицинской Ассоциации (2000 г.), которые были связаны с разработкой методов многомерных фазовых пространств в оценке

хаотической динамики параметров variability сердечного ритма. В соответствии с требованиями статьи 9 Федерального закона от 27.07.2006 «О персональных данных» № 152-ФЗ – от каждого обследуемого получено согласие на обработку его персональных данных и информированное согласие на использование материалов исключительно в научных целях. Работа выполнялась в рамках государственной программы «Разработка новых методов теории хаоса и синергетики для изучения сложных биосистем в условиях саногенеза и патогенеза на Севере РФ» (901200965746).

Результаты статистической обработки данных показателей ССС учащихся при широтных перемещениях анализировались как с позиции статистики, так и в рамках новых методов, где рассчитывались объемы квазиаттракторов по вариационным размахам Δx_i каждого признака ССС (для КА $x_1 = x_1(t)$ - величина КИ и $x_2(t) = dx_1/dt$ - скорость изменения КИ). Методы описаны в ряде публикаций (Бетелин В.Б. и соавт., 2017; Еськов В.М. и соавт., 2006 - 2017). Результаты исследования мы разделили на два блока. В первом блоке представлены результаты исследования в рамках детерминистско-стохастического подхода (ДСП), во втором блоке показаны результаты использования новых методов и программных продуктов в рамках теории хаоса-самоорганизации. Дизайн блоков исследования представлен на рисунках 1 и 2. Данные обрабатывались согласно схеме приведенной на рисунке 2.

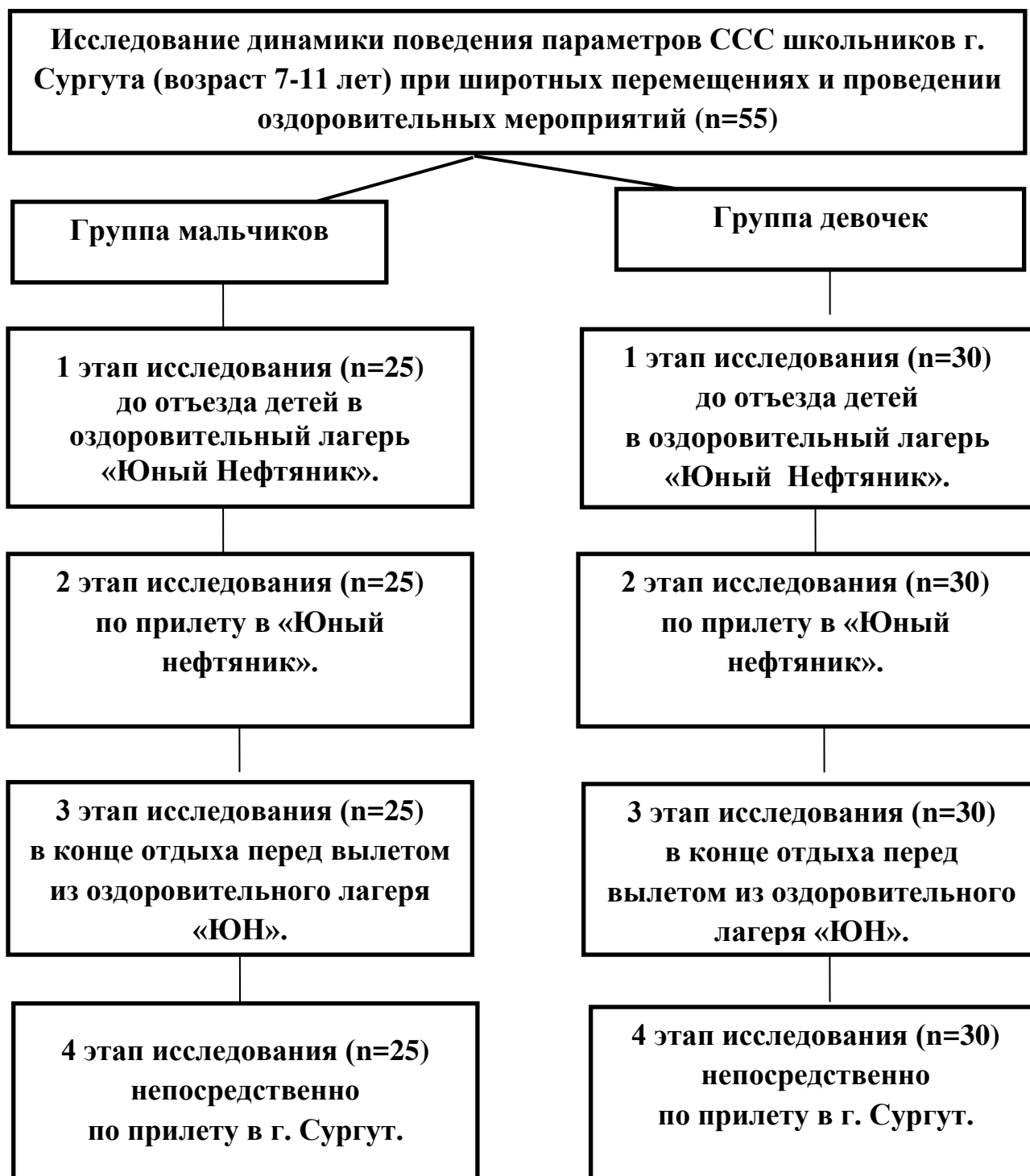


Рисунок 1 - Дизайн первого блока исследований.

Данные обрабатывались согласно схеме приведенной на рисунке 2.

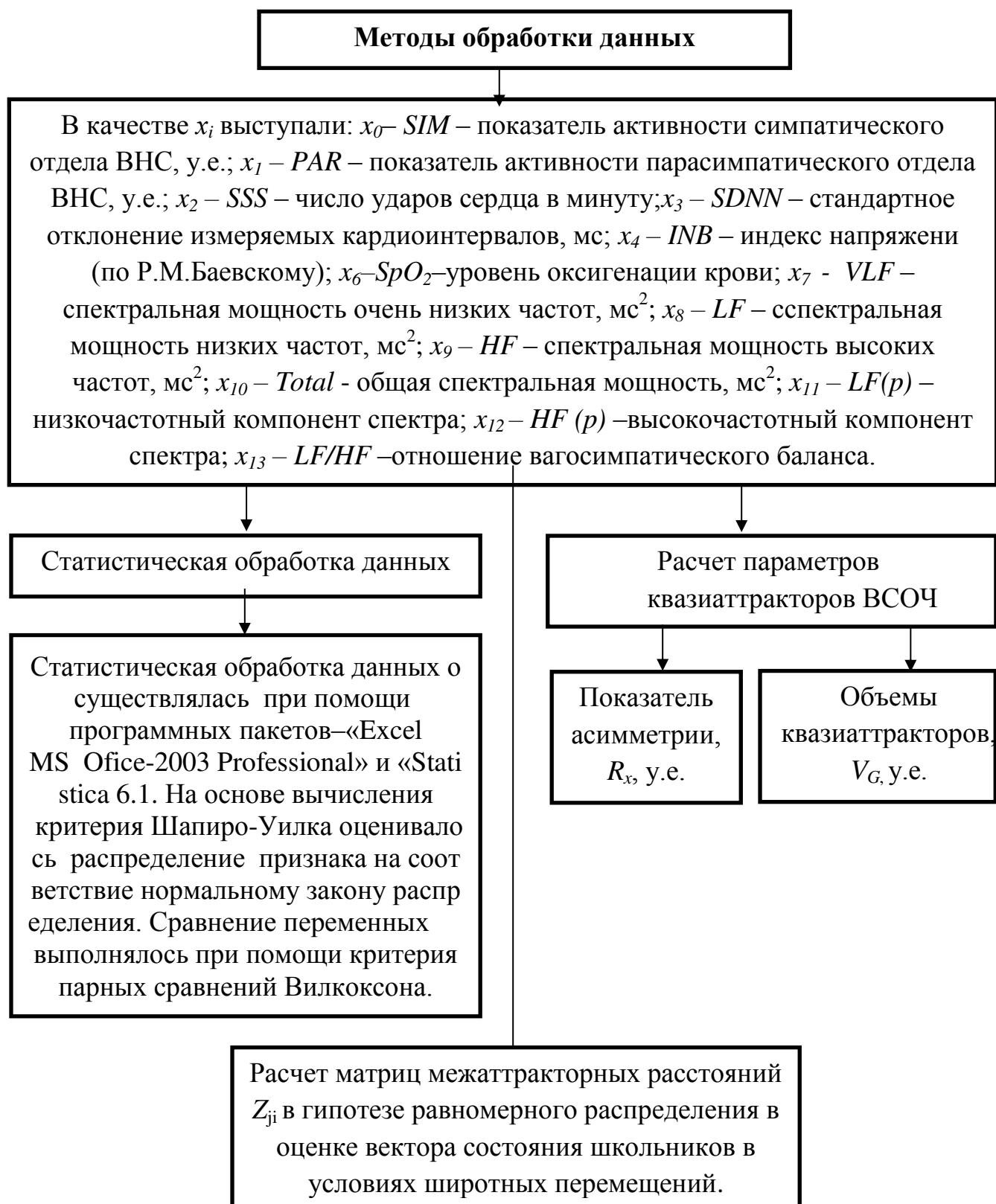


Рисунок 2 - Дизайн второго блока исследований.

2.2. Методы регистрации параметров сердечно-сосудистой системы человека с использованием ЭВМ

Систему кровообращения с точки зрения системного анализа регуляции ФСО можно представить как многоуровневую саморегулирующую систему, включающую иерархически сопряженные структуры управления – центральные и автономные (Агаджанян Н.А. и соавт., 2005; Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2000; Михайлов В.Н., 2000; Шлык Н.И., 1991; Яблчанский Н. И., Мартыненко А. В., 2010). От центральных структур по различным каналам регуляции (гуморальные, нервные) доставляются сведения, которые отражают функционирование органов и систем организма. Таким образом, кроме управления сердечным ритмом со стороны ЦНС, ставится цель регуляции адаптационных процессов (Агаджанян Н.А. и соавт., 2001; Котельников С.А.2002; Морман Д., Хеллер Л., 2000; Литовченко О.Г., 2009; Нифонтова О.Л., 2009; Baselli G. et al., 1998).

Автономная система принимает участие в локальных, небольших процессах регуляции, тем самым позволяя центральным (высшим) структурам не принимать участие в этом процессе регулярно. Только в случае невыполнения автономной системой своих функций или в случае потребности координирования работы нескольких подсистем организма, в регуляторные процессы вовлекаются высшие (центральные) системы (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2001; Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В., 2001; Malik M. et al., 1996). Из-за определенной автономности в состоянии нормогенеза (то есть в некотором гомеостатическом состоянии) центральные структуры управления слабо участвует в регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы. Однако при повышении уровня напряжения регуляторных систем, связанное с воздействием внешних раздражающих факторов (например, широтные перемещения), участие в регуляторной деятельности центральной нервной системы (ЦНС) увеличивается. Происходит централизация управления. Это, безусловно,

отражается на показателях ритма сердца. Проще всего это наблюдать при дозированной физической нагрузке, где параметры КРС изменяются весьма разнонаправлено для различных категорий населения Югры (Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1997; Еськов В.В. и соавт., 2015; Волокитина Т.В., Грибанов А.В., 2004; Шимшиева О.Н., 2015).

Напряжение регуляторных систем организма вызванное в процессе адаптационно-приспособительной реакции сопутствует активации защитно-компенсаторных реакций. Прежде всего, повышается уровень напряженности работы регуляторных систем (ЦНС и ВНС), так как их деятельность ориентирована на компенсирование появляющихся сдвигов от функционального оптимума. Анализируя уровень напряженности функционирования регуляторных систем, обеспечивающих необходимый уровень кровоснабжения, становится возможным определение функциональное состояние организма. В условиях воздействия различных факторов можно выявить особенности реакций КРС аборигенов и пришлого населения, спортсменов и детренированных групп населения (Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1997; Березной Е.А., 2005; Григорук С.Д., Катюхин В.Н., 2004; Еськов, В.М. и соавт., 2008; Кривошеков С.Г. и соавт., 2004). Однако напряжение регуляторных систем может возникнуть в покое и у здорового человека. Причиной этому может стать дефицит функциональных резервов организма. Это будет проявляться повышенной стабильностью сердечного ритма, что характерно для повышенного симпатического тонуса вегетативной нервной системы (Агаджанян Н.А., Нотова С.В., 2009; Яблучанский Н. И., Мартыненко А. В., 2010; Levy M.N., 1971; Malliani A., 1999). Обычно такая ситуация характерна для стресса.

В регуляторных системах организма изменения прослеживаются намного раньше и предшествуют метаболическим, энергетическим и функциональным отклонениям, возникающим в органах и системах организма. Оценить уровень напряжения регуляторных систем организма возможно посредством исследования в крови содержания гормонов (адреналин, норадреналин) или по ряду внешних признаков путем изучения изменения диаметра зрачка, например,

или по другим показателем. Между тем, наиболее доступным и достоверным параметром, отражающим процессы регуляции, считается ритм сердечных сокращений. Изменение динамических характеристик сердечного ритма при воздействии внешних раздражающих факторов (смена климатогеографических условий) наступают гораздо раньше, чем проявляются биохимические и гормональные сдвиги. В связи с этим, изменение показателей сердечного ритма могут являться прогностическими признаками развития различных патологий и использоваться для оценки результатов проведенного лечения (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2001; Волокитина Т.В., Грибанов А.В., 2004; Михайлов В.Н., 2000; Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В., 2001; Malik M., Camm Sztajzel A.J., 1993).

В настоящем исследовании использовались методы направленные на выявление различий и особенностей функционального состояния организма (ФСО) школьников до и после широтных перемещений (с Севера на Юг РФ и обратно) и оздоровления на Юге РФ. Данные методы базируются на использовании ЭВМ (разработанные и запатентованы в НИЛ Биофизики и медицинской кибернетики при СурГУ) в виде специальных программ ЭВМ. При этом методика исследования показателей кардиореспираторной системы является наиболее значимой в использовании метода вариационной пульсометрии с выявлением показателей функционального состояния ВНС.

Информацию о состоянии параметров вегетативной регуляции учащихся получали неинвазивным методом пульсоинтервалографии на базе приборно-программного обеспечения пульсоксиметра «ЭЛОКС-01 М» разработанного и изготовленного в ЗАО ИМЦ «Новые приборы», г. Самара (Калакутский Л.И., Манелис Э.С., 2003). Выбор данного метода был связан с тем, что наиболее доступным для регистрации параметром в оценке физиологического состояния испытуемого, отражающим процессы регуляции, является именно ритм сердечных сокращений. Динамические характеристики этого ритма позволяют выявить и оценить выраженность симпатических (*SIM*) и парасимпатических (*PAR*) сдвигов при изменении состояния испытуемого. Это также может быть мерой адапционно-приспособительных возможностей организма на внешние

факторы управляющего воздействия (оздоровительные мероприятия). Отделы вегетативной нервной системы обеспечивают регуляцию сердечного ритма и характеризуют состояние ВНС в виде интегративных показателей состояния симпатической ВНС (показатель *SIM*) и парасимпатической (*PAR*) ВНС (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2000).

В период регистрации этих показателей школьники находились в сидячем положении. Снятие показателей осуществляли с помощью пульсоксиметрического датчика, который надевался в виде прищепки на указательный палец. Рука испытуемого в момент обследования находилась на столе, на уровне сердца. С технической стороны пульсоксиметрический датчик выполнен с помощью фотоприемника и оптических излучателей. Фотоприемник используется в инфракрасном ближнем, а также в красном спектре диапазона световой волны. Это позволяет непрерывно определять значение частоты сердечных сокращений и уровень насыщения в крови гемоглобина кислородом. Программный продукт «Eg3-f.exe», которым снабжен прибор, в автоматическом режиме отображает в виде ряда показателей изменения работы и механизмов регуляции сердца в режиме реального времени, с одновременным построением гистограммы распределения длительности кардиоинтервалов (КИ) и регистрацией уровня оксигемоглобина (SpO_2) крови в процентах.

Для примера, на рисунке 3 мы представляем экран монитора ЭВМ, где демонстрируются основные параметры КРС, которые регистрируются у испытуемого с помощью прибора «ЭЛОКС-01 М». Полученные выборки кардиоинтервалов (КА) были обработаны с помощью специальных программ ЭВМ. В подходе усреднения показателей вегетативной нервной системы (*SIM* и *PAR*) была произведена небольшая модификация программного продукта. Это позволило отобразить процессы на фазовой плоскости в виде изменения хаотичных процессов.

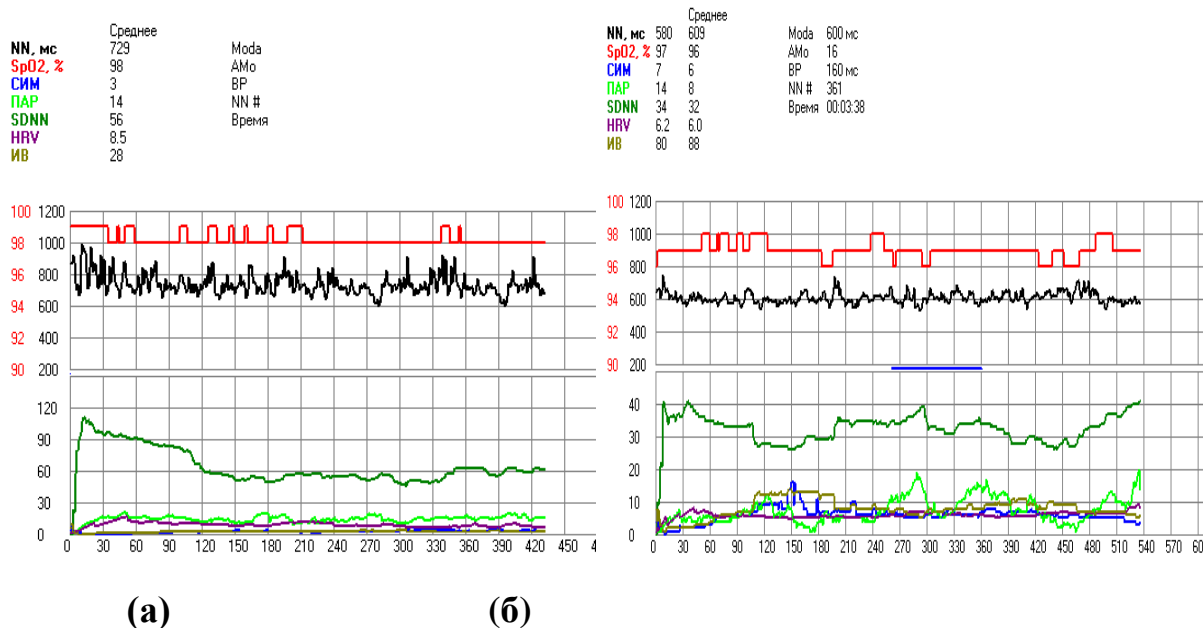


Рисунок 3 - Пример записи кардиоинтервалограммы с оперативным расчетом и выводом на дисплей показателей симпатического (*SIM*) и парасимпатического (*PAR*) отделов вегетативной нервной системы у одного и того же испытуемого (мальчика) до отъезда (а) и после двухнедельного отдыха в оздоровительном лагере (3 точка)

Важным критерием метода вариационной пульсометрии считается показатель продолжительности колебаний межимпульсовых интервалов по отношению к среднему уровню. Колебания межимпульсовых интервалов в норме сравнительно быстрые, поэтому существенная вариабельность сердечного ритма может проявляться под влиянием вагуса. Это будет говорить о преобладании тонуса парасимпатического отдела ВНС (параметр *PAR*). При повышении тонуса симпатического отдела ВНС, колебания будут носить медленный характер, вариабельность сердечного ритма в таком случае падает. Рост индекса активности *SIM* ВНС характеризует увеличение напряженности в организме и проявляется в повышение амплитуды гистограммы (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2001; Яблучанский, Н. И., 2010; Rawenwaaij-Arbts С.М., 1993).

Посредством подсчёта количества КИ, оказывающихся в поддиапазонах на которые делятся диапазон длительностей кардиоинтервалов, происходит построение гистограмм. Кардиоинтервалы, по ходу регистрации, автоматически

сгруппировываются по надлежащим поддиапазонам с вычислением в каждом поддиапазоне доли КИ. Длительность кардиоинтервалов, при рассмотрении изображения гистограммы на мониторе ЭВМ, будет откладываться по горизонтальной оси, а количество по вертикальной в надлежащем поддиапазоне длительностей. Вид гистограммы будет отображать закон распределения длительности КИ (Березной Е.А. и соавт., 2005; Михайлов В.Н., 2000; Шлык Н.И., 1991).

Количественный анализ гистограммы распределения КИ выполняется посредством расчета статистических параметров:

M_o (мода распределения) – выражает длительность кардиоинтервалов, встречающихся наиболее часто в выборке КИ, выражается в секундах. В виде M_o распределения берется первоначальное значение поддиапазона длительности в котором установлено максимальное количество КИ. Считается, что мода распределения отражает вероятный уровень функционирования синусового узла. Р.М. Баевский (2000) отмечал, что мода распределения отражает активность гуморального канала регуляции кардиоритма. M_o уменьшается при условии доминирования влияния на сердце симпатического звена ВНС и возрастает при доминировании влияния парасимпатического звена ВНС.

A_{mo} (амплитуда моды распределения) - это число кардиоинтервалов, которые соответствуют по длительности поддиапазону моды (M_o), измеряется в %, к объему выборки. Данный показатель отражает преимущественно активность симпатического отдела ВНС. Значение A_{mo} увеличивается при преобладании влияния на сердце симпатического звена и снижается при доминировании парасимпатического звена ВНС (Сергиенко В.И., Бондарева И. Б., 2001).

ΔX (вариационный размах) – отражает разность между максимальным числовым значением длительности кардиоинтервалов и минимальным в выборке, измеряется в секундах:

$$\Delta X = RR_{max} - RR_{min}, (1)$$

Значение ΔX снижается при преобладании влияния на сердце симпатического отдела ВНС, повышается при доминировании влияния парасимпатического отдела. Ряд авторов считает (Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2000; Грибанов А.В., 2001), что показатель ΔX отражает преимущественно влияние парасимпатического отдела ВНС на ритм сердца, хотя другие рассматривают этот показатель, как отражение суммарного эффекта регуляции сердечного ритма со стороны ВНС. Если кардиоритм жёсткий (ригидный синусовый ритм), то значение размаха очень маленькое.

Me (медиана) – значение интервала *NN*, которое делит вариационный ряд интервалов на 2-е равные части: 50% интервалов *NN* ряда будут иметь значение не больше, чем медиана и 50% интервалов ряда будут иметь значение не меньше, чем медиана (Гланц С., 1998). При доминировании влияния СИМ на сердце значение *Me* уменьшается, а при доминировании влияния ПАР – возрастает (Березной Е.А., 2005; Котельников С.А., 2002).

На основании статистических оценок рассчитываются следующие показатели: *SIM*, *PAR*, *INB*. Рассмотрим их подробнее.

Значение индекса напряжения по Р.М. Баевскому (*INB*) характеризует в целом состояние адаптационных реакций организма. *INB* отображает уровень централизации процесса регуляции принимая во внимание соотношение между показателями сердечного ритма.

Индекс адаптационных возможностей вычисляется по следующей формуле:

$$INB = A_{mo} / 2 \cdot M_o \cdot \Delta X \quad (2)$$

При преобладании симпатической регуляции числитель будет увеличиваться, а знаменатель – снижаться, в результате *INB* будет возрастать. При усилении симпатического тонуса обычно наблюдается учащение пульса, которое отражается снижением значения моды распределения (M_o) вместе с

увеличением амплитуды моды распределения (A_{mo}) и уменьшением вариационного размаха (ΔX), что способствует увеличению INB . Обратная картина наблюдается при усилении активности парасимпатического отдела ВНС, что отмечается уменьшением моды распределения и увеличением ΔX и M_o наряду со снижением уровня INB (Баевский Р.М. и соавт., 1984, 2000- 2004).

Р.М. Баевский и соавт. (1984) предложили выделить три диапазона данного показателя. Первый диапазон (интервал от 30 до 90 усл. ед.) состояние организма вне стрессовой ситуации. Второй диапазон (интервал от 90 до 160 усл. ед.) отражает состояния организма человека в зоне адаптации при стрессовой ситуации. Третий диапазон (интервал более 160 усл. ед.) состояние организма человека пребывающего в стрессовой ситуации, наблюдается перенапряжение регуляторных систем организма. Другая классификация предлагает подразделять показатель INB на несколько типов: нормотонический (интервал 68–138 усл. ед.); ваготонический (менее 68 усл. ед.); симпатикотонический (более 138 усл. ед.) (Ходырев Г. Н., 2011). Так как при сильном стрессе и различных заболеваниях показатель индекса напряжения увеличивается до более высоких значений.

О.Ю. Ширяев и Е.И. Ивлева (1999) предложили выделить 5 диапазонов INB (ваготонический (до 30 ед.), нормотонический (31–120 ед.), симпатикотонический (121–300 ед.), сверхсимпатикотонический (301–600 ед.) и запредельный (более 600 ед.)).

Индекс напряжения часто применяют для характеристики стресса. Однако у данного показателя имеется небольшой недостаток – нелинейность, то есть при симпатической активности ВНС интервал измерения колеблется от 200 до 1000 (и более) единиц, а при парасимпатической активности ВНС от 0 до 1000, поэтому количественный анализ изменений активности в различных диапазонах бывает трудно сопоставимой (Березной Е.А. и соавт., 2005).

Индексы активности SIM и PAR применяются при изучении баланса регуляции между отделами ВНС (симпатического и парасимпатического). Значение SIM (индекс активности симпатического отдела) и значение PAR

(индекс активности парасимпатического отдела) имеют одну и ту же размерность:

- до 15 единиц - слабая активность;
- при умеренной активности значение варьируется от 16 – 30 единиц;
- более 30 единиц - высокая активность.

Показатель SIM у взрослого человека при условии психического и физического покоя не будет превышать значение 15ед. При симпатотонии (учащение пульса) наблюдается снижение значения моды (M_o) и вариационного размаха (ΔX), сопровождаемое повышением амплитуды моды распределения (A_{mo}), что ведет к повышению INB .

Формула расчета индекса активности SIM ВНС представлена ниже:

$$SIM = 4 A_{mo} / n_{20\%}, (3)$$

где A_{mo} – это значение амплитуды моды гистограммы распределения КИ;

$n_{20\%}$ – это число поддиапазонов гистограммы включающих количество кардиоинтервалов, превышающих 20 % уровень от значения A_{mo} .

Показатель PAR описывает уровень отклонения зарегистрированного распределения кардиоинтервалов от нормального закона распределения. Увеличение отклонений (плавное уменьшение числа КИ вправо и влево сравнительно моды распределения) от закона распределения Гаусса будет повышать активность воздействия вагуса на регуляцию сердечного ритма, тем самым индекс активности PAR будет выше. При активации парасимпатического тонуса происходит наоборот снижение амплитуды моды (A_{mo}) и повышение значения моды (M_o) и вариационного размаха (ΔX), это приводит к уменьшению индекса Баевского (Банержи А., 2007; Баевский Р.М., Иванов Г.Г., 2000; Рябыкина Г.В., Соболев А.В., 2001; Malik M., Camm A.J., 1993).

Смещение формы гистограммы от распределения Гаусса характеризуют коэффициенты асимметрии и эксцесса. Показатель эксцесса характеризует устойчивость сердечного ритма и его регуляцию. Коэффициент асимметрии

является критерием сохранности гомеостаза в системе. Значения данных коэффициентов при нормальном распределении равны нулю. Однако при перемещении системы на другой уровень функционирования (нарушение стационарности процессов), коэффициенты могут предоставить количественную оценку воздействия возмущающего фактора, то есть имеют прогностическую значимость в процессе изучения патологических процессов (Гланц С., 1998).

Рассмотрим типы распределения длительностей кардиоинтервалов (КИ):

а) симпатотонический тип распределения КИ:

$A_{mo} = 50\%$, $\Delta X = 0,05\text{с}$, $M_0 = 0,59\text{с}$, $SIM = 67$, $PAR = 0$, $INB = 847$;

б) нормотонический тип распределения КИ:

$A_{mo} = 23\%$, $\Delta X = 0,12\text{с}$, $M_0 = 0,74\text{с}$, $SIM = 13$, $PAR = 10$, $INB = 129$;

в) парасимпатотонический тип распределения КИ:

$A_{mo} = 13\%$, $\Delta X = 0,2\text{с}$, $M_0 = 0,109\text{с}$, $SIM = 3$, $PAR = 44$, $INB = 30$.

Анализируя динамику обоюдного изменения индексов активности симпатического и парасимпатического отделов, мы можем дать оценку реакции отделов ВНС на влияние различных факторов. Это позволит вычислить стационарный средний уровень данных показателей при разнообразных патологиях и влияниях экофакторов. Следовательно, метод вариационной пульсометрии позволяет получить данные, описывающие процессы функционирования систем регуляции организма под влиянием различных экологических факторов (Грибанов А.В., 2001; Котельников С.А. и соавт., 2002; Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В., 2001; Schwartz P.J., Priori S.G., 1990).

В нашей работе при расчёте указанных параметров КРС использовались различные статистические методы оценки кардиоинтервалов (КИ) с позиции спектральной плотности сигнала (СПС). Рассмотрим статистические методы анализа ССС во временной и частотной областях. Статистическими методами определяются следующие параметры:

SDNN (мс) – среднеквадратическое отклонение всех *NN*-интервалов - корень квадратный из дисперсии всех измеряемых кардиоинтервалов. Находится по формуле:

$$SDNN = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (NN_i - NN_{vg})^2}{N}} \quad (4)$$

где NN_i – значение i -го интервала, NN_{vg} – среднее по NN_i всей записи, N – число интервалов.

Показатель $SDNN$ один из важных показателей variability сердечного ритма, который характеризует состояние механизмов регуляции деятельности сердца. Значение параметра указывают на суммарный эффект воздействия симпатического и парасимпатического отделов ВНС на синусовый узел. При преобладании влияния на сердце симпатического звена ВНС значение показателя уменьшается, а при доминировании парасимпатического звена возрастает. $SDNN$ показывает все периодические составляющие variability сердечного ритма за период записи (Баевский Р.М., 2003; Сергиенко В. И., Бондарева И. Б., 2001). Можно говорить, что дисперсия это математический эквивалент общей мощности спектра. Уменьшение длительности записи ведет к тому, что данный показатель позволяет анализировать только коротковолновые колебания сердечного ритма. Анализ variability удобно проводить по пять минут (короткие отрезки) или по 24-часовой записи (Холтеровское мониторирование), чтобы исключить искажения результатов.

В рамках такого (пятиминутного измерения КИ) мы рассматриваем также: HR (сек.) – частота сердечных сокращений. Формула для расчёта:

$$HR = \frac{1000}{M} * 60 \quad (5)$$

где M – либо среднее, либо мода или медиана NN - интервалов.

NN_{50} – число NN – интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс.

Формула расчета NN_{50} :

$$NN_{50} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N-1} [NN_{i+1} - NN_i] > 50} \quad (6)$$

здесь NN_i – значение i -го интервала, N – число интервалов.

pNN_{50} — это процентное (%) отношение последовательных интервалов различие между которыми превышает 50 мс (NN_{50}) к общему числу NN – интервалов (без учета экстрасистол и артефактов), находится по формуле:

$$pNN_{50} = \frac{NN_{50}}{N} * 100 \quad (7)$$

Данный показатель отражает в большей степени влияние парасимпатического звена ВНС, а также синусовую аритмию связанную с дыханием (Березной Е.А. и соавт., 2005; Михайлов В.Н., 2005). При доминировании влияния симпатической активности на сердце значение pNN_{50} уменьшается, а при влиянии парасимпатического звена - возрастает.

Mean (мс) – среднее значение интервалов NN . Формула для расчета:

$$Mean = \sum_{i=1}^N \frac{NN_i}{N} \quad (8)$$

NN_i – значение i -го интервала, N – это число интервалов.

Min (мс) – это минимальное значение NN – интервалов.

Max (мс) - максимальное значение NN – интервалов.

По мнению Г.Н. Ходырева и соавт. (2011) минимальное значение интервала отражает в большей степени способность адренергических воздействий оказывать влияние на ВСП. При доминировании симпатического отдела на сердце значение NN_{min} снижается, а при доминировании влияния

парасимпатического звена возрастает. Снижение значения NN_{max} отражает уменьшение эффективности влияния парасимпатического звена ВНС.

Анализ показателей спектральной мощности ВСР дает возможность продемонстрировать волновую структуру сердечного ритма, а также определенную цикличность в изменении длительности $N-N$ интервалов. Ряд авторов отмечают, что преимуществом спектрального анализа считается его точность в отношении вклада симпатического или парасимпатического отделов ВНС на ВСР (Грибанов А.В. и соавт., 2001; Котельников С.А., 2002; Михайлов В.Н. 2000; Флейшман А.Н., 1999; Яблучанский Н. И., 2010; Sztajzel J., 2004). Однако по нашим данным у жителей Севера РФ иногда наблюдается инверсия СПС. В целом, волновые колебания ритма отображает воздействие высших и низших регуляторных систем на синусовый узел. Как правило, выделяют несколько типов волн.

1. Дыхательные волны – отражают функционирование автономной системы регуляции и характеризуются быстрыми циклическими колебаниями (3-6 сек). Образование волн происходит под воздействием рефлексов с ядра блуждающего нерва и барорецепторов каротидного синуса, также полых вен. Волновые колебания демонстрируют приспособительные процессы низших структур регуляции по непрерывному поиску подходящих соотношений (отток крови и приток) и деятельностью сердца (насосная функция). Высокий уровень амплитуды дыхательных волн отражает хороший уровень тренированности организма и наоборот.

2. Медленные (недыхательные) волны (первого и второго порядка) – характеризуют уровень активной деятельности нервного и гуморального каналов высших систем регуляции ритма сердца (нервный и гуморальный канал).

Волны первого порядка (15-25 сек) демонстрируют активирование вазомоторных центров, которые обеспечивают общую адаптацию сосудистой системы (СС) к возможным изменениям минутного и ударного объема крови.

Волны второго порядка (25-50 сек) характеризуют активность нейрогуморальных (корковые и подкорковые уровни) структур в процессе адаптации организма к различным воздействующим факторам.

По данным литературы в основном оценивают следующие спектральные показатели: мощность быстрых волн ($HF, мс^2$), LF - медленных волн ($мс^2$), VLF - очень медленных волн ($мс^2$), общую мощность спектра ($TP = HF+LF+VLF, мс^2$), относительную мощность быстрых ($HF_{отн.} = HF/TP, \%$), медленных ($LF_{отн.} = LF/TP, \%$) и очень медленных ($VLF_{отн.} = VLF/TP, \%$) волн, нормированную мощность быстрых ($HF_{норм.} = HF/(HF+LF), усл. ед.$) и медленных ($LF_{норм.} = LF/(HF+LF), усл. ед.$) волн, отношение $LF/HF (\%)$ (Баевский Р.М. и соавт., 1984; Баевский Р.М., Иванов Г.Г. 2001; Березной Е.А. и соавт. 2005; Ноздрачев А.Д., 2001; Ходырев Г. Н. и соавт., 2011; Berger R.D. et al., 1986).

В ходе исследования мы использовали целый ряд спектральных составляющих, которые характеризуют весь диапазон СПС и состояния ВНС в норме и при отклонениях. В первую очередь анализ ВСР начинается с низких частот, с VLF —это очень низкочастотная составляющая (медленные волны с частотой до 0,003 Гц, продолжительность периода до 5,5 мин). Предполагается, что мощность VLF показывает прямое или косвенное (например, за счет изменения АД) влияние на кардиоритм адреналина и норадреналина немедиаторного происхождения, а также других веществ (Березной Е.А. и соавт., 2005).

С.А. Котельников и соавт. (2002) считают, что VLF -волны отражают влияние надсегментарных (в первую очередь гипоталамических) центров ВНС на ритм сердца. Считается, что при активации симпатического звена ВНС данный показатель уменьшается (однако, для жителей Севера РФ это наблюдается довольно редко). Ряд авторов утверждает, что VLF характеризует активность симпатической активности ВНС. Показано, что VLF отражает церебральные эрготропные влияния на нижележащие уровни и это дает возможность оценивать функциональное состояние мозга при психогенной и органической патологии (Михайлов В.Н., 2000; Флейшман А.Н., 1999).

В частности установлено, что мощность очень низкочастотной составляющей - является чувствительным индикатором отражающим регуляцию метаболическими процессами и демонстрирует состояние дефицита энергии. Считается, что показателем состояния парасимпатической ВНС является спектральный диапазон кардиоинтервалов в виде *HF* – это высокочастотная составляющая (дыхательные волны с частотой 0,15-0,4 Гц). Как правило, значение *HF* составляет не больше 15-25% общей (суммарной) мощности спектра. Снижение дыхательной составляющей *HF* до 8-10% говорит о сдвиге вегетативного баланса в сторону симпатического отдела ВНС. Значение показателя ниже 2-3%, свидетельствует о резком повышении симпатической активности. Считается, что колебания *HF*-волн определяются ритмом дыхания (каждому колебанию волн соответствует дыхательный цикл). По данным литературы установлено, что парасимпатическая система регуляции работы сердца является высокочастотной системой регуляции, что также не характерно для жителей Севера РФ (Волокитина, Т.В., Грибанов А.В., 2004; Еськов В.В. и соавт., 2015; Котельников С.А. и соавт., 2004; Литовченко О.Г., 2009; Шлык Н.И., 1991; Baselli G. et al., 1998).

По мнению Березного Е.А. и соавт. (2005), мощность быстрых (*HF*) волн достигает своего максимума в 20–40 лет, после этого происходит снижение (отсюда вывод о том, что у человека период максимальной стабильности и сохранности организма приходится на 20–40 лет). Снижение мощности быстрых (*HF*) волн в данный период может быть сигналом о формировании вегето-сосудистой дистонии по гипертоническому типу или гипертонической болезни. Повышение мощности *HF*-волн сверх нормы после данного периода служить предвестником нарушений сердечного ритма – мерцательной аритмии.

Для оценки вариабельности сердечного ритма в диапазоне медленных волн применяются следующие показатели: мощность *LF*-волн, нормированная мощность *LF*-волн (LF_{norm}) (% отношение *LF* к сумме *HF*+*LF*), относительная мощность *LF*, т.е. процентное отношение мощности *LF* к сумме *HF*+*LF*+*VLF* и отношение *LF*/*HF*.

Одновременно при анализе СПС испытуемых мы определяем мощность спектра в LF диапазоне. Здесь LF – это низкочастотная составляющая, которая формируется медленными колебаниями (продолжительность периода около 10с.), в диапазоне 0,15-0,04 Гц. Эта область описывает состояние симпатической ВНС. Чувствительные рецепторы синокаротидной зоны в норме улавливают изменения значения АД. Аfferентные нервные импульсы следуют в вазомоторный центр продолговатого мозга, происходит обработка информации (аfferентный синтез), а следом эfferентная нервная импульсация (сигнал управления) поступает в сосудистую систему. Регулирование сосудистого тонуса осуществляется непрерывно вазомоторным центром. При этом необходимый период для приема, обработки и передачи данных вазомоторным центром составляет 10-12 секунд (существуют колебания с частотой примерно 0,1 Гц (10 секунд), которые приобрели название вазомоторных). Мощность данных медленных волн демонстрирует уровень активности сосудодвигательного центра (Ноздрачев А.Д., 2001; Шлык Н.И., 1991).

Особое информационное значение имеет отношение LF/HF . Это отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной мощности колебаний сердечного ритма. По данным литературы, этот показатель отражает соотношение влияния SIM и PAR ВНС на сердечный ритм, то есть их баланс, а увеличение влияния SIM ВНС на ритм сердца отражается в росте данного показателя. При короткой записи (200–500 кардиоинтервалов) анализировать баланс ВНС рекомендуется именно с учетом данного соотношения LF/HF (Яблчанский Н. И., 2010). Ряд авторов считает, что генез LF связан как с активностью симпатического отдела, так и, частично, с активностью парасимпатического отдела, в связи с этим отношение LF/HF характеризует соотношение суммы влияний SIM и PAR (в произвольной пропорции) (Котельников С.А. и соавт. 2002; Ходырев Г. Н. и соавт., 2011).

Наконец, мы рассчитываем и общую характеристику в виде $Total$ (общая мощность спектра) – отражает мощность колебаний с частотой от 0,003 до 0,5 Гц, то есть общую вариабельность кардиоритма (суммарное влияние SIM и PAR

на ритм сердца. Повышение активности *SIM* (например, при стрессе), ведет к снижению *Total*, а рост активности *PAR* к увеличению *Total* (Михайлов В.Н., 2000).

Повышение уровня напряженности работы регуляторных систем организма, активирования гормональной системы ведет к росту амплитуды не дыхательных (медленных) волн. Следовательно, адаптивная реакция организма к различным раздражающим факторам отражается в уровне напряженности функционирования систем регуляции организма и отображается в последовательности КИ. Если влияние определенных факторов происходит систематически, в организме срабатывают механизмы длительной адаптации. Это способствует изменению волновой структуры сердечного ритма. С помощью вариационной пульсометрии становится возможным дать количественную оценку текущего ФСО и установить выраженность адаптационных изменений (Баевский Р.М., Берсенева А.П., 1997; Грибанов А.В. и соавт., 2001; Рябыкина Г.В., Соболев А.В., 2001; Dalla Pozza R. et al., 2006).

Анализ сравнения полученных результатов (до и после широтных перемещений и оздоровления на Юге РФ) отображает закономерность изменения параметров ВНС в условиях проведения оздоровительных мероприятий и отображает адаптационные процессы происходящие в детском организме.

2.3. Традиционные стохастические методы обработки информации

В настоящей работе были отдельно рассчитаны показатели интегрально-временных и спектральных параметров ВСР. Регистрация параметров вегетативной нервной системы обследуемых производилась в тринадцатимерном фазовом пространстве состояний общего вектора состояния ССС (ВСС) в виде $x=x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=13$.

Координаты x_i состояли из показателей интегрально-временных параметров ВСР: x_1 – *SIM* (показатель активности симпатического отдела вегетативной

нервной системы, у.е.); x_2 – *PAR* (показатель активности парасимпатического отдела ВНС, у.е.); x_3 – *SSS* (число ударов сердца в минуту); x_4 – *SDNN* (стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс); x_5 – *INB* (индекс напряжения (по Р.М.Баевскому), у.е.); x_6 – *SpO₂* (уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина), %). Далее были рассчитаны компоненты спектральной мощности ВСП: x_1 – *VLF* (спектральная мощность очень низких частот, мс²); x_2 – *LF* (спектральная мощность низких частот, мс²); x_3 – *HF* (спектральная мощность высоких частот, мс²); x_4 – *Total* (общая спектральная мощность, мс²); x_5 – *LF(p)* – (низкочастотный компонент спектра, мс²); x_6 – *HF(p)* (высокочастотный компонент спектра, мс²); x_7 – *LF/HF* (отношение вагосимпатического баланса, %).

Полученные результаты первоначально обрабатывались традиционными методами математической статистики при помощи программных пакетов – «*Excel MS Office-2003*» и «*Statistica 6.1*». Статистическая обработка данных производилась до доверительного интервала с вероятностью $\beta=0,95$. На основе вычисления критерия Шапиро-Уилка оценивалось распределение признака на соответствие нормальному закону распределения (при критическом уровне значимости принятым равным $p>0,05$). При применении критерия Шапиро-Уилка мы за нулевую гипотезу принимаем, что исследуемое распределение не отличается от нормального. Если при проверке гипотезы достигнутый уровень значимости (p) будет больше, чем критический уровень (0,05), то изучаемое распределение подчиняется закону нормального распределения. В случае если $p<0,05$, то нулевая гипотеза исключается и распределение будет отличаться от нормального (Банержи А., 2007; Сергиенко В. И., Бондарева И. Б., 2001).

Однако не все описываемые параметры подчиняются закону нормального распределения, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики. При описании асимметричных распределений использовалась медиана, в качестве мер рассеяния – процентиля (5-й и 95-й). При сравнении параметров сердечно-сосудистой системы при переезде из одной точки исследования (г. Сургут) в другую (оздоровительный

лагерь «Юный нефтяник») использовался критерий Вилкоксона (результаты проведенных расчетов представлены в главе 3) с уровнем значимости $p < 0,05$. Надежность статистических оценок принималась не менее 95%. Количество возможных попарных сравнений с помощью непараметрического критерия Вилкоксона было рассчитано по формуле: $n = 0,5N(N - 1)$, где N – количество изучаемых групп. Динамика перехода из одного этапа исследования в другой отражает закономерности изменений в параметрах сердечно-сосудистой системы, связанные с климатическими изменениями и стрессовым влиянием.

2.4. Новые методы в идентификации наиболее важных диагностических признаков, в рамках теории хаоса и самоорганизации

Одновременно для идентификации элементов хаоса в динамике параметров ССС нами использовались методы в рамках теории хаоса-самоорганизации (ТХС). С позиции ТХС на основе компьютерных технологий была проанализирована динамика поведения вектора состояния в многомерном пространстве состояний для параметров сердечно-сосудистой системы школьников ХМАО-Югры при широтных перемещениях (с Севера на Юг РФ и обратно).

Функциональные системы оргазма человека в различных состояниях (норма, патология) описывается некой точкой в многомерном пространстве, координаты которой формируют диагностические признаки x_i . В повседневной врачебной практике врач любой специальности работает с данными координатами. Например, во время повседневного осмотра пациентов врачом-терапевтом идентифицируются следующие координаты: x_1, x_2 - при измерении и фиксировании систолического (САД) и диастолического артериального давления (ДАД), x_3 -температуры тела (t°), x_4 - частоты сердечных сокращений. Эти четыре координаты вектора $x=x(t)$ определяют в данный период времени одну точку в четырех мерном фазовом пространстве состояний (ФПС) признаков x_i . (Еськов В.М. и соавт., 1994- 2016; Филатова О.Е. и соавт., 2013). В наших исследованиях в качестве $x_i(t)$ были значения кардиоинтервалов (КИ=300). Однако при

повышении размерности фазового пространства (когда m исчисляется десятками значений) интерпретировать результаты становится затруднительно. В этом случае для анализа процесса мы вводим некоторые параметры движения вектора состояния организма в ФПС. При непрерывном измерении значения x_i в пространстве состояний, мы получим некоторую ограниченную область состоящую из 1-ой линии. Набор изменений КИ формируется движением вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в фазовом пространстве состояния (ФПС) внутри квазиаттрактора (КА). Область движения вектора состояния организма человека в многомерном ФПС носит название – квазиаттрактор движения ВСОЧ. Можно ограничить полученный КА неким многомерным параллелепипедом и измерить его координаты, размеры граней, а также установить координаты центра и величину его объема (Еськов В.М. и соавт., 2008-2016; Козупица Г.С. и соавт., 2014; Хадарцев А.А. и соавт., 2015; Eskov V.M. et al., 2011-2015).

Очевидно, что геометрические центры квазиаттракторов для здорового и больного организма не совпадают. Кроме того, при развитии патологических состояний прослеживается изменение параметров КА в фазовом пространстве состояний в виде некоторого движения его центра. Характер подобного движения возможен разный, так как непосредственно он отражает специфику протекания того или иного патологического состояния (для того или иного пациента). Поэтому развитие патологического процесса и возврат в область саногенеза, возможно расценивать как одно колебание квазиаттракторов (КА) ВСОЧ в ФПС. Это колебание в идеале должно иметь вид циклического движения КА. Можно сказать, что существуют два квазиаттрактора: КА нормы (соответствует нормогенезу) и КА патологии (соответствует иным значениям координат x_i в ФПС). Предположим, что существует две области норма (N) и патология (P), а переход из одной области в другую (от N к P) соответствует переходу от саногенеза к патологии. Процесс перехода от области N (норма) к области P (патология) и обратно происходит разными способами. Движение может быть по прямой или иметь колебательный характер (с затуханием). При

хроническом течении заболевания в организме наблюдается переход от затухающих колебаний к незатухающим. В целом, всегда для гомеостаза организма (его ФСО) прослеживается хаотическая динамика и отсутствует возможность прогнозирования движения ВСОЧ в пределах КА, так как после выхода за пределы таких КА, последующие состояние вектора состояния организма человека непредсказуемо (Берестин Д.К. и соавт., 2015; Еськов В.М., 2005, 2007; Карпин В.А. и соавт., 2015; Eskov V.M. et al., 2012).

Для количественного анализа различий параметров КА динамики вектора состояния показателей ССС нами применялся новый метод анализа и синтеза. Новый подход, используемый в данном методе анализа поведения ВСОЧ в фазовом пространстве состояния, разработанный в Сургутской, Тульской и Московской научными школами по гомеостазу и ФСО, дает возможность определить различия в динамике поведения ВСО школьников ХМАО - Югры при широтных перемещениях (с Севера на Юг РФ и обратно) и проведении оздоровительных мероприятий. Данный метод предоставляет возможность исследовать поведение КА в m -мерных фазовых пространствах. Применение нового метода анализа и синтеза дает возможность идентифицировать количественную меру различий параметров КА. При этом использование в расчетах традиционных стохастических методов не всегда показывает существенные различия между изучаемыми параметрами, что снижает эффективность оценки нормы и патологии или оценки эффективности лечебных воздействий.

Для анализа параметров ССС школьников использовался набор координат x_i ВСС. С целью обработки полученных данных были использованы оригинальные программы, предназначенные для изучения систем с хаотической организацией - «Идентификация параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве состояний» (Еськов В.М. и соавт., 2006). Программы используются для расчета в фазовом пространстве (с выбранными фазовыми координатами) параметров КА состояния динамической системы. Выполняется расчет показателя асимметрии

хаотического центра, вычисляется хаотический центр, а также рассчитываются координаты граней (длина и объем m -мерного параллелепипеда) ограничивающего квазиаттрактор. Данная программа предоставляет возможность проследить изменение фазовых характеристик во времени, а также скорость изменения состояния системы.

Данные программы базируются на расчёте объема квазиаттрактора в ФПС сначала для 1-ой группы испытуемых, потом для другой или этой же, но находящейся в других условиях. В программу расчёта по очереди вводятся значения (исходные компоненты ВСОЧ) диагностических признаков x_i в виде матрицы биосистем, показатели параметров ССС по каждому из кластеров (общее количество матриц P), с целью получения матрицы состояний для всех p кластеров в m - мерном фазовом пространстве (i - бегущий индекс компонента вектора x ($i=1, \dots, m$), а j - номер испытуемого ($j=1, \dots, n$). Бегущий индекс кластера k определяет число массивов (групп испытуемых) данных ($k=1, \dots, p$), т.е. элемент такой (A) матрицы a_{ij}^k представляет k -й кластер биосистем, i -й компонент ВСОЧ для j -го испытуемого. Далее рассчитываются координаты граней для всех параметров (i -х) ВСОЧ для всех испытуемых (j -х) из группы. Производится расчет объема множества (V_G) и показателей асимметрии (R_x) для хаотического центра.

Объем квазиаттрактора рассчитывается как произведение вариационных размахов Δx_i для каждой координаты x_i , следовательно, это разность крайней правой и левой координаты ($\Delta x_i = x_{imax} - x_{imin}$) на оси x_i , то есть координаты центра квазиаттрактора (КА):

$$V_G = \prod_{i=1}^m \Delta x_i \quad (9)$$

где V_G — объем k -го параллелепипеда;

длина граней параллелепипеда (*Interval*) рассчитывается по формуле:

$$d_{ik} = x_{i(max)} - x_{i(min)} \quad (9.1)$$

а координаты центра КА x_i^c вычисляем из уравнения:

$$x_i^c = (x_{imax} - x_{imin})/2 \quad (10) \quad x_{i(max)},$$

$x_{i(min)}$ – координаты крайних точек совпадающих с нижней и верхней границей области фазового пространства, внутри которого движется ВСОЧ по координате x_i ;

В итоге, программа рассчитывает весь объем квазиаттракторов (*General Value*) $V = (V_0, V_1 \dots V_p)^T$, ограничивающих все p квазиаттракторов. Также рассчитывались показатели асимметрии (*Asymmetry*) стохастического и хаотического центров $x_1^x = (x_{11}^x, x_{12}^x \dots x_{1m}^x) \dots x_p^x = (x_{p1}^x, x_{p2}^x \dots x_{pm}^x)$ квазиаттракторов для каждого k -го массива данных по формуле:

$$x^c = (x_{11}^c, x_{12}^c \dots x_{1m}^c)^T \dots x_p^c = (x_{p1}^c, x_{p2}^c \dots x_{pm}^c)^T \quad (11)$$

После чего вводился параметр R (в исходном приближении вычислялся $R_0 = (V_0^1 - V_0^2)/V_0^1$) с целью исследования степени изменения объема квазиаттракторов для k -го кластера данных до и после уменьшения размерности фазового пространства. После исключения последовательно каждой из i координат вектора X определялись вторые приближения параметров $R_i = (V_i^1 - V_i^2)/V_i^1$ и получали вектор значений $R = (R_0, \dots, R_m)$, позволяющий судить об уменьшении или увеличении относительной величины квазиаттракторов V при изменении размерности фазового пространства. Заключительным этапом обработки данных стало формирование и анализ таблиц с результатами идентификации параметров квазиаттракторов поведения ВСОЧ испытуемых. Таблицы содержат данные размеров Δx_i , показатели асимметрии R_x для каждой координаты x_i и объемы параллелепипедов V_x .

С целью последующих рассуждений в рамках традиционных математических понятий представим определение КА. Квазиаттрактор – это ненулевое подмножество Q фазового многомерного пространства $D \ l = 1, m$ биологической динамической системы (БДС), являющееся объединением всех значений $f(t_i)$ состояния БДС на конечном отрезке времени $[t_j, \dots, t_e]$ ($j \ll e$, где t_j – начальный, а t_e – конечный момент времени состояний биологической динамической системы) (Адайкин В.И. и соавт., 2006; Еськов В.М. и соавт., 1994- 2016; Ватамова С.Н. и соавт., 2013; Гавриленко Т.В. и соавт., 2016; Филатова О.Е. и соавт., 2013; Eskov V.M., Filatova O.E., 2013).

Для выборок кардиоинтервалов (КИ) определяется 1-ая переменная $x_1(t)$, которая представляет определенную величину КИ, далее вводится первая и вторая производные для $x_i(t)$, которые представляют скорость (x_2) и ускорение (x_3) изменения $x_i(t)$: $x_2(t) = dx_1/dt$; $x_3(t) = dx_2/dt$. Далее в 2-х мерных ($x = (x_1, x_2)^T$) и 3-х мерных ($(x) = (x_1, x_2, x_3)^T$) фазовых пространствах мы можем получить фазовые портреты наблюдаемой биосистемы, а также рассчитать параметры КА для кардиоинтервалов или любых других переменных, характеризующих состояние КРС испытуемого (у нас это параметры *SIM*, *PAR*, *SpO₂* и другие).

Расчет параметров квазиаттракторов объема производится по следующей формуле:

$$VG = \Delta x_{1max} * \Delta x_{2max} * \Delta x_{3max}, \quad (12)$$

а для площади КА:

$$S = \Delta x_{1max} * \Delta x_{2max}, \quad (13)$$

здесь Δx_1 – это вариационный размах по i – ой координате (у нас это $x_i(t)$ в виде КА) в фазовом пространстве состояния, который отражает хаотическую

динамику систем третьего типа (у нас это ФСО - КРС) и считаются достаточно информативными величинами, характеризующими ФСО человека в разных состояниях.

В рамках такого подхода разработаны критерии различий в параметрах изменения объёма и положения центра m -мерных КА. Выделяют существенные и несущественные различия. Изменение объёма V_G в два раза при сравнении объёмов КА до (V_G^1) и после воздействия (V_G^2) считается существенным изменением. Другими словами, если $V_G^1/V_G^2 \geq 2$, то мы говорим о существенных изменениях, если $1/2 V_G^1/V_G^2 \geq 2$ изменения биосистемы по параметрам V_G КА считаются несущественными (в границах вариационных размахов).

Движение центра КА определяется по координатно. Мы говорим о существенных различиях в биосистеме, когда по всем координатам x_1 , будет происходить смещение центра на величину R_1 , которая превышает половину начального вариационного размаха $\Delta x_i^1/2$. Кроме того, необходимо чтобы данные смещения произошли по всем координатам x_1 , всего фазового пространства состояния. Следует принимать во внимание радиусы исходного (r_i^1) и конечного ($r_i^2 = \Delta x_i^2/2$) квазиаттрактора по каждой x_i .

При превышении суммарного значения данных радиусов по всем i для расстояния R_1 , (между центрами начального и конечного КА) можно говорить о существенном смещении центра КА за время Δt . Если это происходит для отдельных координат x_i , то говорим о существенном смещении квазиаттрактора в фазовом пространстве состояний. Следовательно, можно проводить сравнение положения центра КА одной и той же системы (объекта) за определенное время Δt по расстояниям смещения центров начального и конечного квазиаттрактора. На сегодняшний день существуют специальные программы которые производят такие расчёты по всем координатам x_i . в условиях постоянного мониторинга $x(t)$ для биосистемы .

Значения x_{ij} (i -это номер координаты, j -это номер точки на отрезке Δx_i) могут быть нормированы, поэтому отношение расстояния между центрами

квазиаттракторов (R_i^*) и минимального (R_i), то есть $z=R_i^*/R$, где $R=r_i^1 + r_i^2$ будет определять смещение центра КА за время измерения Δt и эта величина z может характеризовать скорость изменения КА в ФПС. При этом вводятся 2-е единицы измерения. Первая – это начальная единица, в случае выхода (справа или слева) центра второго КА за пределы Δx_i^1 для первого КА. Вторая – это максимальная условная единица, в случае $z \geq 1$ и $R_i^* \geq r_i^1 + r_i^2$.

Тогда для движения КА в ФПС вводится средняя скорость данного смещения и определяется как:

$$v = \sum z / (\Delta t * m) \quad (14)$$

где $\sum z = \sum_{i=1}^m z_i$ - это сумма всех смещений квазиаттракторов за время Δt по всем координатам всего многомерного ФПС (Веракса А.Н. и соавт., 2016; Еськов В.М. и соавт., 2002-2016; Филатова Д.Ю. и соавт., 2015, 2016; Eskov V.M. et al., 2016; Poskina T.Y. et al., 2016).

Для всех этих параметров была составлена программа (зарегистрирована в агентстве по авторским правам), которая обеспечивает нахождение скорости движения КА. Программа в первую очередь определяет тип движения КА, а потом выполняет расчет Z и V . Расчет скорости происходит по модулю. Бывают случаи, когда по отдельным координатам x_i , движение квазиаттрактора биосистемы происходит влево, а по другим координатам вправо. В такой ситуации программа предоставляет дополнительный протокол, где указывается характер движения (данные x_i движутся влево, другие вправо).

Представление о направлении движения квазиаттракторов по всем координатам особо важно в медицине. В результате этого сейчас появилась возможность рассчитывать кинематические характеристики КА автоматически (направление и скорость движения квазиаттракторов в фазовом пространстве состояния по отдельным координатам, а также, в общем).

Для ФСО (в нашем случае КРС) систем третьего типа стационарный режим не соответствует $dx/dt = 0$ и сохранению вида функции распределения $f(x)$. Об этом пытались сказать ещё У. Кеннон в 30-х годах 20-го века, подчеркивая неустойчивость параметров гомеостатических систем. Однако только сейчас становится возможным анализ реальной неустойчивости гомеостаза. Необходимо, чтобы центр конечного КА биосистемы через некоторое время Δt , например, под действием внешних факторов вышел за пределы размеров начального объема квазиаттрактора. Время начала выраженного движения КА (t_1) и полного выхода центра конечного квазиаттрактора за пределы начального (t_3), а также время, когда в сумме по всем координатам конечный квазиаттрактор выходит за пределы объема исходного КА (t_2) считаются определяющими моментами.

С помощью них, возможно, охарактеризовать скорость эволюции биосистемы в ФПС. Скорость может быть разной. Мы говорим о нулевой скорости, в случае если центр конечного КА не покинул пределы исходного КА, то есть биосистема будет просто мерцать внутри квазиаттрактора. В данном случае речь идет о стационарном режиме в движении квазиаттракторов, эволюция СТТ отсутствует. Именно такую динамику мы регистрируем у всех наших испытуемых, когда их КИ, *SIM*, *PAR* непрерывно и хаотично изменяются.

Движения КА могут показывать разные типы эволюции (обратимая и необратимая) СТТ на базе расчетов параметров КА. Ненулевая скорость КА демонстрирует отсутствие стационарных (неизменных) режимов для СТТ. Стационарность ФСО (на примере КРС) отражает неизменность параметров КА по всем координатам их центров, то есть параметры не покидают пределы начальных радиусов, вариационных размахов. Если параметры выходят за пределы ($z > 1$) динамика растет (отсутствует возврат координат центра конечного КА в пределы вариационного размаха Δx) и мы констатируем о начале эволюционного движения в ФПС. Эволюция бывает двух типов - необратимая (старение организма) и обратимая (заболевание, выздоровление). Мы можем следить за обратимой эволюцией на значительных интервалах

времени и во всех случаях наблюдать циклическое движение квазиаттрактора в ФПС (Добрынина И.Ю. и соавт., 2011; Козупица Г.С. и соавт., 2014; Филатова О.Е. и соавт., 2013; Хадарцев А.А. и соавт., 2015).

Анализируя динамику параметров Z_{ij} в матрице межаттракторных расстояний мы можем дать количественную оценку различных воздействий на изучаемые группы школьников в разных состояниях (до и после оздоровительных мероприятий). Анализ параметров ССС был выполнен с помощью программы «*Clusters*», осуществляющий расчёт матрицы межаттракторных расстояний. Данная программа анализирует параметры функций организма в оценке нескольких групп обследуемых, которые находятся в равных условиях, и проводит регистрацию параметров для каждого испытуемого.

Полученные параметры формируют компартменты исследуемых признаков в границах 1-ой фазовой координаты x_i из набора (компартамента) всех координат многомерного ФП со схожими диагностическими данными, а набор признаков (компоненты ВСО) каждого испытуемого был задан в фазовом пространстве состояний точкой так, что исследуемая группа создавала ФПС некое «облако» - квазиаттрактор. Разные группы школьников в разных состояниях (1-4 точки) образуют неодинаковые квазиаттракторы (КА) в фазовом пространстве состояний, а также расстояния Z_{ij} (i и j – номера обследуемых групп) – между центрами хаотических квазиаттракторов образуют матрицу Z . Данная матрица демонстрирует все возможные расстояния между хаотическими центрами КА, отражающих состояние различных групп испытуемых.

При расчёте матрицы расстояний между центрами хаотических КА по формуле:

$$Z_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m \binom{n}{k} x^k a^{n-k}}$$

Мы берем разность между координатами центра i -го квазиаттрактора и j -го КА, возводим в квадрат и суммируем по всем i -м, а затем из получившейся суммы извлекаем квадратный корень. Расстояния между центрами (i -го, j -го) хаотического КА отображают степень близости или удаленности двух сравниваемых КА в фазовом пространстве состояний. Следовательно, это является мерой оценки состояний параметров ССС школьников, находящихся в различных физиологических состояниях (Буров И.В., 2013; Еськов В.М. и соавт., 2005-2014; Филатова О.Е. и соавт., 2013; Eskov V.M. et al., 2012-2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Статистическая оценка параметров ССС учащихся при широтных перемещениях и проведении оздоровительных мероприятий на Юге РФ

Воздействие комплекса оздоровительных мероприятий и климатогеографических факторов на параметры ССС, в частности, по показателям ВНС является важной характеристикой функционального состояния детского организма. В настоящей работе нами были проанализированы 13-ть параметров ССС и особым образом параметры сердечного ритма школьников. В ходе проведения нашего исследования использовались результаты мониторингового обследования состояния ССС 55 учащихся (25 мальчиков и 30 девочек) г. Сургута. Предметом анализа явились изменения параметров ССС учащихся до и после широтных перемещений (с Севера на Юг РФ и обратно) и проведения оздоровительных мероприятий на Юге РФ. Исследования проводились в марте, температура воздуха в г.Сургуте составляла (-8°C до - 16°) в Туапсе (+8°C до +15°C). Критерии включения: возраст учащихся 7-11 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований. Критерии исключения: болезнь учащегося в период обследования. Школьники по половому признаку были разбиты на две группы исследования (девочки и мальчики). В каждой группе тестирование выполнялось в 4-х разных временных промежутках: **1-й этап** - до отъезда детей в оздоровительный лагерь «Юный нефтяник» (ЮН); **2-ой этап** - по прилету в оздоровительный лагерь «Юный нефтяник»; **3-й этап** в конце двухнедельного отдыха перед вылетом из оздоровительного лагеря «Юный нефтяник»; **4-й этап** непосредственно по прилету в г. Сургут.

Снятие показателей осуществляли с помощью фотооптического датчика, полученные выборки кардиоинтервалов (КА) были обработаны с помощью специальных программ ЭВМ. В результате мы получили восемь серий (4-е для

мальчиков и 4-е для девочек) из наборов выборок по 13-ти кластеров в каждом состоянии. Вместе с тем, для каждого из 13-ти параметров мы получили не менее 300-т значений. С целью получения более точных показателей артефакты в ходе обработки данных были исключены. Полученные параметры работы ССС мы условно разделили на два кластера. В первый кластер вошли показатели характеризующие состояние спектральных характеристик сердечного ритма ВНС (семимерное фазовое пространство (ФПС)), во второй интегративные параметры ритма (шестимерное ФПС).

Поскольку до настоящего времени в медицине существует мнение о достаточно широких возможностях применения закона усеченного нормального распределения (Гаусса) в описании параметров ССС и конкретно для кардиоинтервалов, то в ходе обработки и анализа, полученных данных мы выявили, что очень мало изучаемых параметров ССС школьников подчиняются закону нормального распределения. В качестве примера представляем результаты проверки на нормальность распределения кардиоинтервалов ССС школьников при широтных перемещениях и проведении оздоровительных мероприятий на Юге РФ (приложение 1 таблица 1.1). Анализ проводился с помощью критерия Колмогорова-Смирнова (критический уровень значимости $p > 0,05$). Если критерий значимости p меньше, чем критический уровень значимости ($p = 0,05$), то исследуемое распределение будет отличаться от усеченного нормального. Следовательно, если $p > 0,05$ распределение подчиняется закону распределения (Гланц С., 1998).

Результаты проверки на нормальность распределения кардиоинтервалов ССС демонстрируют, что большинство выборок являются непараметрическими и только 10-30% в группе девочек описываются законом нормального распределения. В группе мальчиков 28-46% выборок – параметрические. Однако если провести аналогичную проверку на нормальность распределения с аналогичными повторами регистрации КИ у одного испытуемого, то полученное количество пар будет похожим (28%) (приложение 1, таблица 1.2). Вследствие этого, дальнейшие исследования зависимостей производились

методами непараметрической статистики. В результате использования непараметрического критерия Вилкоксона ($p < 0,05$) мы получили многочисленные таблицы парного сравнения выборок кардиоинтервалов мальчиков и девочек до и после широтных перемещений (с Севера на Юг РФ и обратно) и отдыха на Юге РФ. Полученные результаты обработки значений мы представили в виде матрицы 25x25 (для мальчиков) и 30 x 30 (для девочек) (приложение 2 таблицы 2.1., 2.2., 2.3; приложение 3 таблицы 3.1., 3.2., 3.3).

Примеры матриц парного сравнения кардиоинтервалов (отдельно мальчики и девочки) мы представляем в таблице 2 и 3. Отдельные пары, для которых значение критерия Вилкоксона составляет $p > 0,05$, выделены «жирным» шрифтом. Между тем, если провести аналогичное парное сравнение выборок КИ у одного испытуемого, то полученное количество пар будет похожим (приложение 1 таблица 1.3.). Всё это доказывает статистическую неустойчивость параметров ССС, и эти данные требуют новых оценочных методов при сравнении ФСО при широтных перемещениях и действиеразличных климатогеографических факторов. Мы предлагаем расчёт параметров квазиаттракторов и матриц межаттракторных расстояний в оценке эффективности оздоровления.

Таблица 2 - Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 25-ти мальчиков 4 этап исследования (приезд в г.Сургут) (парное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$), число совпадений $k=30$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,16	0,87	0,00	0,00	0,41	0,25	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,50	0,67
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,16	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
11	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00		0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00		0,28	0,00	0,00	0,02	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09
14	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28		0,00	0,00	0,05	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,59
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00		0,04	0,00	0,00	0,00	0,66	0,00	0,56	0,35	
18	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,18	0,00	0,69	0,96	0,00	0,00	0,04		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,18	0,24	
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,01	0,00	0,00	0,00		0,00	0,43	0,04	
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,64	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	
24	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,56	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00		0,50
25	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,09	0,59	0,00	0,00	0,35	0,24	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,50		

Анализ расчёта матриц парного сравнения получаемых функций распределения $f(x)$ для 25-ти отрезков кардиоинтервалов мальчиков (разные испытуемые) показал (таблица 4), что для такого набора $f(x)$ и их парного сравнения с использованием критерия Вилкоксона ($p > 0,05$) мы получим из 300 различных пар выборок всего от 20-и до 30-ти пар совпадений, то есть около 7 - 10%. Эти пары не имеют достоверных статистических различий, то есть показывают возможность отнесения данных к одной генеральной совокупности. Остальные 270-280 пар сравнений выборок КИ демонстрируют различие ($p > 0,05$), то есть принадлежат к разным генеральным совокупностям. В группе девочек возможность отнесения данных двух выборок к одной генеральной совокупности демонстрируют 19-30 пар из 435 разных пар, то есть всего 4,3-6,8%. Между тем, если провести аналогичный анализ регистрации КИ у одного испытуемого, то полученное количество пар будет похожим (17% пар). При этом в 1-ой точке исследования (до отъезда в оздоровительный лагерь) демонстрируют возможность отнесения данных к одной генеральной совокупности $k_1 = 24$ -е пары в группе мальчиков (прил. 2., табл. 1.) и $k_1 = 30$ -ть пар в группе девочек (прил.3., табл.1.). Общая картина изменений числа k совпадений пар выборок КИ для групп девочек и мальчиков во всех 4-х точках представлена в таблице 4.

Таблица 4 -Результаты парного сравнения выборок кардиоинтервалов 25-ти мальчиков и 30-ти девочек в 1 - 4 точках исследования с помощью критерия по Вилкоксону (критерий значимости $p < 0,05$)

	Группа мальчики				Группа девочки			
	1 точка	2 точка	3 точка	4 точка	1 точка	2 точка	3 точка	4 точка
число совпадений k	24	21	20	30	30	22	21	19

После приезда в оздоровительный лагерь и двухнедельного отдыха (2-я и 3-я точка) происходит «сжатие» до $k_2 = 21$ и $k_3 = 20$ пар для мальчиков и $k_2 = 22$ и $k_3 = 21$ пар для девочек соответственно. После возвращения в г.Сургут (4-я точка) в

группе девочек наблюдается снижение пар k_4 до 19-ти, а в группе мальчиков происходит обратное увеличение пар k_4 до 30-ти (таблица 4), то есть наблюдается переход к некоторому стохастическому порядку (приближение к стохастики). Очевидно, что число k и является долей стохастики в общем наборе КИ для 2-х групп обследуемых. Анализируя результаты парного сравнения выборок КИ мы установили, что между выборками кардиоинтервалов 25-ти (или 30-ти) разных испытуемых, так же как и одного человека с 25-ю аналогичными повторами регистрации КИ (прил. 1. таб. 1.2.) существенных различий количество «совпадений» не наблюдается, но имеется тенденция ($k_2 < k_1$ и $k_3 < k_2$), а возврат в ХМАО - Югру даёт высокие значения k в группе мальчиков ($k_4 = 30$).

Система регуляции сердечного ритма демонстрирует генерацию различных выборок, но состояние механизмов регуляции будет постоянно изменяться. В результате для всех $f(x)$ получим хаотический набор (кроме стохастического совпадения пар, но и они при повторях также не будут совпадать). Эта динамика $f(x)$ соответствует хаосу-самоорганизации, свойству перемешивания. Следовательно, для регуляции сердечного ритма свойственна хаотическая динамика, независимая от индивидуума. Это значит, что любые интервалы выборки КИ полученные при регистрации будут уникальными, то есть внутренняя регуляция будет непрерывно изменяться (даже в состоянии покоя). Поэтому полученные результаты с использованием стохастического анализа в виде матриц парных сравнений выборок будут обладать небольшой информативностью. Только для данного промежутка времени, будут характерны данные изменения в изучаемых параметрах и функции распределения $f(x)$.

В действительности, количество пар совпадений непрерывно изменяется, в зависимости от физиологического состояния организма школьников или условий окружающей внешней среды. В результате применения непараметрического критерия Вилкоксона ($p < 0,05$), мы получили многочисленные таблицы попарного сравнения выборок кардиоинтервалов мальчиков и девочек в разных точках исследования. Результаты обработки значений представлены в виде матрицы

25x25 (для мальчиков) и 30 x 30 (для девочек). Примеры матриц попарного сравнения КИ (отдельно мальчики и девочки) мы представляем в таблицах 5 и 6 (а также в прил. 4. таб. 4.1., таб. 4.2; прил. 5. таб. 5. 1., таб.5.2).

Согласно таблице 7, было получено $k_{1u2}=50$ (мальчики) и $k_{1u2}=48$ (девочки) пар совпадений ($p>0,05$) при сравнении 1 и 2 состояния. При сравнении 2-го и 3-го состояния происходило сжатие $k_{2u3}=42$ и $k_{2u3}=43$ пар (мальчики и девочки соответственно). После приезда при сравнении 3-го и 4-го состояния у мальчиков наблюдалось возвращение в исходное состояние, а у девочек - увеличение пар (приближение к стохастике, переход к некоторому порядку). Разница между количеством совпадений показывает различие функционального состояния школьников до и после широтных перемещений и оздоровления на Юге РФ. В нашем случае, при сравнении количество пар совпадений у мальчиков составляет всего 6,7-9,1%, у девочек 4,5-7,4%.

Таблица 7 - Результаты сравнения выборок кардиоинтервалов 25-ти мальчиков и 30-ти девочек в 1 - 4 точках исследования с помощью критерия по Вилкоксоу (критерий значимости $p<0,05$)

Точки исследования	Группа мальчики						Группы девочки					
	1 и 2	1 и 3	1 и 4	2 и 3	2 и 4	3 и 4	1 и 2	1 и 3	1 и 4	2 и 3	2 и 4	3 и 4
Число совпадений k	50	49	52	42	57	49	48	52	41	43	54	67

Примечание: p - достигнутый уровень значимости при попарном сравнении с помощью критерия Вилкоксона.

Показатель площади квазиаттракторов КИ также зависит от физиологического состояния организма школьников. В группе мальчиков динамика площади квазиаттракторов имеет параболический характер, а у девочек - экспоненциальное уменьшение $S_{КА}$ (таблица 8). Отмечено, что в группе мальчиков во всех исследуемых состояниях отсутствует статистически значимые различия параметров квазиаттракторов ($p>0,05$). Очевидно, что квазиаттракторы для КИ у девочек дают существенные различие на фоне оздоровительных мероприятий (на фоне отсутствия существенных различий для мальчиков). Более подробное рассмотрение этого вопроса будет ниже.

Таблица 8 - Параметры квазиаттракторов выборок кардиоинтервалов для 25-ти мальчиков и 30-ти девочек в четырех разных состояниях (1 точка - до отлета из г. Сургута, 2 точка – по прилету в ЮН, 3 точка - перед отлетом из ЮН, 4 точка по прилету в ЮН)

	Мальчики (n=25)				Девочки (n=30)			
	1 точка	2 точка	3 точка	4 точка	1 точка	2 точка	3 точка	4 точка
$S_z * 10^2$	870	864	871	1024	908	779	771	734
$p (p > 0,05)$	0,23	0,88	0,35	0,66	0,81	0,26	0,00	0,28
$V_z * 10^3$	33060	32751	33060	38922	34529	29570	29357	21769
$p (p > 0,05)$	0,23	0,80	0,34	0,7	0,81	0,25	0,00	0,27

Примечание: n -количество обследуемых, S_z – среднее значение площадей квазиаттракторов, у.е.; V_z – среднее значение объема квазиаттракторов, у.е.; p – достоверность значимых различий, по критерию Вилкоксона ($p > 0,05$).

В ходе статистической обработки данных параметров ВСР (полученные в результате исследования) нами были получены сводные количественные характеристики результатов изменения параметров ССС (в частности, по показателям ВНС) в группе мальчиков и девочек в 1 – 4 точках исследования. Распределение признака на соответствие закону усеченного нормального распределения оценивалось на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка (при критическом уровне значимости принятым равным $p > 0,05$). Статистическая обработка данных производилась до доверительного интервала с вероятностью $\beta = 0,95$. Надежность применяемых статистических оценок устанавливалась не менее 95%.

При применении критерия Шапиро-Уилка мы за нулевую гипотезу принимаем то, что исследуемое распределение не отличается от усеченного нормального распределения. Если при проверке гипотезы достигнутый уровень значимости (p) будет больше, чем критический уровень ($0,05$), то изучаемое распределение не подчиняется закону нормального распределения. В случае если $p < 0,05$, то нулевая гипотеза исключается и распределение будет отличаться

от нормального (Гланц С., 1998). Как видно из представленных таблиц 9 и 10 не все описываемые признаки x_i в группе мальчиков (в 1-й точке – VLF , SpO_2 , LF , HF , $Total$ ($p=0,00$); во 2-й точке SIM , INB , SpO_2 , LF ($p=0,04$), HF ($p=0,01$); в 3-й точке SpO_2 , HF ($p=0,00$), INB ($p=0,01$); в 4-й точке SIM , INB , SpO_2 , LF , HF ($p=0,001$); $Total$ ($p=0,01$), LF/HF ($p=0,02$); SSS ($p=0,01$)) и в группе девочек (в 1-й точке – SIM , INB , SPO_2 , VLF , LF/HF ($p=0,00$), HF ($p=0,01$); во 2-й точке SIM , INB , SpO_2 , VLF , HF , LF/HF , $Total$ ($p=0,000$), LF , $SDNN$ ($p=0,01$), SSS ($p=0,03$); в 3-й точке SIM , INB , SpO_2 , $SDNN$, VLF , HF , LF/HF , $Total$, LF ($p=0,00$); в 4-й точке SIM , INB , SpO_2 , VLF , HF , LF/HF ($p=0,00$)) подчиняются закону нормального распределения. Поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики. При описании асимметричных распределений использовалась медиана, в качестве мер рассеяния - интерквартильный размах (5% и 95% процентиля).

Таблица 9 - Результаты проверки на нормальность распределения интегрально-временных и спектральных параметров ССС мальчиков ($n=25$) в 1 - 4 точках исследования (Критерий Шапиро-Уилка $p \geq 0,05$)

Признаки	До отъезда в ЮН		По приезду в ЮН		Отъезд из ЮН		Приезд в Сургут	
	W	p	W	p	W	p	W	p
x_i								
SIM , (y.e.)	0,95	0,24	0,80	0,00	0,88	0,01	0,78	0,00
PAR , (y.e.)	0,96	0,36	0,95	0,28	0,96	0,49	0,99	0,99
SSS , (уд./мин.)	0,98	0,95	0,96	0,48	0,97	0,71	0,89	0,01
$SDNN$, (мс)	0,92	0,05	0,97	0,56	0,94	0,18	0,92	0,05
INB , (y.e.)	0,93	0,07	0,79	0,00	0,89	0,01	0,76	0,00
SpO_2 , (%)	0,27	0,00	0,83	0,00	0,76	0,00	0,84	0,00
VLF , ($мс^2/Гц$)	0,83	0,00	0,94	0,14	0,92	0,06	0,92	0,06
LF , ($мс^2/Гц$)	0,79	0,00	0,91	0,04	0,94	0,12	0,83	0,00
HF , ($мс^2/Гц$)	0,81	0,00	0,90	0,01	0,80	0,00	0,84	0,00
$Total$, ($мс^2/Гц$)	0,80	0,00	0,92	0,06	0,92	0,06	0,90	0,01
$LFnorm$, (%)	0,94	0,15	0,95	0,27	0,98	0,95	0,93	0,09
$HFnorm$, (%)	0,94	0,15	0,95	0,28	0,98	0,94	0,93	0,09
LF/HF , (y.e.)	0,85	0,00	0,82	0,00	0,65	0,00	0,90	0,02

Примечание. В качестве x_i выступали: x_1 – *SIM* – показатель активности симпатического отдела ВНС, у.е.; x_2 – *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела ВНС, у.е.; x_3 – *SSS* – число ударов сердца в минуту; x_4 – *SDNN* – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_5 – *INB* – индекс напряжения (по Р.М.Баевскому); x_6 – *SpO₂* – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина) (%); x_7 – *VLF* – спектральная мощность очень низких частот, mc^2 ; x_8 – *LF* – спектральная мощность низких частот, mc^2 ; x_9 – *HF* – спектральная мощность высоких частот, mc^2 ; x_{10} – *LF (p)* – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{11} – *HF (p)* – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{12} – *LF/HF* – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной; p – достигнутый уровень значимости при проверке типа распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка (при критическом уровне значимости принятым равным $p > 0,05$).

Таблица 10 - Результаты проверки на нормальность распределения интегрально-временных параметров и спектральных параметров ССС девочек (n=30) в 1 - 4 точках исследования (Критерий Шапиро-Уилка $p \geq 0,05$)

Признаки	До отъезда в ЮН		По приезду в ЮН		Отъезд из ЮН		Приезд в Сургут	
	W	p	W	p	W	p	W	p
<i>SIM</i> , (у.е.)	0,74	0,00	0,77	0,00	0,80	0,00	0,81	0,00
<i>PAR</i> , (у.е.)	0,93	0,06	0,98	0,76	0,94	0,10	0,97	0,55
<i>SSS</i> , (уд./мин.)	0,98	0,72	0,92	0,03	0,99	0,97	0,95	0,13
<i>SDNN</i> , (мс)	0,96	0,35	0,91	0,01	0,86	0,00	0,97	0,67
<i>INB</i> , (у.е.)	0,61	0,00	0,73	0,00	0,82	0,00	0,71	0,00
<i>SpO₂</i> , (%)	0,57	0,00	0,85	0,00	0,83	0,00	0,83	0,00
<i>VLF</i> , ($mc^2/Гц$)	0,79	0,00	0,73	0,00	0,79	0,00	0,84	0,00
<i>LF</i> , ($mc^2/Гц$)	0,95	0,15	0,89	0,01	0,82	0,00	0,95	0,17
<i>HF</i> , ($mc^2/Гц$)	0,91	0,01	0,65	0,00	0,55	0,00	0,79	0,00
<i>Total</i> , ($mc^2/Гц$)	0,93	0,06	0,76	0,00	0,72	0,00	0,95	0,18
<i>LFnorm</i> , (%)	0,96	0,30	0,97	0,44	0,99	0,96	0,94	0,10
<i>HFnorm</i> , (%)	0,96	0,30	0,97	0,43	0,97	0,55	0,94	0,10
<i>LF/HF</i> , (у.е.)	0,83	0,00	0,74	0,00	0,87	0,00	0,89	0,00

Примечание. В качестве x_i выступали: x_1 – *SIM* – показатель активности симпатического отдела ВНС, у.е.; x_2 – *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела ВНС, у.е.; x_3 – *SSS* – число ударов сердца в минуту; x_4

– $SDNN$ – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_5 – INB – индекс напряжения (по Р.М.Баевскому); x_6 – SpO_2 –уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина) (%); x_7 – VLF – спектральная мощность очень низких частот, mc^2 ; x_8 – LF – спектральная мощность низких частот, mc^2 ; x_9 – HF – спектральная мощность высоких частот, mc^2 ; x_{10} – $LF(p)$ – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{11} – $HF(p)$ – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{12} – LF/HF – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной; p – достигнутый уровень значимости при проверке типа распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка (при критическом уровне значимости принятым равным $p > 0,05$).

Выполненный анализ попарных сравнений интегрально-временных параметров x_i ССС с использованием критерия Вилкоксона продемонстрировал (таблица 11), что статистически значимые различия между 1-й и 2-й, 1-й и 3-й группами выявлено только по показателю SpO_2 (критерий Вилкоксона составляет $p=0,01$ и $p=0,00$ соответственно). Это значит, что резких изменений по остальным показателям ССС, в частности, по показателям ВНС после приезда на Юг РФ и двухнедельного отдыха по сравнению с 1-м состоянием (до отъезда) не наблюдается. Статистически значимые различия при сравнении 1-й и 3-й групп девочек выявлены только по показателям PAR , SSS , $SDNN$ ($p=0,02$, $p=0,01$ и $p=0,03$ соответственно).

Анализ сравнения параметров в конце отдыха и непосредственно по возвращению в г.Сургут, выявил у группы мальчиков статистически значимые различия показателей PAR , SSS , SpO_2 . У девочек статистические различия показали параметры SIM , SSS при сравнении параметров в конце отдыха и непосредственно по возвращению в г. Сургут, что демонстрирует отсутствие резких изменений до и после широтных перемещений и отдыха в параметрах ССС организма школьников. Отсутствуют статистически значимые различия при сравнении параметра SIM при анализе группы мальчиков (во всех состояниях) и параметра INB при сравнении девочек (во всех состояниях).

Максимальное значение индекса напряжения (по Р.М. Баевскому - INB) отмечается при нахождении детей на отдыхе (мальчики – 2-я и 3-я точки, девочки – 2-я точка), а при возвращении в г. Сургут этот показатель не превышает 83 у.е. (мальчики) и 191 у.е. (девочки), что говорит о повышении симпатической активности ВНС у школьников, причем у девочек это выражено сильнее.

Значение параметров уровня оксигенации крови (SpO_2) при широтных перемещениях практически не изменяются ($Me=98$ у.е.). Это говорит о том, что дети находятся на максимуме возможностей своего организма, так как при любой физической нагрузке (и даже находясь на отдыхе) у детей нет резервов для компенсации недостатка оксигемоглобина (в средней полосе эта величина для групп детей колеблется в пределах 93-95 у.е.). Это выраженная декомпенсация по оксигемоглобину реально представляет синдром напряжения у жителей ХМАО-Югры.

Таблица 11 - Уровни значимости p для попарных сравнений интегрально-временных параметров x_i ССС школьников при широтных перемещениях в 4-х связанных выборках с помощью критерия Вилкоксона ($p < 0,05$)

Группы	Уровни значимости p для признаков x_i					
	SIM	PAR	SSS	SDNN	INB	SpO ₂
Мальчики (n=25)						
1 и 2	0,50	0,37	0,19	0,09	0,07	0,00
1 и 3	0,40	0,97	0,85	0,68	0,92	0,00
1 и 4	0,08	0,01	0,00	0,01	0,04	0,66
2 и 3	1,00	0,79	0,79	0,77	0,65	0,57
2 и 4	0,16	0,06	0,02	0,15	0,04	0,07
3 и 4	0,24	0,03	0,04	0,14	0,13	0,03
Девочки (n=30)						
1 и 2	0,47	0,24	0,28	0,07	0,16	0,84
1 и 3	0,10	0,02	0,01	0,03	0,06	0,47
1 и 4	0,87	0,13	0,36	0,29	0,63	0,66
2 и 3	0,26	0,11	0,09	0,20	0,19	0,03
2 и 4	0,85	0,79	0,46	0,65	0,69	0,68
3 и 4	0,02	0,12	0,02	0,11	0,27	0,78

Примечание: p - достигнутый уровень значимости при попарном сравнении с помощью критерия Вилкоксона ($p > 0,05$), n -количество обследуемых, SIM (у.е.)

– индекс активности симпатического отдела ВНС, PAR (у.е.) - индекс активности парасимпатического отдела ВНС, SSS (уд/мин) – частота сердечных сокращений, $SDNN$ (м) – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов, INB (у.е.) – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, SpO_2 (%) - уровень насыщения гемоглобина крови кислородом; 1 точка исследования - до отъезда детей в оздоровительный лагерь «Юный нефтяник»; 2 точка - по прилету в ЮН; 3 точка в конце отдыха»; 4-точка непосредственно по прилету в г.Сургут.

При сравнении спектральных параметров x_i ССС с использованием критерия Вилкоксона установлено, что статистически значимые различия в группе мальчиков (таблица 12), выявлены только при сравнении 1-го и 2-го; 1-го и 4-го состояний по показателю VLF , т.к. значение критерия Вилкоксона составляет $p=0,02$ и $p=0,04$ соответственно. Наблюдаются различия также при сравнении 1-й и 4-й группы мальчиков по исследуемым параметрам HF и $Total$ (критерий Вилкоксона равен $p=0,01$, $p=0,02$). Анализ сравнения спектральных параметров ССС в группе девочек показал, что статистически значимые различия имеются между 1-й и 3-й точками по показателю HF , LF_{norm} , HF_{norm} (критерий Вилкоксона составляет $p=0,01$, $p=0,00$, $p=0,00$). Выявлены различия при сравнении 3-й и 4-й группы по показателю LF_{norm} (критерий Вилкоксона равен $p=0,03$) и между 1-й и 2-й; 1-й и 3-й группами по исследуемому параметру LF/HF (критерий Вилкоксона равен $p=0,04$, $p=0,00$ соответственно), что говорит о благотворном влиянии двухнельного отдыха на параметры функциональной системы организма (КРС) человека.

Выполненный анализ попарных сравнений спектральных параметров x_i ССС с использованием критерия Вилкоксона продемонстрировал, что отсутствуют статистически значимые различия при сравнении параметров LF , LF_{norm} , Hf_{norm} и LF/HF при анализе группы мальчиков и VLF , LF , $Total$ группы девочек (во всех состояниях) ($p>0,05$). Это говорит, об отсутствии резких изменений до и после широтных перемещений в спектральных параметрах ССС школьников.

Таблица 12 - Уровни значимости p для попарных сравнений спектральных параметров x_i ССС мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) при широтных перемещениях в 4-х связанных выборках с помощью критерия Вилкоксона ($p<0,05$)

Группы сравнения	Уровни значимости p для признаков x_i						
	мальчики	<i>VLF</i>	<i>LF</i>	<i>HF</i>	<i>Total</i>	<i>LFnorm</i>	<i>HFnorm</i>
1 и 2	0,02	0,61	0,51	0,19	0,57	0,57	0,63
1 и 3	0,07	0,64	0,65	0,51	0,92	0,89	0,84
1 и 4	0,04	0,43	0,01	0,02	0,60	0,60	0,38
2 и 3	0,39	0,45	0,12	0,47	0,15	0,24	0,35
2 и 4	0,75	0,14	0,47	0,476	0,85	0,85	0,86
3 и 4	0,51	0,33	0,19	0,313	0,46	0,56	0,67
девочки							
1 и 2	0,06	0,40	0,09	0,07	0,18	0,16	0,04
1 и 3	0,13	0,35	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00
1 и 4	0,47	0,07	0,44	0,19	0,34	0,34	0,29
2 и 3	0,74	0,46	0,22	0,50	0,11	0,18	0,29
2 и 4	0,69	0,52	0,61	0,80	0,28	0,24	0,27
3 и 4	0,36	0,99	0,38	0,48	0,03	0,05	0,16

При статистическом сравнении параметров ССС в шестимерном (интегральные параметры) и семимерном (спектральные характеристики) фазовом пространстве диагностических признаков x_i статистически достоверные различия (при парных сравнениях в 4-х точках измерения) ССС демонстрируются у менее чем 30 % пар сравнения для исследуемых признаков x_i . Отсутствие существенных статистически значимых различий при сравнении большинства параметров ССС подчеркивает низкую эффективность использования детерминистско-стохастического подхода. В рамках стохастического подхода широтные перемещения, смена климатической зоны и двухнедельный отдых несущественно влияют на параметры ССС. Данные не показывают существенных изменений функциональной деятельности в механизмах адаптации. Традиционные стохастические методы не принимают во внимание вариабельность параметров вектора состояния системы и часто

ошибочно показывают отсутствие реальных изменений. Возникает неопределенность 1-го типа, что требует использования других методов анализа.

Анализируя результаты статистической обработки интегрально-временных параметров, мы установили (таблица 13), что значение параметра *SIM* у мальчиков колеблется в интервале от 1 у.е. до 8 у.е. (у девочек от 1 у.е. до 15 у.е.). При перемещении мальчиков с Севера на Юг интервал составлял от 1 у.е. до 8 у.е. ($Me = 2$), у девочек от 0 у.е. до 14 у.е. ($Me = 2$). При перемещении с севера на юг размах интервала также больше у девочек от 1 у.е. до 11 у.е. (у мальчиков от 0 у.е. до 6 у.е.). Наибольшее значение медианы у мальчиков и девочек отмечено до отъезда из оздоровительного лагеря ($Me = 3,0$ у.е и $Me = 3,5$ соответственно). Индекс активности парасимпатического отдела ВНС имеет среднюю активность и в выборке изменялся у девочек от 2 до 24 у.е. (у мальчиков от 6 до 22 у.е.). Наибольший показатель медианы у девочек регистрируется в первом измерении (до отъезда детей в оздоровительный лагерь) $Me=16$, наименьшее значение отмечается в третьем (отъезд из ЮН) в виде $Me = 10$ у.е. У мальчиков наибольшее значение медианы отмечено при возвращении в г. Сургут (4 точка $Me = 15$ у.е.).

Максимальное значение индекса напряжения (по Р.М. Баевскому - *INB*) отмечается при нахождении детей на отдыхе (мальчики – 2-я и 3-я точки, девочки – 2-я точка, а при возвращении в г. Сургут этот показатель не превышает 83 у.е. (мальчики) и 191 у.е. (девочки), что говорит о повышении симпатической активности ВНС у школьников, причем у девочек это выражено сильнее. Значение параметров уровня оксигенации крови (SpO_2) при широтных перемещениях практически не изменяются ($Me=98$ у.е.). Это говорит о том, что дети находятся на максимуме возможностей своего организма, так как при любой физической нагрузке (и даже находясь на отдыхе) у детей нет резервов для компенсации недостатка оксигемоглобина (в средней полосе эта величина для групп детей колеблется в пределах 93-95 у.е.). Это выраженная декомпенсация по оксигемоглобину реально представляет синдром напряжения у жителей ХМАО – Югры.

Таблица 13-Результаты статистической обработки интегрально-временных параметров ССС при широтных перемещениях в 4-х связанных выборках

	Мальчиков (n=25)			Девочки (n=30)		
	5, %	Me 50,%	95, %	5, %	Me 50,%	95, %
	SIM, (y.e.)			SIM, (y.e.)		
до ЮН	1,00	3,00	6,00	0,00	2,00	12,00
приезд в ЮН	1,00	2,00	8,00	0,00	2,00	14,00
отъезд из ЮН	1,00	3,00	6,00	1,00	3,50	15,00
приезд в Сургут из ЮН	0,00	2,00	6,00	1,00	2,50	11,00
	PAR, (y.e.)			PAR, (y.e.)		
до ЮН	7,00	13,00	21,00	2,00	16,00	22,00
приезд в ЮН	6,00	14,00	20,00	3,00	13,00	24,00
отъезд из ЮН	6,00	13,00	22,00	3,00	10,50	24,00
приезд в Сургут из ЮН	8,00	15,00	22,00	4,00	14,00	21,00
	SSS, (уд./мин.)			SSS, (уд./мин.)		
до ЮН	74,00	85,00	95,00	64,00	88,00	106,00
приезд в ЮН	72,00	83,00	104,0	74,00	87,00	114,00
отъезд из ЮН	72,00	85,00	97,00	78,00	92,00	108,00
приезд в Сургут из ЮН	65,00	83,00	90,00	74,00	85,00	109,00
	SDNN, (мс)			SDNN, (мс)		
до ЮН	25,00	32,00	48,00	20,00	52,50	91,00
приезд в ЮН	26,00	52,00	85,00	21,00	52,00	90,00
отъезд из ЮН	28,00	46,00	88,00	20,00	42,00	96,00
приезд в Сургут из ЮН	25,00	32,00	48,00	23,00	51,00	84,00
	INB, (y.e.)			INB, (y.e.)		
до ЮН	16,00	37,00	83,00	10,00	33,50	201,00
приезд в ЮН	13,00	34,00	126,0	11,00	35,00	234,00
отъезд из ЮН	14,00	39,00	99,00	15,00	55,50	192,00
приезд в Сургут из ЮН	10,00	27,00	73,00	15,00	38,00	191,00
	SpO₂, (%)			SpO₂, (%)		
до ЮН	94,00	97,00	99,00	96,00	98,00	99,00
приезд в ЮН	97,00	98,00	99,00	96,00	98,00	99,00
отъезд из ЮН	97,00	98,00	99,00	97,00	98,00	99,00
приезд в Сургут из ЮН	95,00	98,00	99,00	97,00	98,00	99,00

Примечание: SIM– показатель активности симпатического отдела ВНС (y.e.), PAR – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (y.e.), SSS-частота сердечных сокращений (уд./мин.), SDNN– стандартное отклонение R–R-интервалов (мс), INB– показатель индекса напряжения по Р.М. Баевскому (y.e.), SpO₂-содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%); Me – медиана (5%; 95%).

Анализ статистической обработки спектральных параметров показал (таблица 14), что значение параметра VLF у девочек колеблется в интервале от 311 у.е. до 8515 у.е. (у мальчиков от 551 у.е. до 6408 у.е.). Наименьшее значение медианы у девочек отмечается в 2-й точке исследования, а у мальчиков во 1-й точке (соответственно $Me=1420,5$ у.е., $Me=1656,0$ у.е. Интервал показателя высокочастотного спектра (HF) при перемещении девочек с севера на юг составлял от 192 у.е. до 5372 у.е. ($Me=1451,5$ у.е.), а при перемещении с юга на север от 234 у.е. до 7876 у.е. ($Me=1633$). Значение параметра HF у мальчиков колеблется в интервале от 303 у.е. до 8271 у.е. Наибольшее значение медианы отмечено у девочек до отъезда из г. Сургута, у мальчиков после приезда в г. Сургут ($Me=2179$ у.е. и $Me=2329$ у.е.). Одновременно значение параметра LF варьируется у девочек в пределах 297 у.е. до 9357 у.е. (у мальчиков от 589 у.е. до 7195 у.е.) Наименьшее значение медианы отмечается у девочек в третьем состоянии (отъезд из ЮН) $Me=2114,5$ у.е. (у мальчиков в первом состоянии $Me=2171$ у.е.).

Величина параметра $Total$ колеблется у девочек в пределах 1322 у.е. до 27649 у.е. (у мальчиков от 1905 у.е. до 22403 у.е.) Наименьший показатель медианы регистрируется у девочек до отъезда из оздоровительного лагеря $Me=5647$ у.е. (у мальчиков в 1-й точке ($Me=6211$ у.е.), наибольший – в первом состоянии (в группе мальчиков в 4-й точке ($Me=8220$ у.е.). Очевидно, что этот параметр $Total$ у девочек (он у них устойчиво снижается) существенно отличается от мальчиков (он устойчиво повышается). Всё это доказывает гендерные различия в эффекте оздоровления по спектральным характеристикам. Значение параметра LF/HF при перемещении девочек с севера на юг составлял от 0,4 у.е. до 9,2 у.е. ($Me=1,8$ у.е.), а при перемещении с юга на север от 0,3 у.е. до 4,7 у.е. ($Me=1,7$ у.е.). Наибольшее значение медианы отмечено до отъезда из ЮН в Сургут (3 точка $Me=2,0$ у.е.)

Таблица 14 - Результаты статистической обработки спектральных параметров ССС при широтных перемещениях в 4-х связанных выборках

	Мальчиков (n=25)			Девочки (n=30)		
	5, %	Me 50,%	95, %	5, %	Me 50%	95, %
	VLF, (мс²/Гц)			VLF, (мс²/Гц)		
до ЮН	554,0	1656,0	3717,0	632,0	1883,5	8515,0
приезд в ЮН	944,0	2502,0	5427,0	413,0	1420,5	7190,0
отъезд из ЮН	688,0	2617,0	6408,0	311,0	1753,5	5396,0
приезд в Сургут из ЮН	551,0	2350,0	6375,0	687,0	1977,0	6661,0
	LF, (мс²/Гц)			LF, (мс²/Гц)		
до ЮН	945,0	2171,0	765,0	297,0	3481,0	773,0
приезд в ЮН	741,0	2231,0	5921,0	605,0	2647,5	9357,0
отъезд из ЮН	589,0	2556,0	6320,0	671,0	2114,5	8064,0
приезд в Сургут из ЮН	1112,0	2690,0	7195,0	520,0	2719,0	5737,0
	HF, (мс²/Гц)			HF, (мс²/Гц)		
до ЮН	455,0	1767,0	8211,0	182,0	2179,0	7763,0
приезд в ЮН	303,0	2252,0	7804,0	192,0	1451,5	5372,0
отъезд из ЮН	417,0	1566,0	7804,0	207,0	1213,0	14349,
приезд в Сургут из ЮН	481,0	2329,0	8271,0	234,0	1633,0	7876,0
	Total, (мс²/Гц)			Total, (мс²/Гц)		
до ЮН	2576,0	6211,0	16467	1322	8363,0	21141
приезд в ЮН	2093,0	7395,0	14913	1404	7328,5	21961
отъезд из ЮН	1905,0	7065,0	15684	1340	5647,0	27649
приезд в Сургут из ЮН	2887,0	8220,0	22403	1770	7133,5	17586
	LFnorm, (%)			LFnorm, (%)		
до ЮН	32,00	53,00	81,00	38,00	55,50	78,00
приезд в ЮН	28,00	51,00	82,00	30,00	64,50	90,00
отъезд из ЮН	33,00	56,00	83,00	39,00	66,00	88,00
приезд в Сургут из ЮН	28,00	59,00	77,00	26,00	61,00	82,00
	HFnorm, (%)			HFnorm, (%)		
до ЮН	19,00	47,00	68,00	22,00	44,50	62,00
приезд в ЮН	18,00	49,00	72,00	10,00	35,50	70,00
отъезд из ЮН	17,00	44,00	67,00	13,00	34,00	61,00
приезд в Сургут из ЮН	23,00	41,00	72,00	18,00	39,00	74,00
	LF/HF, (y.e.)			LF/HF, (y.e.)		
до ЮН	0,48	1,30	4,32	0,62	1,36	3,62
приезд в ЮН	0,38	1,10	4,44	0,40	1,80	9,20
отъезд из ЮН	0,50	1,30	4,80	0,70	2,00	6,50
приезд в Сургут из ЮН	0,40	1,50	3,30	0,30	1,70	4,70

Нами установлено, что нейровегетативное регулирование (рисунок 4) у мальчиков до приезда в оздоровительный лагерь (1 точка) и в конце двухнедельного отдыха (3 точка) характеризуется незначительным повышением показателя симпатической ВНС ($Me=3$ у.е.) и снижением показателя активности PAR ($Me=13$ у.е.). В отличие от группы девочек (рисунок 5), где незначительное повышение показателя SIM наблюдается только в 3-й точке исследования ($Me=3,5$ у.е.). При сравнении активности показателя PAR у девочек отмечается постепенное снижение показателя в 1-3 точках ($Me=16$ у.е., $Me=13$ у.е., $Me=10,5$ у.е. соответственно) и повышение после отдыха (4 точка) $Me=14$ у.е.). Однако в отличие от группы мальчиков, показатель PAR у девочек после приезда из оздоровительного лагеря меньше ($Me=14$ у.е.), по сравнению с 1 точкой исследования ($Me=16$ у.е.).

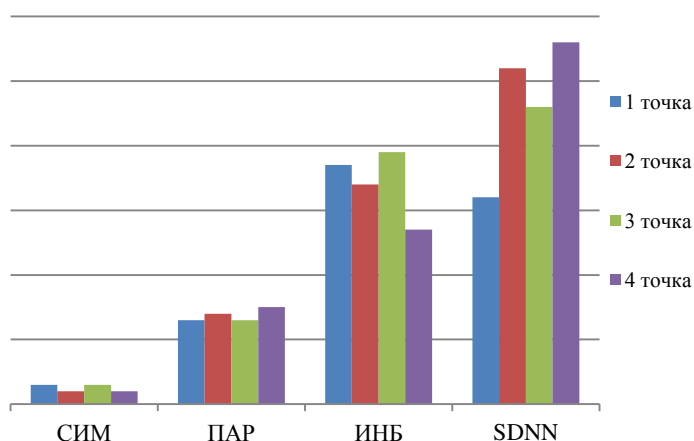


Рисунок 4 - Диаграмма результатов статистической обработки (медианных значений) основных интегрально-временных параметров (SIM , PAR , $SDNN$, INB) ССС мальчиков ($n=25$) в 1 - 4 точках исследования

Примечание: SIM – показатель активности симпатического отдела ВНС (у.е.), PAR – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у.е.), $SDNN$ – стандартное отклонение $R-R$ -интервалов (мс), INB – показатель индекса напряжения по Р.М. Баевскому (у. е.). 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

Значение индекса напряжения (по Р.М. Баевскому - *INB*) варьируется в пределах 10 у.е. до 126 у.е., размах интервала у девочек больше и составляет от 10 у.е. до 234 у.е.. В группе девочек показатель *INB* (рисунок 5), значительно повышается после двухнедельного отдыха (1 точка - $Me=33,5$ у.е., 3 точка - $Me=55$ у.е.) и понижается после приезда в г.Сургут ($Me=38$ у.е.). В группе мальчиков во 2-ой точке наблюдается незначительное понижение показателя ($Me=34$ у.е.), затем отмечается повышение в 3-ей точке ($Me=39$ у.е.) и значительное снижение показателя в 4-ой точке ($Me=29$ у.е.).

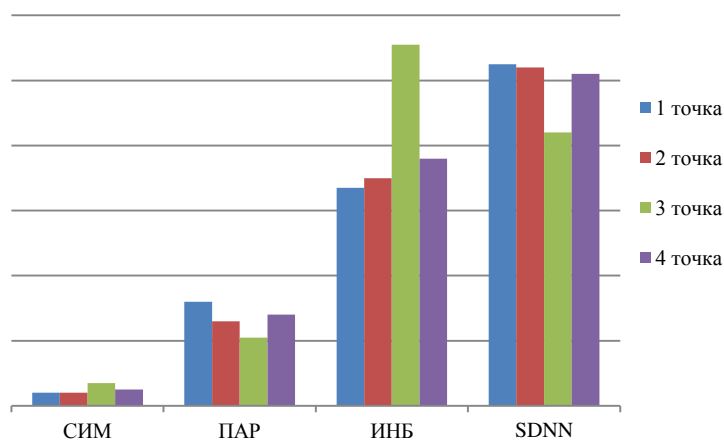


Рисунок 5 - Диаграмма результатов статистической обработки (медианных значений) основных интегрально-временных параметров (*SIM*, *PAR*, *SDNN*, *INB*) ССС девочек ($n=30$) в 1 - 4 точках исследования
 Примечание: *SIM* – показатель активности симпатического отдела ВНС (у.е.), *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у.е.), *SDNN* – стандартное отклонение *R–R*-интервалов (мс), *INB* – показатель индекса напряжения по Р.М. Баевскому (у. е.). 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

При сравнении показателя *SDNN* (стандартное отклонение всех *NN*-интервалов) в группе мальчиков во 2-ом состоянии отмечается повышение показателя ($Me=52$), то есть повышается парасимпатическая активность ВНС. Однако после отдыха (3-е состояние) у мальчиков и девочек наблюдается снижение показателя ($Me=46$ у.е., $Me=42$ у.е. соответственно), то есть наблюдается

преобладание симпатических влияний. После приезда домой (4-е состояние) отмечается рост показателя в группе девочек ($Me=51$ у.е., 3 точка - $Me=42$ у.е.). В результате оздоровительного отдыха состояние ВНС переходит в состояние с преобладанием парасимпатотонии, а значит в более щадящий режим функционирования всей системы, но для данного возраста это не характерно (в сравнении со средней полосой).

Анализ результатов статистической обработки (медианных значений) основных спектральных параметров показал, что в группе девочек прослеживается снижение показателей HF и LF (исключением является VLF) в 2-3 состоянии и повышение в 4-ом состоянии (после приезда в г.Сургут).

В группе мальчиков (рисунок 6) отмечается повышение показателей VLF , LF в 2-3 точках исследования, затем показатель LF продолжает повышаться, а показатель VLF снижается. Показатель HF повышается в 1-4 точках и снижается в конце отдыха (3 точка), наблюдается повышение показателя $Total$ в 2-4 точках исследования.

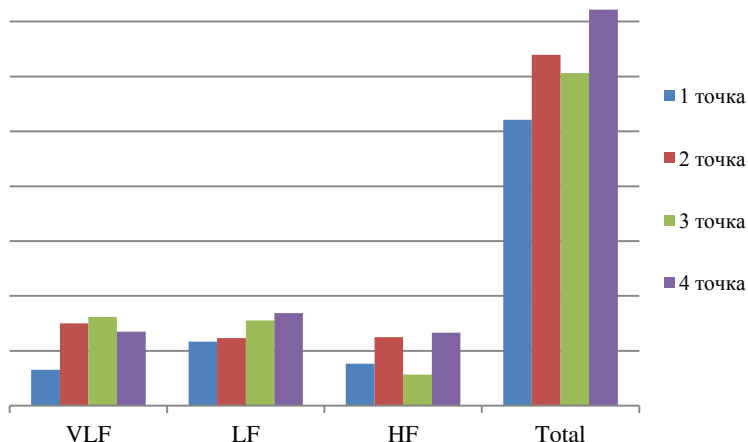


Рисунок 6 - Диаграмма результатов статистической обработки (медианных значений) основных спектральных параметров (VLF , LF , HF , $Total$) ССС мальчиков ($n=25$) в 1 - 4 точках исследования

Примечание: VLF – спектральная мощность очень низких частот, ms^2 ; LF – спектральная мощность низких частот, ms^2 ; HF – спектральная мощность высоких частот, ms^2 .

частот, мс^2 ; *Total* – общая спектральная мощность, мс^2 ; *LF (p)* – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; *HF (p)* – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; *LF/HF* – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной; 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

После приезда и двухнедельного отдыха (2-я и 3-я точки) в группе девочек (рисунок 7) отмечается снижение общей мощности спектра (*Total*), что характеризует включение механизмов обеспечивающих срочную адаптационную реакцию (активация стресс - лимитирующих систем). Преобладание в группе мальчиков показателя *Total* во 2-4-м состоянии по сравнению с 1-м состоянием, говорит об особенностях регуляции ВНС.

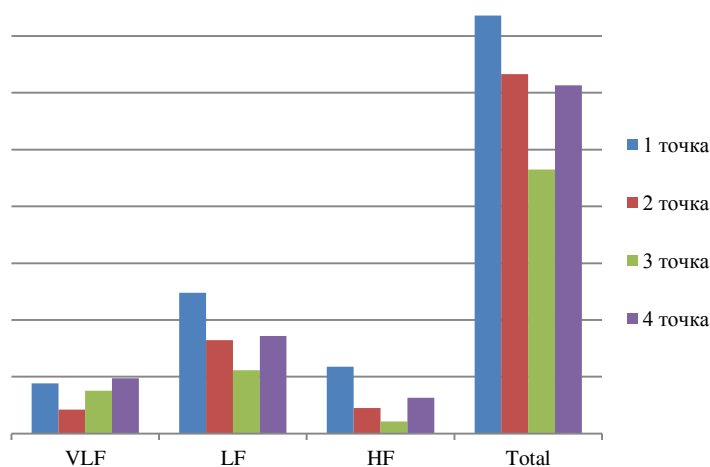


Рисунок 7 - Диаграмма результатов статистической обработки (медианных значений) основных спектральных параметров (VLF, LF, HF, Total) ССС девочек (n=30) в 1 - 4 точках исследования

Примечание: *VLF* – спектральная мощность очень низких частот, мс^2 ; *LF* – спектральная мощность низких частот, мс^2 ; *HF* – спектральная мощность высоких частот, мс^2 ; *Total* – общая спектральная мощность, мс^2 ; *LF (p)* – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; *HF (p)* – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; *LF/HF* – отношение

низкочастотной составляющей к высокочастотной; 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

В группе мальчиков после приезда и двухнедельного отдыха в оздоровительном лагере наблюдается увеличение показателя спектра *VLF*, по сравнению с *LF* и *HF*. Это говорит о напряжении вегетативного дисбаланса – симпатикотонии, а также показывает неспецифическую адаптационную реакцию параметров ССС организма мальчиков. Однако после приезда домой (4-я точка) показатель спектра *VLF* снижается. В группе девочек во 2-4 точках (по сравнению с 1-й точкой) наблюдается преобладание парасимпатотонии (снижение спектра *VLF*), что подтверждает благотворное влияние отдыха на параметры ФСО девочек. В целом можно сделать вывод о том, что в рамках стохастического подхода широтные перемещения и двухнедельный отдых на Юге РФ несущественно влияют на параметры ССС школьников ХМАО – Югры. Данные не показывают существенных изменений функциональной деятельности в механизмах адаптации.

Использование программных продуктов в рамках новых подходов оценки физиологических параметров гомеостаза решает проблему неопределенности 1-го и 2-го типов в физиологии. Такой анализ КРС позволяет изучить динамику поведения параметров variability сердечного ритма детей при широтных перемещениях (до и после отдыха и оздоровления), на основании расчета параметров квазиаттракторов и матриц межаттракторных расстояний в *m*-мерном фазовом пространстве. Использование новых подходов в рамках ТХС в настоящей работе, на примере сравнения интегральных и спектральных параметров ССС, позволило объективно оценить реальные изменения после оздоровительных мероприятий и оценить адаптационные и функциональные резервы детского организма. Однако проблема отсутствия статистических

различий (неопределённость 1-го типа) или непрерывных изменений выборок x ; любых параметров КРС остается открытой.

3.2. Оценка влияния оздоровительных мероприятий на интегрально-временные параметры ССС учащихся с позиции статистической неустойчивости параметров организма

Следующий этап исследования посвящен расчету параметров квазиаттракторов ВСОЧ в 6-ти мерном фазовом пространстве состояний интегрально-временных показателей ССС школьников в 4-х точках исследования, т.к. изменения данных параметров более существенны, чем результаты статистической обработки первичных данных. Отметим, что из таблиц 11- 14 следует, что для многих пар сравнения выборок параметров КРС $p > 0,05$ (нет статистических различий). Тогда мы переходим к расчёту хаотических характеристик КРС, что делается методами теории хаоса-самоорганизации.

Значения показателя асимметрии R_x и общего объёма многомерного параллелепипеда V (*General V value*) были получены в результате обработки статистических данных в программе *Identity 4*. Программа по крайним точкам определяет объем параллелепипеда V (*General V value*) и автоматически определяет его геометрический центр, так называемый хаотический центр. На основе установленного вектора $x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $x_1 = x(t)$ – это величина динамики абсолютного значения первого параметра КРС на некотором интервале времени Δt , x_2 – это величина изменения второго параметра КРС и т.д. Мы построили КА динамики поведения вектора $x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, для $m=6$. Расчет параметров КА для оценки поведения ВСОЧ школьников, выявило зависимость динамики движения параметров квазиаттракторов до и после широтных перемещений и оздоровления на Юге РФ.

На рисунке 8 представлена динамика изменения объемов КА интегрально-временных параметров школьников в 4-х состояниях. После приезда в оздоровительный лагерь «Юный нефтяник» (2-я точка исследования) объем КА

у мальчиков уменьшился в 4,8 раза ($V_G=1,56*10^8$ у.е.), а у девочек в 1,8 раза ($V_G=1,47*10^8$ у.е.), по сравнению с 1 точкой (до отъезда в ЮН). После двухнедельного отдыха (3-я точка исследования) объём КА школьников продолжает снижаться (таблица 15) и составляет $V_G=0,59*10^8$ у.е. в группе мальчиков и $V_G=1,18*10^8$ у.е. в группе девочек). Уменьшение объёма КА во время отдыха (2-я и 3-я точки) показывает снижение уровня разброса в ФПС координат вектора состояния организма и свидетельствует об активизации регуляторных механизмов ССС и хорошем оздоравливающем эффекте двухнедельного пребывания детей на Юге РФ. В теории хаоса и самоорганизации постулируется: чем меньше объём, тем больше стабильна наша система (Еськов В.М. и соавт., 2008-2015).

По прилёту в г. Сургут (4-я точка) объём КА у девочек продолжает снижаться ($V_G=0,57*10^8$ у.е.), а у мальчиков резко возрастает в 6 раз ($V_G=3*10^8$) у.е., то есть у девочек реакция ССС более выраженная и стойкая, чем у мальчиков, которые показали в 4-й точке частичный возврат в исходное состояние, то есть недостаточную сформированность адаптационных механизмов. Между тем, объём КА после приезда домой у мальчиков в 2,3 раза, а у девочек в 4,7 раза меньше наблюдаемого объёма КА в 1 точки исследования. Характерно, что девочки исходно имеют повышенное значение V_G для квазиаттрактора (таблица 15), но они дают устойчивую картину снижения V_G в ходе отдыха и по возвращению в ХМАО - Югру. У мальчиков эта величина имеет вид параболы (с точкой минимума $V_3 = 0,59*10^8$ в конце отдыха). Однако возвращение в Югру даёт возврат в исходное состояние параметров ССС.

Расширение объёма m -мерного параллелепипеда V_G ограничивающего КА подтверждает нарастание хаотичности динамики исследуемых параметров ССС у школьников и даёт количественную оценку протекания донозологических процессов. Это также свидетельствует о недостаточной адаптации детского организма.

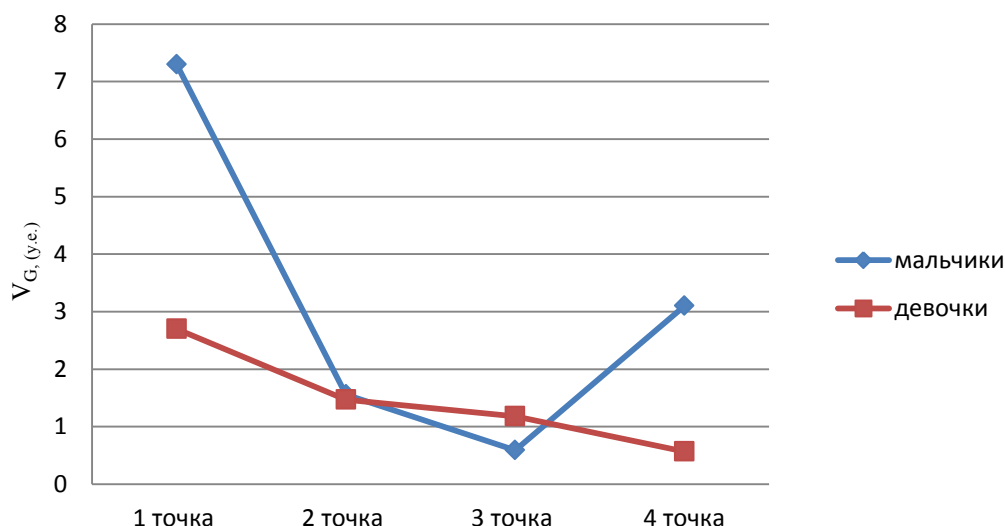


Рисунок 8 - Динамика изменения объемов (V_G) КА (у.е.) интегрально-временных параметров ССС мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 1 - 4 точках исследования

Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

Легко заметить, что мера хаотичности системы (R_x) во всех состояниях различна (таблица 15). В группе мальчиков коэффициент асимметрии (R_x) уменьшается после отдыха в ЮН (3 точка) и составляет $R_x = 22,03$ усл. ед., по сравнению с показателями в 1-й и 2-й точках (29,74 усл.ед. и 29,87 усл.ед. соответственно), а затем резко увеличивается в 4-м состоянии ($R_x = 35.37$ усл.ед.).

Таблица 15 - Результаты расчета параметров квазиаттракторов интегрально-временных параметров ССС ($m=6$) мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 4-х точках обследования

Параметры КА, (у.е.) Точки исследования	Мальчики ($n=25$)		Девочки ($n=30$)	
	V_G	R_x	V_G	R_x
1 точка исследования	$7,3 \cdot 10^8$	29,74	$2,70 \cdot 10^8$	97,53
2 точка исследования	$1,56 \cdot 10^8$	29,87	$1,47 \cdot 10^8$	72,96
3 точка исследования	$0,59 \cdot 10^8$	22,03	$1,18 \cdot 10^8$	69,57
4 точка исследования	$3,0 \cdot 10^8$	35,36	$0,57 \cdot 10^8$	72,26

Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

Чем больше расстояние показателя асимметрии (R_x), тем больше система отклоняется от состояния равновесия. Это говорит о том, что организм мальчиков до отъезда (1 точка) и в конце двухнедельного отдыха (4 точка) находится в определенном состоянии, которое приближается к стохастическому. Эта динамика подтверждается значение чисел k в матрицах парного сравнения.

В группе девочек показатель асимметрии R_x уменьшается (рисунок 8) во 2-м и 3-м состоянии (72,96 и 69,57 усл.ед. соответственно), по сравнению с 1-м состоянием (97,53 усл.ед.). В 4-ой точке исследования (после прилёта в г. Сургут) наблюдается незначительное увеличение коэффициента асимметрии до $R_x = 72,26$ усл. ед., однако данный показатель меньше регистрируемого в 1-й точке ($R_x = 97,53$ усл.ед.).

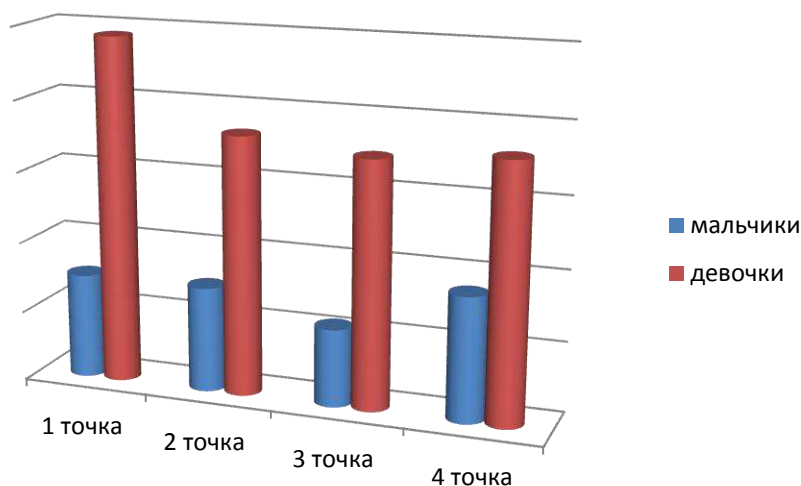


Рисунок 9 - Динамика изменения коэффициента асимметрии (R_x), КА (у.е.) интегрально-временных параметров ССС мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 1 - 4 точках исследования

С помощью новых методов мы установили, что однонаправленное снижение объемов квазиаттракторов и коэффициента асимметрии (V_G и R_x) в

сторону уменьшения указывает на уменьшение колебания ВСОЧ и повышение адаптационных возможностей системы регуляции ВНС, но это более выражено для девочек (чем для мальчиков).

3.3. Влияние лечебных мероприятий на параметры квазиаттракторов спектральные характеристик организма учащихся

Применение спектрального анализа в исследовании позволяет выделить из сложного колебания его исходные, более простые. Это устанавливается по анализу их частоты колебаний КИ и интенсивности. Такой частотный анализ показывает соотношение разных компонентов сердечного ритма, отражающее активность определенных звеньев регуляторного механизма ССС. Изменение климатических условий и оздоровительные мероприятия существенно влияют на эти параметры.

Регистрация параметров сердечно-сосудистой системы обследуемых производилась в семимерном фазовом пространстве состояний общего вектора состояния ССС (ВСС) в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=7$. Эти координаты x_i состояли из: x_1 — VLF — спектральная мощность очень низких частот, mc^2 ; x_2 — LF — спектральная мощность низких частот, mc^2 ; x_3 — HF — спектральная мощность высоких частот, mc^2 ; x_4 — Total — общая спектральная мощность, mc^2 ; x_5 — $LF(p)$ — низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_6 — $HF(p)$ — высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_7 — LF/HF — отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной.

Значения показателя асимметрии R_x и общего объема многомерного параллелепипеда V (*General value*) также получены в результате обработки статистических данных в программе *Identity 4*. При этом рассчитывались параметры КА для семимерного фазового пространства состояний спектральных характеристик КРС (спектральная плотность сигнала - СПС)

В группе девочек, согласно расчетам представленным в таблице 16, объем КА после приезда в оздоровительный лагерь Юный нефтяник (2-я точка

исследования), по сравнению с 1-й точкой, практически не изменился и составил $V_G = 1,56 \cdot 10^8$ у.е. Однако после двухнедельного отдыха (3-я точка исследования) объем КА девочек резко увеличивается в 6 раз, по сравнению с 1-й точкой и составляет $V_G = 9,50 \cdot 10^8$ у.е., что возможно демонстрирует повышенную двигательную активность и недостаточную сформированность адаптационных механизмов. Однако после приезда домой (4-я точка) объем КА резко снижается и становится в 0,7 раз меньше наблюдаемого объема КА в 1-й точки ($V_G = 1,10 \cdot 10^8$ у.е.). Это говорит о стабилизирующем влиянии и хорошем оздоравливающем эффекте двухнедельного пребывания на Юге РФ по параметрам организма девочек.

Таблица 16 - Результаты расчета параметров квазиаттракторов спектральных характеристик параметров ССС ($m=7$) мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 4-х точках обследования

Параметры КА, у.е. Точки исследования	Мальчики ($n=25$)		Девочки ($n=30$)	
	V_G	Rx	V_G	Rx
1 точка исследования	$2,0 \cdot 10^8$	7 880.5	$1,54 \cdot 10^8$	4017,2
2 точка исследования	$5,5 \cdot 10^8$	1 985.5	$1,56 \cdot 10^8$	11032,4
3 точка исследования	$2,2 \cdot 10^8$	2 819.7	$9,50 \cdot 10^8$	11523,8
4 точка исследования	$3,1 \cdot 10^8$	7 016.5	$1,10 \cdot 10^8$	4098,9

Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут

В группе мальчиков (рисунок 10) объем КА сразу после приезда в оздоровительный лагерь (2-я точка исследования) увеличился в 2,6 раза, по сравнению с 1-й точкой и составил $V_G = 5,5 \cdot 10^8$ у.е. Однако после двухнедельного отдыха (3-я точка исследования) объем КА мальчиков, по сравнению с девочками, снижается ($V_G = 2,2 \cdot 10^8$ у.е.) и снова немного повышается в 4-й точке. После возвращения в г. Сургут (4-я точка) объем КА составил $V_G = 3,1 \cdot 10^8$ у.е., что 1,5 раза больше, наблюдаемого исходного объема

КА в 1-й точки (отъезд из г.Сургута). Увеличение объема КА показывает недостаточную сформированность адапционных механизмов по регуляции СПС, а также степень рассогласования параметров функциональных систем организма (ФСО) мальчиков.

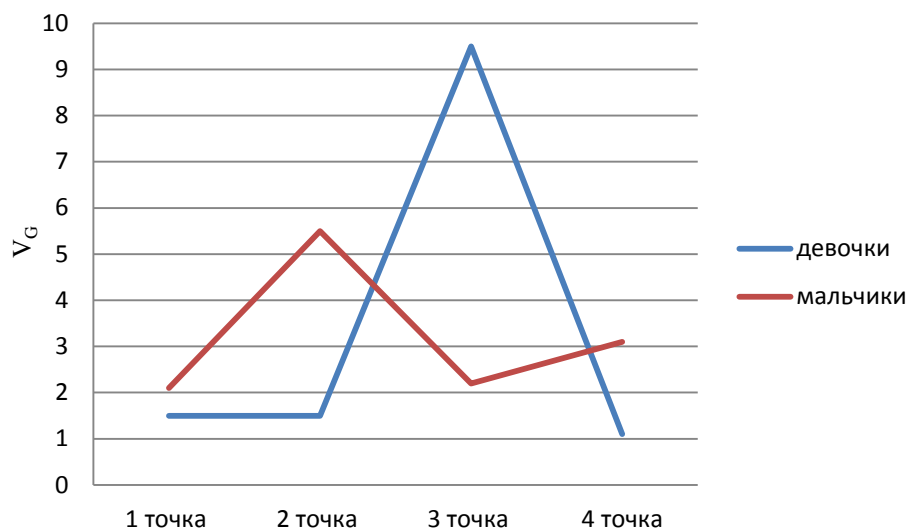


Рисунок 10 -Динамика изменения объемов КА (у.е.) спектральных параметров ССС мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 1-4 точках исследования

Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут

Показатель асимметрии (R_x) практически не различается (рисунок 11) в 1-й и 4-й точках в группе мальчиков (7880,5 и 7016,5 усл. ед. соответственно) и девочек (4017,2 и 4098,9 усл. ед. соответственно). Однако, в группе мальчиков, коэффициент асимметрии (R_x) во 2-й точке сначала уменьшается в 3,9 раза, по сравнению с 1-й точкой, затем немного повышается в 3-м состоянии (2819,7). В 4-м состоянии коэффициент асимметрии (R_x) резко повышается и составляет 7016,5, что практически соответствует показателю в 1-й точке (7880,5). Это также говорит о том, что организм детей до отъезда (1-я точка) и в конце

двухнельного отдыха (4-я точка) находится в определенном состоянии, которое приближается к стохастическому.

В группе девочек значение показателя асимметрии (R_x) во 2-й точке резко увеличивается (таблица 16) в 2,7 раза по сравнению с 1-й точкой (11032,4 и 4017,2 усл. ед соответственно) и продолжает повышаться в 3 точке (11523,8 усл. ед.). Чем больше расстояние показателя асимметрии (R_x), тем больше система отклоняется от состояния равновесия. Однако в 4-й точке показатель резко уменьшается (4098,9 усл.ед) и приближается к результату зафиксированном в 1-й точке (4017,2 усл. ед).

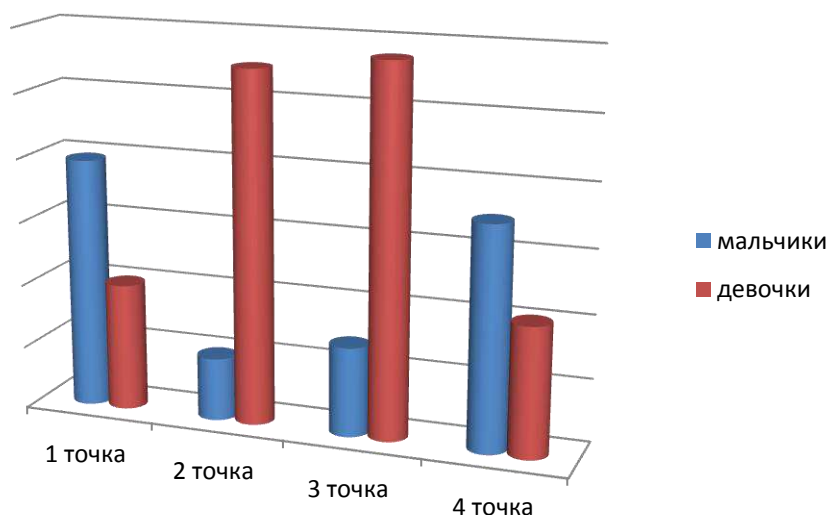


Рисунок 11 - Динамика изменения коэффициента асимметрии (R_x), КА (у.е.) интегрально-временных параметров ССС мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 1-4 точках исследования

Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут

На следующем этапе исследования нами был выполнен расчет матриц межаттракторных расстояний Z_{ij} мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 4-х точках обследования.

3.4 Матрицы межаттракторных расстояний в сравнительной оценке параметров ССС, как кинематические характеристики состояния функциональной системы организма человека

Первоначально рассмотрим значения межаттракторных расстояний Z_{ij} для интегрально-временных показателей ВСП ($SIM, PAR, SSS, SDNN, INB, SpO_2$), то есть при $m=6$). Параметр Z_{ij} (i и j – номера обследуемых групп) – расстояние между центрами хаотических квазиаттракторов двух изучаемых групп (компарментов) испытуемых, определяет эволюцию организма по параметрам КРС в фазовом пространстве состояний (параметров КРС). Между хаотическими центрами этих КА для описания Z_{ij} создается матрица Z . Такие матрицы представлены в таблицах 17-20, где представлены все возможные расстояния между хаотическими центрами КА.

У мальчиков (таблица 17), наибольшее расстояние Z_{ij} установлено между 1-й (до отъезда в ЮН) и 4-й (после отдыха) точками ($z_{41}=14,24$ у.е.), а наименьшее при сравнении 2-й (после приезда в ЮН) и 3-й (после 2-х недельного отдыха) точек ($z_{23}=2,78$ у.е.). Именно эти $z_{41}=14,24$ у.е. показывают оздоровительный эффект отдыха по параметрам КРС для мальчиков.

Таблица 17- Матрица идентификации межаттракторных расстояний (Z_{ij} , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов интегрально-временных показателей ССС организма мальчиков по 4-м этапам обследования (1-й этап – непосредственно перед отъездом; 2-й — после прибытия в ЮН; 3-й этап - перед отъездом из ЮН; 4-й этап-после приезда в г.Сургут), в 6-ти мерном фазовом пространстве ($m=6$).

Z_{ij}	Точка исследования			
	1	2	3	4
1	0,00	4,98	3,64	14,2
2	4,98	0,00	2,78	13,7
3	3,64	2,78	0,00	12,8
4	14,2	13,7	12,8	0,00
Σ	22,8	21,46	19,31	40,83
\bar{x}	7,62	7,15	6,46	13,61

Анализируя полученные результаты для девочек (таблица 18) по расчёту межаттракторных расстояний (Z_{ij}) для четырех кластеров испытуемых (девочек), наибольшее расстояние Z_{ij} установлено между 1-й и 3-й точками ($z_{13}=21,98$ у.е.), а наименьшее при сравнении 2-й и 3-й точек ($z_{23}=6,32$ у.е.). Установлено, что большие межаттракторные расстояния наблюдаются в группе девочек между 1-й и 2-й; 1-й и 3-й точками ($z_{21}=15,98$ у.е.; $z_{31}=21,98$ у.е. соответственно). Однако сравнение матриц для мальчиков (таблица 17) и для девочек (таблица 18) показывают отличия в межаттракторных расстояниях.

Таблица 18 - Матрица идентификации межаттракторных расстояний (Z_{ij} , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов интегрально-временных показателей ССС организма девочек по 4-м этапам обследования (1-й этап – непосредственно перед отъездом; 2-й — после прибытия в ЮН; 3-й этап - перед отъездом из ЮН; 4-й этап-после приезда в г.Сургут), в 6-ти мерном фазовом пространстве ($m=6$).

Z_{ij}	Точка исследования			
	1	2	3	4
1	0,00	15,9	21,9	7,75
2	15,9	0,00	6,32	8,48
3	21,9	6,32	0,00	14,5
4	7,75	8,48	14,5	0,00
Σ	45,7	30,78	42,81	30,74
\bar{x}	15,2	10,26	14,27	10,20

В группе мальчиков при общем (суммарном) значении расстояний Z_{ij} после приезда и двухнедельного отдыха между 2-й, 3-й точками почти не изменяется (21,46 у.е. и 19,31 у.е. соответственно), суммарное значение для 1-й точки - 22,86 у.е. Это говорит об оздоровительном эффекте двухнедельного пребывания в оздоровительном лагере на Юге РФ на параметры ССС организма мальчиков. Однако в 4-й точке сумма Z_{ij} резко увеличивается в 2,1 раза (до 40,83 у.е.), что говорит об особенностях влияния возвращения в ХМАО-Югру, когда после отдыха произошли значимые перестройки в организме ребенка (существенное

напряжение регуляторных процессов). В целом, межаттракторные расстояния невелики.

В группе девочек (рисунок 12) при общем (суммарном) значении (при сложении всех элементов столбцов) межаттракторные расстояния Z_{ij} для 1-й, 2-й и 3-й точек довольно высокие (по сравнению с мальчиками). Однако для 4-й точки наблюдается уменьшение практически до уровня 2-го состояния и составляет $Z_{ij} = 30,74$ у.е. Это говорит об особом оздоровительном эффекте отдыха, который влияет на параметры организма девочек. В целом, 1-я и 3-я точки имеют наибольшее значение при суммировании всех Z_{ij} (по каждой строке), но 2-я и 4-я точки отстают от 1-й точки (до начала отдыха) на расстояниях, которые превышают таковые для мальчиков в 3-4 раза. Параметры КРС в целом уходят в фазовые пространства (вместе с квазиаттрактором) на очень большие расстояния, которые можно характеризовать как эволюцию.

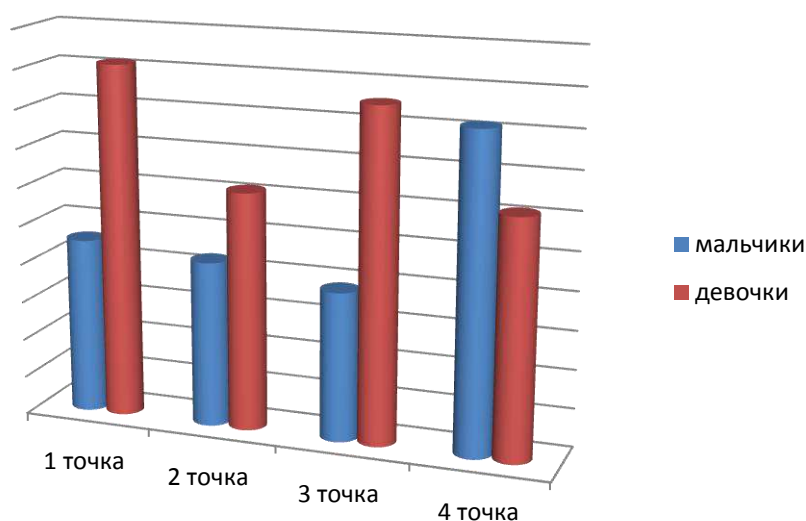


Рисунок 12 - Динамика изменения расстояний (Z_{ij} , у.е.) (суммарное значение) между хаотическими центрами квазиаттракторов интегрально-временных показателей ССС мальчиков ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 1-4 точках исследования в 6-ти мерном фазовом пространстве состояний

Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

Анализируя полученные результаты (таблица 19) расчёта межаттракторных расстояний (Z_{ij}) между хаотическими центрами квазиаттракторов спектральных показателей ССС для четырех кластеров испытуемых мальчиков установлено, что наибольшее расстояние Z_{ij} установлено между 1-й (до отъезда) и 4-й (после отдыха) точками ($z_{41}=2873,56$ у.е.), а наименьшее при сравнении 2-й и 3-й точек ($z_{23}=839,27$ у.е.). У девочек (таблица 20), наибольшее расстояние Z_{ij} установлено между 1-й и 3-й точками ($z_{13}=2106,69$ у.е.), а наименьшее при сравнении 2-й и 3-й точек ($z_{23}=225,19$ у.е.).

Таблица 19 - Матрица идентификации межаттракторных расстояний (Z_{ij} , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов спектральных показателей ССС организма мальчиков по 4-м этапам обследования (1-й этап – непосредственно перед отъездом; 2-й — после прибытия в ЮН; 3-й этап - перед отъездом из ЮН; 4-й этап-после приезда в г.Сургут), в 7-ми мерном фазовом пространстве ($m=7$)

	Точка исследования, у.е.			
	1	2	3	4
1	0,00	1624,5	905,8	2873,5
2	1624,5	0,00	839,2	1795,4
3	905,8	839,2	0,00	2405,9
4	2873,5	1795,4	2405,9	0,00
Σ	5403,9	4259,2	4151,1	7074,9
\bar{x}	1801,3	1419,7	1383,7	2358,3

При общем (суммарном) значении межаттракторное расстояние Z_{ij} , между хаотическими центрами квазиаттракторов спектральных показателей ССС в группе мальчиков (рисунок 13) после приезда и двухнедельного отдыха снижается (2 точка-4259,2 у.е.; 3-точка - 4151,14у.е.). Небольшое расстояние для 2-й и 3-й точек говорит об оздоровительном эффекте пребывания в оздоровительном лагере на Юге РФ, это сказывается на параметрах СПС для КРС организма мальчиков. Однако, после возвращения в г. Сургут (4 точка),

расстояние Z_{ij} , у мальчиков резко увеличивается в 1,7 раза (7074,97 у.е.), что говорит об особенностях влияния возвращения в ХМАО-Югру, когда после отдыха произошли значимые перестройки в организме мальчиков (существенное напряжение регуляторных процессов). Это характерно для группы мальчиков и по интегративным параметрам (четвертая точка показывала $z_{41}=40,83$ у.е. в таблице 17).

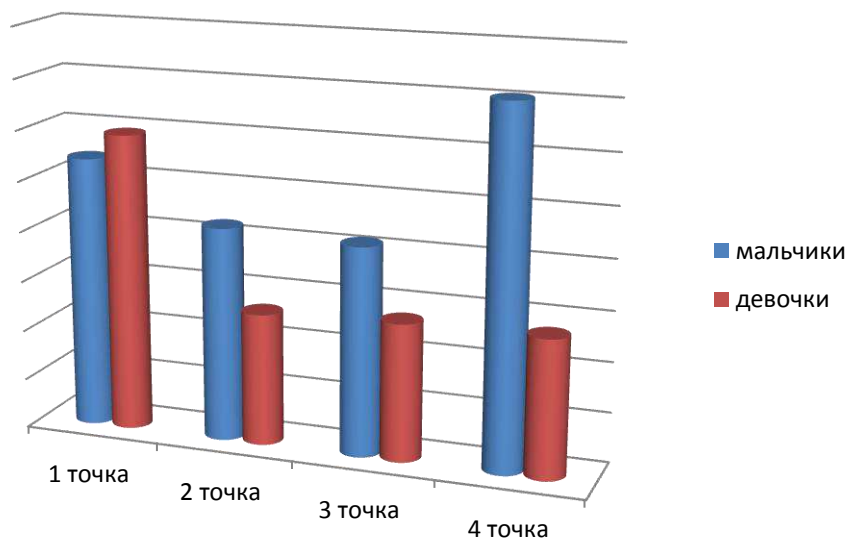


Рисунок 13 - Динамика изменения расстояний (Z_{ij} , у.е.) (суммарное значение) между хаотическими центрами квазиаттракторов спектральных показателей ССС ($n=25$) и девочек ($n=30$) в 1-4 точках исследования в 7-ми мерном фазовом пространстве состояний

Примечание: 1 точка исследования - до отъезда из г. Сургута; 2 точка исследования – приезд в оздоровительный лагерь ЮН; 3 точка исследования - отъезд из ЮН в Сургут; 4 точка исследования - приезд в Сургут.

В группе девочек (таблица 20) при общем (суммарном) значении расстояний Z_{ij} между центрами хаотических КА (при сложении всех элементов столбцов) наибольшие отличия были получены в 1-й точке (до отъезда) – 5922,27 у.е. абсолютно и 1974,19 у.е. усреднено. Во 2-ой точке исследования, движение хаотического центра резко снижается в 2,2 раза, по сравнению с 1-й точкой и составляет суммарно 2632,42 у.е. (до отъезда суммарно 5922,27 у.е.). Этот показатель практически сохраняется после двухнедельного отдыха –

$z_{13}=2743,78$ у.е. и по возвращению в г. Сургут $z_{41}=2757,77$ у.е. Данный результат говорит о существенном отличии состояния СПС всех 7-и параметров и о существенном оздоровительном эффекте пребывания в оздоровительном лагере по параметрам СПС организма девочек. Уменьшение расстояния Z_{ij} между центрами хаотических КА (рисунок 13) во всех точках (2, 3, 4), говорит об оздоровительном эффекте отдыха на Юге РФ на параметры организма девочек. Оздоровительные мероприятия существенно уменьшают межаттракторные расстояния.

Таблица 20 - Матрица идентификации межаттракторных расстояний (Z_{ij} , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов спектральных показателей ССС организма девочек по 4-м этапам обследования (1-й этап – непосредственно перед отъездом; 2-й — после прибытия в ЮН; 3-й этап - перед отъездом из ЮН; 4-й этап-после приезда в г.Сургут), в 7-ми мерном фазовом пространстве ($m=7$)

Z_{ij}	Точка исследования, у.е.			
	1	2	3	4
1	0,00	1938,6	2106,6	1877,2
2	1938,6	0,000	225,1	468,6
3	2106,6	225,1	0,00	411,9
4	1877,2	468,6	411,9	0,00
Σ	5922,2	2632,4	2743,7	2757,7
\bar{x}	1974,1	877,47	914,59	919,25

Результаты исследования показали, что движение хаотических центров квазиаттракторов ССС до и после отдыха у мальчиков и девочек существенно различается. Двухнедельный отдых в оздоровительном лагере на Юге РФ существенно уменьшает межаттракторные расстояния, но девочки и мальчики дают различную картину динамики движения квазиаттракторов (всех параметров КРС) в фазовом пространстве состояний под действием

оздоровительных мероприятий. Девочки по-другому реагируют на широтные перемещения и оздоровление и по параметрам объемов КА (рисунок 6) и по скорости движения квазиаттракторов в ФПС. В целом можно сказать, что интегративно (по параметрам КРС) девочки более чувствительны (у них Z_{ij} в таблице 18 дальше, чем для таблицы 17) и у них наблюдается более стойкий оздоровительный эффект (по объемам КА) после отдыха (рисунок 6). Этим, возможно, объясняется их (женщин) более высокая продолжительность жизни на Севере РФ (в ХМАО-Югре).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особую роль в решении проблемы высокой заболеваемости сердечно-сосудистой системы населения Севера играют исследования влияния экстремальных воздействий климатогеографических факторов на физиологические показатели организма и условия реабилитаций ССС. Проживание в северном регионе РФ откладывает важный отпечаток на функционирование ФСО человека. Воздействие ряда экстремальных климатогеографических факторов (пониженный уровень влажности воздуха, низкое содержание в воздухе аэроионов, колебания электромагнитного поля, резкие перепады атмосферного давления) оказывают влияние на формирование сердечно-сосудистой системы, тем самым воздействуя на деятельность ФСО в целом.

Сердечно-сосудистая система, обладая нервнорефлекторными и нейрогуморальными механизмами регуляции, обеспечивает гомеостатическое функционирование всего организма в целом. Изменение variability сердечного ритма (колебание вегетативных показателей) является показателем отклонений в регуляторных системах, характеризует степень адаптации организма к различным условиям среды и уровень напряжения её механизмов.

Индивидуализированный подход при осуществлении реабилитационных мероприятий и при анализе результатов проведенных оздоровительных

мероприятий особенно важен и актуален для детей и подростков, проживающих в суровых северных климатических зонах с момента рождения. В связи с этим требуется разработка и внедрение новых медицинских методов и подходов, которые позволят объективно оценить динамику резервных возможностей детского организма и количественно выявить эффекты оздоровительных мероприятий.

Установлены значительные различия в параметрах ССС, в частности, по показателям ВНС в группе мальчиков и девочек при широтных перемещениях (с Севера на Юг РФ и обратно). Разработанные программные продукты в рамках ТХС позволяют определить и оценить эффективность оздоровительных мероприятий, когда традиционные методы стохастики не всегда показывают различия в выборках x_i до и после отдыха. При статистическом сравнении параметров ССС в тринадцатимерном (интегральные параметры и спектральные характеристики) фазовом пространстве состояний статистически достоверные различия по 4-м точкам измерения ССС показывают очень малое количество исследуемых признаков. Это говорит о низкой информативности стохастических методов в описании кардиоинтервалов, так как поведение кардиоинтервалов носит хаотический характер, то есть демонстрирует неопределенность 2-го типа в клинической медицине.

Полученные при обработке данные параметров вектора состояния организма школьников ХМАО-Югры с помощью новых методов теории хаоса–самоорганизации демонстрируют значительные различия в параметрах ССС до и после проведения оздоровительных мероприятий на Юге РФ. С помощью новых методов в рамках ТХС установлено однонаправленное снижение объемов квазиаттракторов (V_G) и коэффициента асимметрии (R_x), что указывает на снижение колебания параметров x_i всего вектора состояния ССС $x(t)$ и повышение адаптационных возможностей системы регуляции ВНС. Увеличенные объемы КА подтверждают нарастание хаотичности в динамике исследуемых параметров ССС у школьников, что характерно для мальчиков до и после их возвращения из оздоровительного лагеря (частичный возврат в

исходное состояние, до отъезда). Девочки это не показали, у них выраженная реакция (устойчивое снижение объемов КА) при проведении оздоровительных мероприятий. Это, возможно, объясняет большую продолжительность жизни женского населения Югры (у мужчин на 10 лет продолжительность ниже).

Сравнительный анализ параметров квазиаттракторов (объема (V_G) и показателя асимметрии (R_x)) для интегрально-временных параметров показал, что широтные перемещения и проведение оздоровительных мероприятий на Юге РФ уменьшает размеры квазиаттрактора ВСС и частично нормализует показатели кардиореспираторной системы детей в целом. В группе девочек реакция ССС (по интегрально-временным параметрам) более выраженная и стойкая, чем у мальчиков, которые показали в 4-й точке частичный возврат в исходное состояние (до отъезда). Возможно, мальчики требуют более продолжительного отдыха (более 2-х недель) и особых профилактических мероприятий в Югре.

В результате системного анализа мажаттракторных расстояний в m -мерном фазовом пространстве между центрами хаотических квазиаттракторов параметров ССС установлено, что движение хаотических центров КА ССС при широтных перемещениях (с Севера на Юг РФ и обратно) существенно различается в группах мальчиков и девочек. При общем (суммарном) значении расстояние Z_{ij} в группе девочек исходное (1-е) состояние (точка измерения) находится на максимальном расстоянии от всех остальных состояний $\sum Z_{ij} = 45,71$ у.е. для интегрально-временных параметров и на расстоянии $\sum Z_{ij} = 5922,2$ у.е. по спектральным характеристикам (в семимерном ФПС). А в группе мальчиков максимальные расстояния для интегрально-временных параметров и спектральных характеристик имеем для 4-го состояния ($\sum Z_{ij} = 40,83$ у.е. и $\sum Z_{ij} = 7074,9$ соответственно). В этом случае динамика интегрально-временных параметров и спектральных характеристик синхронна для мальчиков и девочек.

Использование метод расчёта матриц межаттракторных расстояний в m -мерном фазовом пространстве целесообразно использовать для оценки качества оздоровительных мероприятий, так как данный метод позволяет увидеть

разнонаправленную динамику Z_{ij} для девочек и мальчиков при широтных перемещениях и проведении оздоровительных мероприятий, то есть даёт определенную количественную оценку адаптационных резервов организма.

Новые методы и компьютерные программы в рамках ТХС рекомендуется применять для выработки профилактических и корригирующих программ по охране здоровья детей проживающих на Севере РФ.

ВЫВОДЫ

1. С позиции стохастики анализ параметров ССС учащихся при широтных перемещениях и при проведении оздоровительных мероприятий выявил ограниченные возможности использования нормального закона распределения по 13-ти параметрам ССС школьников. При статистическом сравнении параметров ССС в шестимерном (интегральные параметры) и семимерном (спектральные характеристики) фазовом пространстве диагностических признаков x_i статистически достоверные различия (при парных сравнениях в 4-х точках измерения) ССС демонстрируются у менее чем 30 % пар сравнения для исследуемых признаков. Возникает неопределенность 1-го типа, что требует использования других методов анализа. Отсюда следствие – традиционная стохастика в описании КРС имеет низкую эффективность, более того поведение кардиоинтервалов носит хаотический характер, что демонстрируется (одновременно при повторных измерениях и у 1-го человека, и у групп) как неопределенность 2-го типа.

2. Отдельный анализ динамики кардиоинтервалов (КИ) в четырех точках измерения параметров ССС мальчиков и девочек выявил существенные различия в площадях квазиаттракторов. Для параметров ВНС у мальчиков динамика площади квазиаттракторов имеет параболический характер (частичный возврат в исходное состояние после приезда в г.Сургут), а у девочек - экспоненциальное уменьшение (устойчивый эффект оздоровительного воздействия).

3. С помощью новых методов установлено, что однонаправленное снижение объемов квазиаттракторов (V_G) параметров ССС и коэффициента асимметрии (R_x), указывает на высокую эффективность оздоровительных мероприятий и повышение адаптационных возможностей системы регуляции ВНС в условиях широтных перемещений. Расширение объема m -мерного параллелепипеда V_G , ограничивающего КА, подтверждает нарастание дезадаптационных процессов у школьников или характеризует некоторые перестройки в организме (у девочек по СПС).

4. Использование метода расчёта квазиаттракторов для интегрально-временных параметров показали, что кратковременный отдых на Юге РФ уменьшает размеры квазиаттрактора ВСС и частично нормализует показатели кардиореспираторной системы детей. Одновременно, квазиаттракторы спектральных характеристик дают обратную реакцию в семимерном фазовом пространстве систем. У девочек реакция ССС по интегрально-временным параметрам более выраженная и стойкая, чем у мальчиков, которые показали в 4-й точке частичный возврат в исходное состояние.

5. Установлено, что метод расчёта матриц межаттракторных расстояний в m -мерном фазовом пространстве представляет определенную количественную оценку адаптационных резервов организма. Результаты исследования показали, что движение хаотических центров квазиаттракторов ССС до и после отдыха у мальчиков и девочек существенно различается. У девочек исходное (1-е) состояние (точка измерения) находится на максимальном расстоянии (на отдыхе) от всех остальных состояний $Z_{13}=21,9$ у.е. для интегрально-временных параметров и на расстоянии $Z_{13}=2106,6$ у.е по спектральным характеристикам (в семимерном ФПС). У мальчиков наблюдается иная картина: имеется небольшое расстояние для интегрально-временных параметров $Z_{13}=3,64$ у.е. и для спектральных характеристик имеем $Z_{13}=905,8$ у.е.. В этом случае динамика интегрально-временных параметров и спектральных характеристик для мальчиков и девочек различаются, что показывает для девочек (у мальчиков обратная реакция) сразу большое увеличение межаттракторных расстояний (во

2-м и 3-м измерениях) по отношению к 1-му состоянию (это объясняет и устойчивое снижение объемов квазиаттракторов). У мальчиков ($Z_{12}=4,98$ у.е.) и ($Z_{13}=3,64$ у.е.) не может обеспечить устойчивость снижения V_G и мы наблюдаем в 4-й точке частичный возврат в исходное состояние.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Статистический подход в анализе параметров ССС имеет существенные недостатки. В этой связи при переходе на индивидуализированную медицину мы должны повторять измерения и рассчитывать матрицы парных сравнений выборок всех параметров ССС и определять параметры квазиаттракторов для одного пациента (иначе разовая выборка не дает объективной информации).

2. С помощью новых методов в рамках ТХС возможно определение параметров квазиаттракторов ССС для групп испытуемых в условиях изменения климатогеографических факторов и проведения оздоровительных мероприятий. Расчет параметров КА ССС показывает значительное различие по всем диагностическим признакам x_i , что позволяет объективно оценивать эффективность оздоровительных мероприятий и динамику резервных возможностей организма и их прогностическую значимость.

3. Новый подход в рамках ТХС рекомендуется использовать органам управления образованием для планирования и выработки профилактических и корригирующих программ, мероприятий по охране здоровья детей, проживающих на Севере РФ, а также объективной оценки качества этих проводимых мероприятий, особенно это актуально для мальчиков, которые требуют особого внимания.

4. Новые методы изучения динамики параметров ССС школьников и разработанные программные продукты для обработки полученных данных рекомендуется применять для мониторинга и для оценки действия

экологических факторов среды на параметры ССС детей и подростков ХМАО-Югры.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Предложенные новые методы и программные продукты уже внедрены в практическое здравоохранение, что обеспечивает объективную оценку проводимых оздоровительных мероприятий. Эти методы доказывают особую реакцию ССС девочек (устойчивое снижение объемов КА), сравнительно с мальчиками. Это требует проведения особых мероприятий по изменению двигательной активности именно у мальчиков (для которых оздоровительный эффект выражен слабее).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология [Текст] / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков и др. - М.: Медицина, 1991.- 435 с.
2. Агаджанян, Н.А. Человек в условиях Севера [Текст] / Н.А. Агаджанян, Г. П. Петрова. – М.: КРУК, 1996. – 208 с.
3. Агаджанян, Н.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма [Текст] / Н.А. Агаджанян, И.В. Руженкова, Ю.П. Старшинов // Физиология человека. - 1997. - Т.23. - №1. - С. 93-97.
4. Агаджанян, Н.А. Основы физиологии человека: Учебник для студентов вузов, обучающихся по медицинским и биологическим специальностям [Текст] / Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин, В.М. Власова и др. – М.: РУДН, 2001. – 269 с.
5. Агаджанян, Н.А. Уровень здоровья и адаптации у населения Крайнего Севера [Текст] / Н.А. Агаджанян, Л.В. Саламатина, Е.Н. Леханова. - Москва, Надым, 2002. - 160 с.
6. Агаджанян, Н.А. Физиология человека [Текст] / Н.А. Агаджанян, Л.З. Тель, В.И. Циркин и др. – М.: Медицинская книга; Н.Новгород: Изд-во НГМА, 2005. – 526 с.
7. Агаджанян, Н. А., Макарова И. И. Магнитное поле Земли и организм человека [Текст] / Н.А. Агаджанян, И. И. Макарова // Экология человека.- 2005. - № 9. - С. 3–9
8. Агаджанян, Н.А. Проблемы адаптации и учении о здоровье [Текст] / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: РУДН, 2006. – 284 с.
9. Агаджанян, Н. А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровья человека [Текст] / Н.А. Агаджанян. - М.: РУДН, 2009. - 34 с.

10. Агаджанян, Н.А. Стресс, физиологические аспекты адаптации, пути коррекции [Текст] / Н.А. Агаджанян, С.В. Нотова. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. – 18-57 с.
11. Адайкин, В.И. Новый метод идентификации хаотических и стохастических параметров экосреды [Текст] / В.И. Адайкин, М.Я. Брагинский, В.М. Еськов, С.Н. Русак, А.А. Хадарцев, О.Е. Филатова // Вестник новых медицинских технологий. – 2006. – Т.13, № 2. – С. 39-41.
12. Багнетова, Е.А. Культура здоровья населения в условиях Среднего Приобья (обзор) [Текст] / Е.А. Багнетова, В.И. Корчин // Экология человека. - 2010. - №7.- С.56-58.
13. Багнетова Е. А. Оценка образа жизни и психофункционального состояния старшеклассников Северного региона // Человек. Спорт. Медицина. - 2011.- №26 (243). - С.32-35.
14. Багнетова, Е.А. Особенности адаптации, психологического и функционального состояния организма человека в условиях Севера [Текст] / Е.А. Багнетова // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2014.- №4.- С.63-69.
15. Багнетова, Е. А. Особенности питания старшеклассников, проживающих в гипокомфортных условиях ХМАО-Югры [Текст] / Е.А. Багнетова, В.И. Корчин, И.А. Кавеева // Международный журнал экспериментального образования. - 2014. - №8.- С.11-13.
16. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе [Текст] / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клёцкин. – М.: Наука, 1984. – 220 с.
17. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний [Текст] / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 253 с.
18. Баевский, Р.М. Проблема здоровья и нормы: точка зрения физиолога [Текст] / Р.М. Баевский // Клиническая медицина. – 2000. - № 4. – С. 59-64.

19. Баевский, Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем [Текст] / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванова, Л.В. Чирейкин // Вестник аритмологии. - 2001. - № 24. - С. 65 - 87.
20. Баевский, Р.М. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения [Текст] / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. - № 3. – С. 108-127.
21. Баевский, Р.М. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения [Текст] / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов – М.: Институт медико-биологических проблем ММА, 2000. – 253 с.
22. Баевский, Р.М. К проблеме физиологической нормы: Математическая модель функциональных состояний на основе анализа variability сердечного ритма [Текст] / Р.М. Баевский, А.Г. Черникова // Авиакосмическая и экологическая медицина. - 2002. - № 6. - С.11-17.
23. Баевский, Р.М. Физиологическая норма и концепция здоровья [Текст] / Р.М. Баевский // Российский физиологический журнал. - 2003. - Т.89, №4. - С. 473–489.
24. Баевский Р. М. Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика [Текст] / Р.М. Баевский // Клиническая информатика и телемедицина. - 2004.- № 1. - С. 54–64.
25. Банержи, А. Медицинская статистика понятным языком: вводный курс [Текст] / А. Банержи. – М.: Практическая медицина, 2007. – 287 с.
26. Башкатова, Ю. В. Общая характеристика функциональных систем организма человека в условиях Ханты-Мансийского автономного округа - Югры / Ю. В. Башкатова, В. А. Карпин [Текст] // Экология человека. - 2014. - № 5. - С. 9-16.
27. Башкатова, Ю.В. Оценка параметров сердечно-сосудистой системы в условиях физической нагрузки [Текст] / Ю.В. Башкатова, Л.С. Шакирова, Н.Ш. Алиев, А.А.Пахомов // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2015. – № 3. - С. 13-20.
28. Башкатова, Ю.В. Матрицы парных сравнений выборок в оценке влияния дозированных физических нагрузок на организм [Электронный ресурс] / Ю.В.

- Башкатова, В.А. Карпин, Р.Б. Тен, Л.С. Шакирова // Вестник новых медицинских технологий. - 2016, - Т. 10, № 1. - Режим доступа: <https://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-1/3-1.pdf>
29. Березной Е.А. Практическая кардиоритмография [Текст] / Е.А. Березной, А.М. Рубин, Г.А. Утехина – СПб.: НПП «НЕО», 2005. – 139 с.
30. Берестин, Д.К. Квазиаттракторы морфометрических параметров организма человека как пример эволюции [Текст] / Д.К. Берестин, Л.С. Шакирова, Н.А. Черников, А.С. Козлов, А.Л. Романчук // Труды IV Всероссийской конференции «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях» Нижний Новгород. - 2015. - С. 41-45.
31. Берестин, Д.К. Математические модели эволюции антропометрических параметров учащихся Югры и Республики Башкортостан [Текст] / Д.К. Берестин, Н.А. Черников, А.С. Козлов, Л.С. Шакирова, А.Л. Романчук // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2015. – № 2. - С. 86-96.
32. Бетелин, В.Б. Стохастическая неустойчивость в динамике поведения сложных гомеостатических систем [Текст] / В.Б. Бетелин, В.М. Еськов, В.А. Галкин, Т.В. Гавриленко // Доклады Академии Наук. Математическая физика. - 2017. Т. 472, № 6. - С. 1–3.
33. Бойко, Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере [Текст] / Е.Р. Бойко. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 190 с.
34. Брагинский, М.Я. Влияние хаотической динамики метеофакторов на показатели кардио-респираторной системы человека в условиях Севера [Текст] / М.Я. Брагинский, В.М. Еськов, С.Н. Русак, Т.Н. Шипилова // Вестник новых медицинских технологий. - 2006. - Т.13, №1. - С. 168–170.
35. Бреус, Т.К. Хроноструктура ритмов сердца и факторы внешней среды: монография [Текст] / Т.К. Бреус, С.М. Чибисов, Р.Н. Баевский, К.В. Шебзухов // М.: Изд-во Российского ун-та дружбы народов; Полиграф сервис, 2002. – 232 с.
36. Буров, И.В. Матрицы межаттракторных расстояний в оценке влияния природно-климатических факторов среды на состояние

- психофизиологических функций учащихся Югры [Текст]: диссертация ... канд. биол. наук: 03.01.02 / Буров Игорь Викторович. - Сургут, 2013. - 127 с.
37. Буров, И.В. Динамика параметров психофизиологических функций человека в условиях трансширотных перемещений [Текст] / И.В. Буров, М.А. Филатов, Т.Ю. Поскина, Т.В. Стрельцова // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2015. – № 1. – С. 95-102.
38. Ватамова, С.Н. Детерминизм, стохастика и теория хаоса-самоорганизации в описании стационарных режимов сложных биосистем [Текст] / С.Н. Ватамова, Ю.В. Вохмина, Д.Д. Даянова, М.А. Филатов // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – №4. – С. 70-88.
39. Веракса, А.Н. Третья парадигма представляет «повторение без повторения» Н.А. Бернштейна в виде эффекта Еськова-Зинченко [Электронный ресурс] / А.Н. Веракса, В.В. Еськов, Л.С. Сорокина, И.В. Ключ // Вестник новых медицинских технологий. - 2016. - №2. – Режим доступа: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/1-7.pdf>
40. Волокитина, Т.В. Оценка временных показателей variability сердечного ритма у младших школьников [Текст] / Т.В. Волокитина, Э.В. Леус // Экология человека. 2001. - № 4. - С. 49-51.
41. Волокитина, Т.В. Variability сердечного ритма у детей младшего школьного возраста [Текст] / Т.В. Волокитина, А.В. Грибанов // Архангельск: Поморский ун-т, 2004. - 194 с.
42. Гавриленко, Т.В. Специфика хаоса для систем третьего типа [Текст] / Т.В. Гавриленко, Ю.М. Попов, Ю.В. Вохмина, Д.С. Горбунова // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 2. - С. 87-93.
43. Гланц, С. Медико-биологическая статистика. Пер. с. англ. [Текст] / С. Гланц. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
44. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2015 году» . - Управление Роспотребнадзора по Ханты-Мансийскому

- автономному округу-Югре, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре», 2016. – 7-41 с.
45. Государственный доклад «О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения Ханты – Мансийского автономного округа – Югры в 2015 году». - Департамент здравоохранения Ханты-Мансийского автономного округа - Югры", 2016. – 7 с.
46. Государственный доклад «Об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2015 году». - Управление Росприроднадзора по ХМАО – Югре", 2016. – 9-11 с.
47. Грибанов, А.В. Общая характеристика климатогеографических условий Русского Севера и адаптивных реакций человека в холодной климатической зоне [Текст] / А.В. Грибанов, Р.И. Данилова // Север. Дети. Школа: сб. науч. тр. – Архангельск, 1994. – Вып. 1. – С. 4–27.
48. Грибанов, А.В. Вариабельность сердечного ритма: анализ и интерпретация [Текст] / А.В. Грибанов, Т.В. Волокитина, Э.В. Леус // Архангельск, 2001.- 16с.
49. Грибанов, А.В. Здоровье и функциональное развитие школьников на европейском Севере России [Текст] / А.В. Грибанов, Т.В. Волокитина // Вестник нац. комитета «Интеллектуальные ресурсы России». – 2006. – №4. – С. 71-75.
50. Грибанов, А.В. Возрастная динамика морфофункционального состояния сердца у школьников Севера [Текст] / А.В. Грибанов, И.Н. Малофеевская // Экология человека. - 2011. – С. 11 – 25.
51. Григорук, С.Д. Климато-экологические факторы риска острого инфаркта миокарда в условиях Крайнего Севера [Текст] / С.Д. Григорук, В.Н. Катюхин // Кардиология. - 2004. - № 3. - С. 61-64.
52. Гришин, О.В. Особенности энергетического обмена у северян [Текст] / О.В. Гришин, Н.В. Устюжанинова // Дыхание на Севере. Функция. Структура. Резервы. Патология. – Новосибирск, 2006. – С. 98–104.

53. Гудков, А. Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера. Обзор литературы [Текст] / А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Н.Б. Лукманова // Экология человека. - 2012. - № 1. - С. 12-17.
54. Добродеева, Л.К. Состояние иммунной системы у детей, проживающих на Севере в зонах различной степени дискомфорта [Текст] / Л.К. Добродеева, Е.М. Дюжикова, Л.С. Щеголева и соавт. // Иммунология. - 2004. - №.4. - С. 238-242.
55. Добрынина, И.Ю. Метод фазовых пространств при оптимизации лечебного и лечебно-оздоровительного воздействия на пациентов [Текст] / И.Ю. Добрынина, Е.А. Дроздович, В.М. Еськов // Вестник новых медицинских технологий. - 2011. – Т.ХVIII, № 3. - С. 323–333.
56. Евдокимов, В.Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе [Текст] / В.Г. Евдокимов, О.В. Рогачевская, Н.Г. Варламова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 257 с.
57. Ежов, С.Н. Хронофизиология географических перемещений [Текст] / С.Н. Ежов // Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2003. - 212с.
58. Ежов, С. Н. Аспекты экологической физиологии: типы географических авиаперемещений и виды десинхронозов [Текст] / С.Н. Ежов // Вестник ТГЭУ. - 2007. - №2. – С. 85.
59. Еськов, В.М. Введение в компартментную теорию респираторных нейронных сетей [Текст] / В.М. Еськов // М.: Наука, 1994. - 168 с.
60. Еськов, В.М. Компартментный подход в исследованиях регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе жителей севера [Текст] / В.М. Еськов // Вестник новых медицинских технологий. - 2002. – Т. IX, №1. – С. 4-17.
61. Еськов, В.М. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа: Часть I [Текст] / В.М. Еськов, О.Е. Филатова, В.А. Карпин, В.А. Папшев. - Самара: ООО “Офорт”, 2004. (гриф РАН). – 168 с.

62. Еськов, В.М. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа. Часть II Безопасность жизнедеятельности человека на севере РФ [Текст] / В.М. Еськов. - Самара: ООО «Офорт», (гриф РАН), 2004. – 172 с.
63. Еськов, В.М. Методы измерения интервалов устойчивости биологических динамических систем и их сравнение с классическим математическим подходом в теории устойчивости динамических систем [Текст] / В.М. Еськов // Метрология. – 2005. – № 2. – С. 24-36.
64. Еськов, В.М. Новые подходы в теоретической биологии и медицине на базе теории хаоса и синергетики [Текст] / В.М. Еськов, В.Г. Зилов, А.А. Хадарцев // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2006. – Т. 5, № 3. – С. 617-622
65. Еськов, В.М. Синергетика в клинической кибернетике. Часть II. Особенности саногенеза и патогенеза в условиях Ханты – Мансийского автономного округа – Югры [Текст]: монография / В.М. Еськов // Самара: Изд-во «Офорт», 2007. - 292 с.
66. Еськов, В.М. Системные подходы в биологии и медицине (системный анализ, управление и обработка информации) [Текст] / В.М. Еськов, В.И. Стародубов [и др.]; под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова, А.А. Яшина, К.М. Козырева. – Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. – 372 с.
67. Еськов, В. М. Системный анализ и синтез изменений физиологических параметров студентов Югры в условиях выполнения физической нагрузки [Текст] / В.М. Еськов, К. А. Баев, А.Р. Балтиков, В.В. Козлова, О.В. Климов // Вестник новых медицинских технологий. - 2008. - №4.- С.203-206.
68. Еськов, В.М. Флуктуации и эволюции биосистем – их базовые свойства и характеристики при описании в рамках синергетической парадигмы [Текст] / В.М. Еськов, А.А. Хадарцев, В.В. Еськов, О.Е. Филатова // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. 17, № 1. – С. 17-19.
69. Еськов, В.М. Complexity - особый тип биомедицинских и социальных систем [Текст] / В.М. Еськов, А.А. Хадарцев, В.В. Еськов, Т.В. Гавриленко, М.А.

- Филатов // Вестник новых медицинских технологий. - 2013. - Т. 20, № 1. - С. 17-22.
70. Еськов, В.В. Модели хаоса в физике и теории хаоса-самоорганизации [Текст] / В.В. Еськов, Ю.В. Вохмина, Т.В. Гавриленко, М.И. Зимин // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – № 2. – С. 42-56.
71. Еськов, В.М. Насколько близко И.Р. Пригожин, Н. Нaken и С.П. Курдюмов подошли к пониманию неизбежности ТХС [Текст] / В.М. Еськов // Сложность. Разум. Постнеклассика. - 2014. - № 3. - С. 39-46.
72. Еськов, В.М. Неопределенность в квантовой механике и биофизике сложных систем [Текст] / В.М. Еськов, В.В. Еськов, Т.В. Гавриленко, М.И. Зимин // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. - 2014. - № 5. - С. 41-46.
73. Еськов В.М. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейрокомпьютинга и теории хаоса-самоорганизации в биофизике сложных систем [Текст] / В.В. Еськов, А.А. Хадарцев, В.В. Козлова, М.А. Филатов // Самара: Офорт, 2014, Том XI.- 192 с.
74. Еськов, В.М. Третья глобальная парадигма в медицине, математике и философии [Текст] / В.М. Еськов // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2015. – № 1. – С. 6-12.
75. Еськов, В.В. Теория и практика восстановительной медицины (теория хаоса-самоорганизации в оценке эффективности методов восстановительной медицины) [Текст] / В.В. Еськов, Г.Р. Гараева, В.М. Еськов, А.А. Хадарцев. - Тула, 2015. – 160 с.
76. Еськов, В.В. Понятие complexity W. Weaver отличается от представлений современных учёных [Текст] / В.В. Еськов, А.А. Журавлева, С.А. Гудкова, Д.Ю. Филатова // Сложность. Разум. Постнеклассика. - 2015. - № 1. - С. 13-22.
77. Еськов, В.М. Гомеостатические системы не могут описываться стохастическим или детерминированным хаосом [Текст] / В.М. Еськов, В.В.

- Полухин, Д.Ю. Филатова, К.А. Эльман, О.А. Глазова // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – Т. 22, № 4. – С. 4-28.
- 78.Еськов, В.В. Границы детерминизма и стохастики в изучении биосистем - complexity [Текст] / В.В. Еськов, М.А. Филатов, Д.Ю. Филатова, А.А. Прасолова // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – №1. – С. 83-91.
- 79.Еськов, В.В. Динамика гомеостаза сложных биосистем [Текст] / В.В. Еськов, М.А. Филатов, Т.В. Стрельцова, Ю.В. Вохмина // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 2. - С. 11-18.
- 80.Еськов, В.М. Третья глобальная парадигма. Современное естествознание в контексте неопределенности [Текст]: монография / В.М. Еськов, В.В. Еськов, М.А. Филатов, А.А. Хадарцев - Тула, 2016. – Т. II. – 23-28 с.
- 81.Еськов, В.М. Восстановительная медицина в зеркале теории хаоса-самоорганизации [Текст] / В.М. Еськов, А.А. Хадарцев, В.В. Еськов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», Европейская академия естественных наук. - Тула, 2016. – Т. III. – 109-115 с.
- 82.Еськов, В.М. Эффект Еськова-Зинченко опровергает представления I.R. Prigogine, Ja. Wheeler , M. Gell-Mann о детерминированном хаосе биосистем - complexity [Текст] / В.М. Еськов, В.М. Зинченко, М.А. Филатов, В.В. Еськов // Вестник новых медицинских технологий. - 2016. - Т.23, № 2. - С. 34-43
- 83.Еськов, В.М. Формализация эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна / В.М. Еськов, Т.В. Гавриленко, Ю.В. Вохмина // Биофизика.- 2017. -Т. 62, № 1. -С. 168–176.
- 84.Зенченко, Т.А. Сравнение случаев индивидуальной метеочувствительности человека в экстремальных условиях зимы северных и средних широт [Текст] / Т.А. Зенченко, А.М. Мерзлый, Ю.Г. Солонин // Экология человека. - 2011. - №11. - С. 3–13.

85. Зуевский, В. П. Окружающая среда и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа [Текст] / В. П. Зуевский, В. А. Карпин, В. Н. Катюхин и др. – Сургут.: СурГУ, 2001. – 71 с.
86. Казначеев, В.П. Кислородный обмен и реакции перекисного окисления липидов у человека при адаптации к условиям Крайнего Севера [Текст] / В.П. Казначеев, М.М. Егунова, В.Ю. Куликов, Е.Б. Ким, Л.В. Молчанова, В.А. Стюхляев, Н.Г. Колосова, Л.И. Колесникова // Актуальные вопросы адаптации человека в условиях Крайнего Севера и Антарктиды. – Новосибирск: АМН СССР Сибирский филиал, 1976. – С. 3-7.
87. Казначеев, В.П. Особенности экологических факторов высоких широт Текст. / В.П. Казначеев, В.Ю. Куликов. JL: Медицина, 1980. - С. 103.
88. Казначеев, В.П. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт [Текст] / В.П. Казначеев, В.Ю. Куликов, Л.Е. Панин. JL: Медицина, 1986. - 199 с.
89. Калакутский, Л.И. Аппаратура и методы вариационной пульсометрии [Текст] / Л.И. Калакутский, Э.С. Манелис. - Самара: ЗАО Новые Приборы, 2003. - 29 с.
90. Карпин, В. А. Современные медико-экологические аспекты урбанизированного Севера [Текст] / В. А. Карпин, В. Н. Катюхин, Н. Г. Гвоздь, А. В. Пасечник. М.: Изд-во РУДН, 2003. - 197 с.
91. Карпин, В. А. Мониторинг заболеваемости коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа [Текст] / В. А. Карпин, А. Б., Гудков, В. Н. Катюхин // Экология человека. - 2003. - № 3. - С. 3–5.
92. Карпин, В. А. Магнитобиологические эффекты в комплексном биотропном воздействии на организм человека экстремальных экологических факторов высоких широт: биоинформационный анализ [Текст] / В.А.Карпин, О.Е.Филатова // Успехи современного естествознания.-2012.-№11.-С.30-34.
93. Карпин, В.А. Актуальные проблемы Северной магнитобиологии. Обзор литературы [Текст] / В.А. Карпин // Экология человека. - 2014. - №4. - С.3-10.

94. Карпин, В.А. Типы научной рациональности в аспекте трех парадигм [Текст] / В.А. Карпин, С.А. Гудкова, Р.Н. Живогляд, Г.С. Козупица // Сложность. Разум. Постнеклассика. - 2015. - № 1. - С. 22-30.
95. Катюхин, В.Н. Артериальная гипертензия на Севере [Текст] / В.Н. Катюхин, Д.В. Бажухин, И.Ф. Бажухина. Сургут: СурГУ, 2000. - 132 с.
96. Кику, П. Ф. Проблемы трансмеридиональных перелетов [Текст] / П. Ф. Кику, М. Ю. Хотимченко, Л. Н. Нагирная // Экология человека. - 2015. - № 1. - С. 15-20.
97. Ковалев И. В. Проблемы развития Севера и здоровья населения [Текст] / И. В. Ковалев // М.: Тровант, 2000. - С. 6–13.
98. Козлова, В.В. Стохастическая и хаотическая оценка динамики параметров сердечно-сосудистой системы человека при трансширотных перемещениях [Текст] / В.В. Козлова, А.А. Прасолова, А.А. Пахомов, А.С. Сорокина // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2015. – № 1. – С. 102-110.
99. Козлова, В.В. Особенности параметров сердечно-сосудистой системы учащихся при трансширотных перемещениях [Текст] / В.В. Козлова, Л.С. Шакирова, Д.В. Горбунов, Л.С. Сорокина // Северный регион: наука, образование, культура. - 2015. – Т.3, № 2 (32). – С.36-40.
100. Козлова, Л.А. Физиологическая характеристика углеводно-липидного обмена, гормональной активности щитовидной железы и элементного статуса у школьников с нормальной и избыточной массой тела, проживающих в северном регионе (на примере г. Сургута): диссертация ... канд.мед.наук [Текст]: 03.03.01 / Козлова Любовь Анатольевна.- Ханты-Мансийск, 2014. – 142 с.
101. Козупица, Г.С. Компарментно кластерное моделирование неопределённостей в рамках детерминизма [Текст] / Г.С. Козупица, Д.Д. Даянова, Ю.Г. Бурыкин, Д.К. Берестин // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2014. – № 2. – С. 68-80.

102. Коровина, Н.А. Витамины и микроэлементы в практике врача-педиатра [Текст] / Н.А. Коровина, И.Н. Захарова, А.Л. Заплатников и др. // Российский медицинский журнал. – 2004. – Т.12, №1. – С. 48-55.
103. Корчина, Т.Я. Витамины и микроэлементы на страже здоровья [Текст] / Т.Я. Корчина.– Сургут: РИО СурГПУ, 2006. – 211 с.
104. Корчина, Т. Я. Минеральный статус детей, проживающих в Ханты-мансийском автономном округе [Текст] / Т. Я. Корчина // Современные наукоемкие технологии. - 2007. - №5. - С.67-69.
105. Корчина, Т.Я. Характеристика природных вод на территории Ханты-Мансийского автономного округа [Текст] / Т. Я. Корчина, В.И. Корчин, Г.И. Кушникова, В.Л. Янин // Экология человека.- 2010. - №8. - С.9-12.
106. Костенко, Е.В. Десинхроноз как один из важнейших факторов возникновения и развития цереброваскулярных заболеваний [Текст] / Е.В. Костенко, Т.М. Маневич, Н.А. Разумов // Лечебное дело. - 2013.- №2.- С.104-116.
107. Котельников, С.А. и др. Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах [Текст] / С.А. Котельников // Физиология человека.- 2002. - Т. 28, № 1. - С.130–143.
108. Кривошеков, С.Г. Характеристика морфологических особенностей и функционального состояния организма подростков в условиях адаптации к Северу [Текст] / С.Г. Кривошеков, Н.Н. Гребнева // Физиология человека. – М.: Наука, 2000. – Т. 26, № 2. – С. 93-98.
109. Кривошеков С.Г. Профилактика и прогнозирование десинхронозов: учеб. пособие [Текст] / С.Г. Кривошеков, В.А. Матюхин, А.Н., Разумов, В.А. Труфакин. – М.; Новосибирск: Изд-во СО РАМН, 2003. – 56 с.
110. Кучма, В.Р. Физическое развитие, состояние здоровья и образ жизни детей Приполярья [Текст] / В.Р. Кучма, Б.М. Раенгулов, Н.А. Скоблина М.: Изд-во НЦЗД РАМН, 1999. - 200 с.

111. Кучма, В.Р. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье детей и подростков [Текст] / В.Р. Кучма // Гигиена и санитария. - 2002. - № 6.-С. 51-53.
112. Кучма, В.Р. Медико-социальные аспекты формирования здоровья, младших школьников [Текст] / В.Р. Кучма, И.В. Звезда, Н.С. Жигарева // Вопросы современной педиатрии. 2008. - Т. 7, № 4. — С. 9-12.
113. Кушнир, С.М. Состояние адаптационно регуляторного аппарата у детей подросткового возраста [Текст] / С.М.Кушнир, Е.А.Богомолова // Вопросы современной педиатрии.- 2006. -Т 5, № 1. – С.66.
114. Кушнир С. М. Вариабельность ритма сердца у здоровых детей [Текст] / С. М. Кушнир, Л. К. Антонова, Н. И. Кулакова // Российский вестник перинатологии и педиатрии (Вопросы охраны материнства и детства). – 2010. – Т. 55, № 5. – С. 37 – 39.
115. Литовченко, О.Г. Особенности морфофункционального и психофизиологического развития уроженцев Среднего Приобья в возрасте 7-20 лет [Текст]: автореферат дис. ... д-ра. биол. наук: 03.00.13 / Литовченко Ольга Геннадьевна. - Челябинск, 2009. - 45 с.
116. Литовченко, О.Г. Некоторые показатели сердечно сосудистой системы уроженцев Среднего Приобья 7-20 лет [Текст] / О.Г. Литовченко, О.Л. Нифонтова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 1 (107). – С. 115-119.
117. Логинов, С.И. Электрокардиографические показатели детей Северного Приобья: исследование в рамках школьной службы здоровья [Текст] / С.И. Логинов, С.И. Борисовская // Совершенствование системы физического воспитания, оздоровления детей и учащейся молодежи в условиях различных климатогеографических зон: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Сургут: Издательство СурГУ, 2000. – С. 113-117.

118. Логинов, С.И. Состояние здоровья детей младшего школьного возраста МОУ СШ №1 города Сургута [Текст] / С.И. Логинов // ДРОЗД: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – М.: 2005. – С. 245-248.
119. Логинов, С.И. Системный анализ и управление физической активностью человека в условиях ХМАО-Югры: автореф. дис. ... докт. биол. Наук [Текст] / С.И. Логинов // СурГУ. - Сургут, 2008. – 46 с.
120. Мартынова, А.А. Адаптация детей Заполярья к условиям средних широт (на примере оздоровительного комплекса «Эковит» кнц РАН в Воронежской области) при различном уровне геомагнитной активности [Текст] / А.А.Мартынова, С.В. Пряничников, В.В. Пожарская, Н.К. Белишева // Вестник Кольского научного центра РАН. - 2013. - №2 (13).- С. 54-55.
121. Матюхин, В.А. Физиология перемещений и вахтовый труд [Текст] / В.А. Матюхин, С.Г. Кривошеков, Д.В. Демин. – Новосибирск: Наука, 1986. – 197 с.
122. Матюхин В.А. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина [Текст] / В.А. Матюхин, А.Н. Разумов. – М.: ГЭОТАР Медицина, 1999. – 335 с.
123. Матюхин, В.А. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина [Текст] / В.А. Матюхин, А.Н. Разумов. - М.: Медицина, 2009. - 424 с.
124. Милованова, Е.В. Влияние климатоэкологических факторов на течение сердечно-сосудистых заболеваний у жителей Севера [Текст] / Е.В. Милованова, В.Н. Катюхин // Новые Санкт-Петербургские врачебные ведомости. – 2006. - №3. – С. 34-36.
125. Мишина, Е.А. Системный анализ сезонной и суточной ритмики параметров функциональных систем организма, проживающих на Севере РФ [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.02 / Мишина Е.А. – Тула, 2007. - 24 с.
126. Михайлов, В.Н. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода. [Текст] / В.Н. Михайлов.- Иваново, 2000. - 182 с.
127. Морман, Д. Физиология сердечно-сосудистой системы [Текст] / Д. Морман, Л. Хеллер. – СПб: Питер, 2000. – 256 с.

128. Нифонтова, О.Л. Системный анализ параметров сердечно-сосудистой системы учащихся Югры: диссертация ... д-ра биол. наук [Текст]: 05.13.01 / Нифонтова Оксана Львовна.- Сургут, 2009. – 364 с.
129. Нифонтова, О.Л. Биоинформационный анализ хаотической динамики положения электрической оси сердца учащихся Югры [Текст] / О.Л. Нифонтова, А.Г. Привалова, С.В. Власова, Ю.А. Юсифов // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – №3. – С. 30-34.
130. Нифонтова, О.Л. Динамика параметров спектральной мощности variability сердечного ритма школьников при широтном перемещении [Электронный ресурс] / О.Л. Нифонтова, Л.С. Шакирова, Н.Н. Нерсисян, Ю.В. Рассадина // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. - Т.10, № 1. - Режим доступа: <https://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-1/1-4.pdf>
131. Нифонтова, О.Л. Влияние широтных перемещений на динамику параметров спектральной мощности variability сердечного ритма девочек [Электронный ресурс] / О.Л. Нифонтова, Л.С. Шакирова, Л.С. Сорокина, И.В. Ключ // Вестник новых медицинских технологий. - 2016. - №2. - Режим доступа: [https:// medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/1-8.pdf](https://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/1-8.pdf)
132. Нифонтова, О.Л. Статистический анализ параметров вегетативной нервной системы школьников Югры в условиях широтного перемещения [Электронный ресурс] / О.Л. Нифонтова, В.М Еськов, Л.С. Шакирова // Вестник новых медицинских технологий. - 2016. - №3. - Режим доступа: [http:// medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-3/1-12.pdf](http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-3/1-12.pdf).
133. Ноздрачев, А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы [Текст] // Физиология человека. - 2001. - Т.27, № 6. - 95–101.
134. Пат.2432895 МПК А61В5/00 Российская Федерация. Способ корректировки лечебного или физкультурно-спортивного воздействия на организм человека в фазовом пространстве состояний с помощью матриц расстояний [Текст] / Еськов В.М., Еськов В.В., Козлова В.В., Филатов М.А.;

- заявитель и патентообладатель Еськов В.М. (RU). - 2010108496/14 заявл. от 09.03.2010; опубл. 10.11.2011.
135. Поборский, А. Н. Вегетативная регуляция и умственная работоспособность у детей в процессе обучения в неблагоприятных климатических условиях Среднего Приобья [Текст] / А. Н. Поборский, Л. В. Коваленко, А. В. Сафонов // Физиология человека.- 2000. - Т. 26, № 5. - С. 128–136.
136. Поборский, А.Н. Функциональное состояние кровообращения и некоторые показатели крови у детей в процессе адаптации к школе в условиях Севера [Текст] / А.Н. Поборский, И.Л. Пшенцова // Педиатрия.-2002. - №4. - С. 58-61.
137. Погоньшева, И.А. Влияние сезонных миграций на адаптационные возможности организма детей в условиях Севера [Текст] / И.А. Погоньшева, А.В. Алышева // Материалы V Международной научно-практической конференции.- Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2016.-Ч. II.-62-63 с.
138. Половодова, Н.С. Иммунофизиологические особенности здоровья детей на Крайнем Севере [Текст]: автореферат дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Половодова, Наталья Сергеевна. - Москва, 2006. - 16 с.
139. Попова, М.А. Экологические проблемы и здоровье населения города Сургута [Текст] / М.А. Попова // Медико-биологические проблемы здоровья человека на Севере: мат-лы науч. конф. Сургут, 2002. - С. 141.
140. Попов, Ю.М. Возможности стохастической обработки параметров систем с хаотической динамикой [Текст] / Ю.М. Попов, Д.К. Берестин, Ю.В. Вохмина, К.А. Хадарцева // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2014. – № 2. – С. 59-67.
141. Привалова, А.Г. Сравнительная оценка параметров квазиквазиаттракторов вектора витаминного статуса мальчиков-школьников Югры [Текст] / А.Г.Привалова, О.Л. Нифонтова, Ю.В. Карбаинова, Н.М. Альбекова, М.А. Волохова // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. - № 1. - Режим доступа: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4345.pdf>

142. Пряхин, Е.И. Медико-биологические аспекты здоровья детей на Севере [Текст] / Е.И. Пряхин // Сибирское медицинское обозрение. – 2002. - №1. – С. 3-7.
143. Пятин, В.Ф. Системный анализ параметров аттракторов вектора состояния системы химического состава питьевой воды ХМАО-Югры [Текст] / В.Ф.Пятин, Ю.Г.Бурыкин, Т.Я.Корчина, О.Е.Филатова // Вестник новых медицинских технологий. - 2009. - №2. - С.234-237.
144. Рапопорт, Ж.Ж. Адаптация ребенка на Севере [Текст] / Ж.Ж. Рапопорт. JL: Медицина; 1979. - 192 с.
145. Рябыкина, Г.В. Вариабельность сердечного ритма [Текст] / Г.В. Рябыкина А.В. Соболев. // М., 2001.- 200с.
146. Сапин, М.Р. Анатомия, физиология детей и подростков [Текст] / М.Р. Сапин, З.Г. Брыксина // М.: Academa, 2002. 448с.
147. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006613212 РОСПАТЕНТ. Программа идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m-мерном фазовом пространстве [Текст] / В.М. Еськов, М.Я. Брагинский, С.Н. Русак, А.А. Устименко, Ю.В. Добрынин. М., 2006.
148. Свидетельство об официальной регистрации программы на ЭВМ № 2010613543, РОСПАТЕНТ. Программа медицинской диагностики по расстоянию между фактической точкой вектора состояния организма человека и ближайшими центрами квазиаттракторов [Текст] / В.М. Еськов, М.Я. Брагинский, В.В. Козлова, М.А. Филатов. М., 2010.
149. Севостьянова Е.В. Особенности липидного и углеводного метаболизма человека на Севере (литературный обзор) [Текст]/Е.В. Севостьянова // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т.12, №1. – С. 93-100.
150. Селье, Г. Очерки об адаптационном синдроме [Текст] /Г. Селье. - пер. с англ. – М.: Медицина, 1960. – 56с.
151. Сергиенко, В.И. Математическая статистика в клинических исследованиях [Текст] / В. И. Сергиенко, И. Б. Бондарева. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 256 с.

152. Синенко Д.В. Матрицы межаттракторных расстояний в оценке показателей параметров спектральной мощности variability [Текст] / Д.В. Синенко, Л.С. Шакирова, О.М. Ворошилова, И.В. Илюйкина // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – №1. – С. 5-11.
153. Сеницкая, Е.Ю. Оценка функционального состояния вегетативной регуляции сердечного ритма у детей младшего школьного возраста [Текст] / Е.Ю. Сеницкая, Т.В. Волокитина // Экология человека. – 2012. - №7. - С. 29.
154. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека [Текст] / А.В. Скальный. – М.: ОНИКС 21 век: Изд-во «Мир», 2004. – 215 с.
155. Скипетров, В. П. Аэроионы и жизнь [Текст] / В. П. Скипетров // Изд. 3-е, перераб. и доп. Саранск: Тип. "Красный Октябрь", 2005. - 136 с.
156. Слободская, Е.Р. Вегетативная регуляция сердечного ритма и темперамент детей раннего возраста [Текст] / Е.Р. Слободская, Ю.А. Татауров // Физиология человека. 2001. - Т. 27, № 2. - С. 86-90.
157. Спиричев В.Б. Научное обоснование применения витаминов в профилактических и лечебных целях. Сообщение 1. Недостаток витаминов в рационе современного человека: причины, последствия и пути коррекции [Текст] / В.Б. Спиричев // Вопросы питания. – 2010. – Т.79, №5. – С. 4-13.
158. Соколов, А.Г. Эколого-физиологические механизмы развития организма детей Среднего Приобья: Дис. ... докт. мед. Наук [Текст] / А.Г. Соколов. – Тюмень, Ханты-Мансийск, 2002. – 322 с.
159. Соколова, А.А. Персонафицированная медицина и экология человека в рамках теории хаоса и самоорганизации [Текст] / А.А. Соколова, О.А.Глазова, Л.С. Шакирова, Д.С. Игуменов, Ю.С. Романова // Экология и природопользование в Югре : мат-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию кафедры экологии СурГУ. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2014. - 133-135 с.
160. Соловьев, В.С. Экологические факторы риска адаптации человека к природным условиям среднего Приобья [Текст] / В.С.Соловьев, А.В. Елифанов, С.В. Соловьева, Э.М. Бакиева, Н.В. Трусевич, Т.Н. Церцек //

- Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. - 2014. - №12. - С.122-127.
161. Сороко, С.И. Индивидуальные стратегии адаптации человека в экстремальных условиях [Текст] / С. И. Сороко, А. А. Алдашева // Физиология человека. - 2012. - Т.38, № 6. - С. 78-86.
162. Судаков, К.В. Нормальная физиология: учебник для студентов мед.вузов [Текст] / К.В. Судаков. – М.: Мед. информ. агентство, 2006. – 91 с.
163. Токарев, С.А. Основные тенденции в отношении фактора риска и здоровья подростков Крайнего Севера [Текст] / С.А. Токарев, Е.Л. Уманская, А.А. Буганов // Медицина труда и промышленная экология. – 2003. - №9. – С. 29-32.
164. Токарев, С.А. Популяционная оценка факторов, формирующих здоровье детей Крайнего Севера [Текст] / С.А. Токарев // Вопросы современной педиатрии. - 2007. - Т. № 1. - С. 15–17.
165. Тюрнина, А. И. Влияние условий Севера на формирование адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 7 - 15 лет [Текст]: автореферат дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Тюрнина Алла Ивановна. - Сыктывкар, 2003. - 21 с.
166. Усманова, Т.Ю. О состоянии окружающей среды Ханты–Мансийского автономного округа в 2008-2009 годах [Текст] / Под ред. Т.Ю. Усмановой и др. - Ханты – Мансийск, 2010. - 132 с.
167. Филатова, Д.Ю. Неопределенность 1-го рода в восстановительной медицине [Текст] / Д.Ю. Филатова, Ю.В. Вохмина, Г.Р. Гараева, Д.В. Синенко, С.А. Третьяков // Вестник новых медицинских технологий. - 2015. - Т. 22, № 1. - С. 136-143.
168. Филатова, Д.Ю. Стохастический и хаотический анализ динамики параметров сердечно-сосудистой системы детей Югры в условиях широтных перемещений [Текст] / Д.Ю. Филатова, Д.В. Синенко, А.А. Соколова, Л.С. Шакирова // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2015. – № 3. - С. 5-13.

169. Филатова, Д.Ю. Сравнение параметров сердечно-сосудистой системы группы учащихся Югры в аспекте адаптации организма к условиям Севера [Текст] / Д.Ю. Филатова, К.А. Эльман, Д.В. Горбунов, О.В. Проворова // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2015. – №4. – С. 13-21.
170. Филатова, Д.Ю. Теорема Гленсдорфа-Пригожина в оценке параметров кардиоинтервалов школьников при широтных перемещениях [Текст] / Д.Ю. Филатова, Д.В. Горбунов, К.А. Эльман, О.М. Ворошилова // Вестник новых медицинских технологий. - 2016. - Т. 23, № 1. - С. 24-30.
171. Филатова, О.Е. Оценка эффективности лечебного воздействия на организм человека с помощью матриц расстояний [Текст] / О.Е. Филатова, В.М. Еськов, М.А. Филатов, Ю.В. Добрынин // Информатика и системы управления. - 2010. - № 2. - С. 105-108.
172. Филатова О.Е. Неопределённость и непрогнозируемость – базовые свойства систем в биомедицине [Текст] / О.Е. Филатова, А.А. Хадарцев, В.В. Еськов, Д.Ю. Филатова // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2013. – № 1. – С. 68-83.
173. Филатова, О.Е. Возрастная динамика параметров сердечно-сосудистой системы населения Севера РФ [Текст] / О.Е. Филатова, С.Н. Русак, Е.В. Майстренко, И.Ю. Добрынина // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 2. - С. 40-49.
174. Флейшман, А.Н. Медленные колебания гемодинамики [Текст] / А.Н. Флейшман. - Новосибирск, - 1999. - 264 с.
175. Чижевский, А. Л. Аэроионы и жизнь; Беседы с Циолковским / А. Л. Чижевский; Сост., вступ. ст., коммент. Л. В. Голованова. — М.: Мысль, 1999 - 34, 54-60 с.
176. Чижевский, А.Л. Земля в объятиях Солнца [Текст] / А. Л. Чижевский.— М.: Эксмо, 2004.— 545с.
177. Хадарцев, А.А. Восстановительная медицина [Текст]: монография / Под ред. А.А. Хадарцева, С.Н. Гонтарева, В.М. Еськова. – Тула: Изд-во ТулГУ. – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография». - 2010. – Т.1. – 298 с.

178. Хадарцев, А.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа [Текст] / А.А. Хадарцев, В.М. Еськов, О.Е. Филатова, К.А. Хадарцева // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – № 1. – С. 1-2.
179. Хадарцев, А.А. Параметры сердечно-сосудистой системы школьников в условиях санаторного лечения [Текст] / А.А. Хадарцев, Л.С. Шакирова, А.А. Пахомов, В.В. Полухин, Д.В. Синенко // Вестник новых медицинских технологий. - 2016. - Т. XXIII, №1. - С.7-15.
180. Хаснулин, В.И. Кардиометеопатии на Севере [Текст] / В.И.Хаснуллин // Новосибирск.: СО РАМН, 2000. - 222 с.
181. Хаснулин П.В. Экологически обусловленный стресс и дизадаптивные гипертензивные реакции на Севере / П.В. Хаснулин, Е.Л. Потеряева, В.И. Хаснулин // Экология человека. – 2005. - № 7. – С. 36-39.
182. Хаснуллин, В.И. Северный стресс, формирование артериальной гипертензии на Севере, подходы к профилактике и лечению [Текст] / В.И. Хаснуллин, А.В. Хаснулина, И.И. Чечеткина // Экология человека, 2009. - №6. - С. 26-30.
183. Хаснулин, В. И. Психонейрогуморальные взаимоотношения и артериальная гипертензия у людей, работающих на Севере вахтовым методом [Текст] / В.И. Хаснуллин //Бюллетень СО РАМН, 2010. - № 3 (30). -С. 78-85.
184. Хаснулин В.И. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах [Текст] / В.И. Хаснулин, П.В. Хаснулин // Экология человека. – 2012. – №1. – С. 3-11.
185. Хаснулин, В.И. Устойчивость к психоэмоциональному стрессу на Севере в зависимости от импринтированного типа адаптивного реагирования [Текст] / В.И. Хаснулин, А.В. Хаснулина // Экология человека. - 2013.- № 1.-С. 8–13.
186. Ходырев, Г. Н. Методические аспекты анализа временных и спектральных показателей variability сердечного ритма (обзор литературы) [Текст] / Г.Н. Ходырев, С.В. Хлыбова, В.И. Циркин, С.Л. Дмитриева // Вятский медицинский вестник. - 2011. - №3-4. - С.63-68.

187. Шакирова, Л.С. Сравнительная оценка параметров сердечно-сосудистой системы школьников в условиях санаторного лечения [Текст] / Л.С. Шакирова, Г.Р. Гараева, Д.В. Синенко, Л.С. Сорокина // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 2. - С. 5-11.
188. Шимшиева, О.Н. Стохастическая и хаотическая динамика параметров variability сердечного ритма при дозированной физической нагрузке у спортсменов: диссертация ... кандидата биологических наук [Текст]: 03.01.09 / Шимшиева Ольга Низамиевна. - Сургут, 2015. - 108 с.
189. Шиян, А.В. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы и вегетативного статуса у детей и подростков: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / А.В. Шиян. – Краснодар, 2005. – 23 с.
190. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей. Ижевск, 1991. - 418с.
191. Яблучанский, Н. И. Variability сердечного ритма в помощь практическому врачу [Текст] // Харьков, 2010. - 131 с.
192. Akselrod, S.D. Spectral analysis of left ventricular area variability as a tool to improve the understanding of cardiac autonomic control [Text] / S.D. Akselrod, R.M. Amitayt, V. Mor-Avi, L. Keselbrener // *Physiol. Meas.* - 2000. - №21 (2). - P. 319-331.
193. Baselli, G. Causal relationship between heart rate and arterial blood pressure variability signals [Text] / G. Baselli, S. Cerutti, M. Livraghi. et al. // *Med. Biol. Engng. Comp.* – 1998. – Vol. 5. – P.374.
194. Barnes, V.A. Central adiposity and hemodynamic functioning at rest and during stress in adolescents [Text] / V.A. Barnes, F.A. Triber, H. Davis et al. // *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* -1998. - Vol. 22 (11). - P. 1079-1083.
195. Berenson, G. S. Cardiovascular risk factors in children. The early natural history of atherosclerosis and essential hypertension [Text] / G. S. Berenson. -New York, Oxford: University press, 1980. - 345p.

196. Berger, R.D. An efficient algorithm for spectral analysis of heart rate variability [Text] / R.D. Berger, S. Agselrot, D. Gordon, R.J. Cohen // IEEE Trans Biomed Eng. 1986. -V.33. - P. 900-904.
197. Bernardi, L. Breathing patterns and cardiovascular autonomic modulation during hypoxia induced by simulated altitude [Text] /L. Bernardi, C. Passino, V. Wilmerding // J. Hypertens. 2001. - V.19. - №5. - P.947.
198. Blanc, J. Peripheral circulation in cold climates [Text] / J. Blanc // Amer. Heart J. - 1962. - V. 62. - № 3. - P. 287-296.
199. Blanc J. Adaptation of man to cold [Text] / J. Blanc, L.C.H.Wang, J.W.Hudson // Strategies in cold // N.-Y.: Acad, press. - 1978. - P. 965-715.
200. Bronson, F.H. Are humans seasonally photoperiodic? [Text] / F.H. Branson // Journal of Biological Rhythms. 2004. - Vol. 19. - №.3. - P. 180-192.
201. Clerico, A. Cardiac endocrine function is an essential component of the homeostatic regulation network: physiological and clinical implications [Text] / A. Clerico, F.A. Recchia, C. Passino [et al.] // Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. – 2006. – Vol. 290. – P.H17–H29.
202. Dalla Pozza, R. Calculating sympathovagal balance from heart rate variability: are there alternatives in adolescents [Text] / R. Dalla Pozza, A. Kleinmann, S. Bechtold, R. Kozlik-Feldmann, S. Daebritz, H. Netz // Acta Cardiol. - 2006. - Vol. 61(3). - P. 307-312.
203. Epstein, L.H. Integrating Theoretical Approaches to Promote Physical Activity Text / L.H. Epstein // Amer. J. Prev. Med. 1998. - V. 15. - P. 379-398.
204. Eskov, V.M. Problem of identity of functional states in neuronal networks [Text] / V.M. Eskov, O.E. Filatova // Biophysics. - 2003. - Vol. 48(3). - P. 497–505.
205. Eskov, V.M. Medical and biological measurements: characteristic features of measurements and modeling for Biosystems in phase spaces of states [Text] /V.M. Eskov, V.V. Eskov and O. E. Filatova // Measurement Techniques. -2011. - Vol. 53 (2). - P. 1404–1410.

206. Eskov, V.M. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states /V.M. Eskov, V.V. Eskov and O. E. Filatova // Measurement Techniques. – 2012. - Vol. 53 (12). - P. 1404-1410.
207. Eskov, V.M. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems [Text] / V.M. Eskov, T.V. Gavrilenko, V.V. Kozlova, M.A. Filatov // Measurement Techniques. - 2012. - T. 55. - № 9. - C. 1096-1101.
208. Eskov, V.M. Uncertainty in quantum mechanics and biophysics of complex systems [Text] / V.M. Eskov, V.V. Eskov, T.V. Gavrilenko, M.I. Zimin // Moscow University Physics Bulletin. – 2014. - Vol. 5. - P. 41-46.
209. Eskov, V.M. Measurement of Chaotic Dynamics for Two Types of Tapping as Voluntary Movements [Text] / V.M. Eskov, J.V. Vokhmina, T.V. Gavrilenko, M.I. Zimin, M.A. Filatov // Measurement Techniques. – 2014. -Vol. 57 (6). - P. 720-724.
210. Eskov, V.M. Uncertainty in the quantum mechanics and biophysics of complex systems [Text] / V.M. Eskov, V.V. Eskov, T.V. Gavrilenko, M.I. Zimin // Moscow University Physics Bulletin. -2014. - Vol. 69 (5). - P. 406-411.
211. Eskov, V.M. Neural emulators in identification of order parameters in human ecology [Text] / V.M. Eskov, O.E. Filatova, O.V. Provorova, O.I. Khimikova // Human Ecology (Russian Federation). - 2015. - Vol. 5. - P. 57-64.
212. Eskov, V.M. Biosystem kinematics as evolution: Stationary modes and movement speed of complex systems: Complexity / V.M. Eskov, V.V. Eskov, J.V. Vokhmina, T.V. Gavrilenko // Moscow University Physics Bulletin. – 2015. - Vol. 70 (2). - P. 140-152.
213. Eskov, V.M. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology [Text] / V.M. Eskov, V.V. Eskov, O.E. Filatova, A.A. Khadartsev, D.V. Sinenko // Advances in Gerontology. - 2016. - Vol. 1. - P. 24-28.
214. Eskov, V.M. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems [Text] / V.M. Eskov, V.V.

- Eskov, J.V. Vokhmina, T.V. Gavrilenko // Moscow University Physics Bulletin. – 2016. -Vol. 71 (2). - P. 143-154.
215. Eskov, V.M. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra [Text] / V.M. Eskov, A.A. Khadartsev, V.V. Eskov, J.V. Vokhmina // Advances in Gerontology. – 2016. - Vol. 6 (3). - P. 191-197.
216. Evans, J.M. Gender difference in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal and hemodynamic indexes [Text] / J.M. Evans, M.G. Ziegler, A.R. Patwardham // J.Appl. Physiol. -2001. - V.99. - №6. - P. 2611.
217. Freedman, D.S. Secular trends height among children during 2 decades: The Bogalusa Heart Study [Text] /D.S. Freedman, L.K. Khan [et al.] // Arch. Pediatr. Adolesc. Med.-2000.-V. 154.-№2.-P. 155-161.
218. Garaba Caballero, S. Effects of physical exercise on the cardiorespiratory system in children [Text] / S. Garaba Caballero, J.L. Perez Navero, I. Ibarra de la Rosa [et al.] // An. Esp. Pediatr. 1999. - V. 50. - № 4. - P. 367-372.
219. Garaeva, G.R. Chaotic dynamics of cardiointervals in three age groups of indigenous people of Ugra [Text] / G.R. Garaeva, V.M. Eskov, V.V. Eskov, O.E. Filatova, O.I. Khimikova // Human Ecology (Russian Federation). – 2015. - Vol. 9. - P. 50-55.
220. Gavrilenko, T.V. The new methods in gerontology for life expectancy prediction of the indigenous population of Yugra / T.V. Gavrilenko, V.M. Eskov, A.A. Khadartsev, O.I. Khimikova, A.A. Sokolova //Advances in gerontology = Uspekhi gerontologii / Rossiiskai{combining double inverted breve}a akademii{combining double inverted breve}a nauk, Gerontologicheskoe obshchestvo. - 2014. - Vol. 27 (1). – P. 30-36.
221. Gell-Mann, M. Fundamental Sources of Unpredictability [Text] / M. Gell-Mann // Complexity. – 1997. – Vol. 3, №1, – P.13-19.
222. Granberg, P.O. Human physiology under cold exposure [Text] / P.O. Granberg // Arctic. Med. Research. - 1991. - V. 50. - № 6. - P. 23-27.

223. Hochachka, P.W. Adaptation and conservation of physiological systems in the evolution of human hypoxia tolerance [Text] / P.W. Hochachka, J.L. Ruoert, C. Monge // *Comp. Biochem. Physiol. A.* – 1999. – Vol. 124. – P. 1.
224. Kohara, K. Autonomic nervous function in non-dipper essential hypertensive subjects. Evaluation by power spectral analysis of heart rate variability [Text] / K. Kohara, W. Nishida, M. Maguchi [et al.] // *Hypertension.* – 1995. – Vol. 26, № 5. – P. 808–814.
225. Kolpakov, V.V. Adreno-and cholinoreactivity of the vascular system under the influence of low temperature [Text] / V.V. Kolpakov, V.N. Ananyev, N.M. Fateeva, A.S. Zhidkikh // *International Journal of Circumpolar Health.* -2001, V.60.-P. 506-510.
226. Laughlin, M. Cardiovascular response to exercise [Text] / M. Laughlin // *Adv. Physiol. Educ.* 1999. - V.22. - № 1. - P. 244-259.
227. Le blanc, J. Adaptation of man to cold [Text] / J. Le blanc // Wand W. Hudson N.Y.: Academ. Press. New-York, 1978 -. 695 p.
228. Levy, M.N. Sympathetic-parasympathetic interactions in the heart [Text] / M.N. Levy // *Circ. Res.* 1971.- V. 29. - P. 437.
229. Lindquist, C.H. Sociocultural determinants of physical activity among children [Text] / C.H. Lindquist, K.D. Reynolds, M.I. Goran // *Prev. Med.* -1999. V.29. - №4. — P. 305-312.
230. Malliani, A. The pattern of sympathovagal balance explored in frequency domain [Text] / A. Malliani // *News Physiol. Sci.* – 1999. – V. 14. – P. 136.
231. Malliani A., Lombardi P., Pagani M. Power spectrum analysis of heart rate variability: a tool to explore neural regulatory mechanisms // *Br. Heart J.*, 1994.- Vol. 71. - P. 1–2.
232. Malik, M. Components of heart rate variability: what they really mean and what we really measure [Text] / M. Malik, A.J. Camm // *Am. J. Cardiol.* — 1993.-V. 72.-P. 821.
233. Malik M. Task forse 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//Eur. Heart J. - 1996.- Vol. 17. - P. 354.
234. Mayr, E.W. What evolution is [Text] / E.W Mayr // Basic Books; New York, - 2001. -349p.
235. Maviliani, A. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain [Text] / A. Maviliani, M. Pagani, F. Lombardi // Circulation. 1991. -V.84.- P. 482-492.
236. Mitchell, G.F. Arterial stiffness and cardiovascular events the Framingham Heart Study [Text] / G.F. Mitchell, S.J. Hwang, R.S. Vasan [et al.] // Circulation. – 2010. – Vol. 121(4). – P. 505–511. Nichols, M. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update [Text] / M. Nichols, N. Townsend, P. Scarborough [et al.] // Eur. Heart J. – 2013. – Vol.34. – P. 3028–3034.
237. Pannier J.L. The influence of thyroid hormone on myocardial contractility [Text] / J.L. Pannier //Arch. Intern. Physiol. Biochem. – 1968-. V. 76. - P. 477-490.
238. Parati, G. Assessment and management of blood-pressure variability [Text] / G. Parati, J.E.Ochoa, C. Lombardi [et al.] // Nat. Rev. Cardiol. – 2013. – Mar., Vol.10(3). – P.143–155.
239. Parikh, N.I. A risk score for predicting near-term incidence of hypertension: the Framingham Heart Study [Text] / N.I. Parikh, M.J. Pencina, T.J. Wang [et al.] // Ann. Intern. Med. – 2008. – Vol. 148. – P. 102–110.
240. Patel, Ch. Stress management hypertension [Text] / Ch. Patel // Acta physiol. Scand. 1997. -V.161.-№640. - P. 155-157.
241. Poskina, T.Y. Stochastics and chaotic analysis of electromyogram and electroencefalogramm [Text] / T.Y. Poskina, L.S. Shakirova, L.G. Klyus, V.V. Eskov // Experimental And Computational Biomedicine : Russia Conference with International Participation in memory of Professor Vladimir S. Markhasin [Электронный ресурс]. – Екатеринбург. – 2016 - С. 42-43.
242. Rawenwaaij-Arbts, C.M.A. Heart rate variability (Review) [Text] / C.M.A. Rawenwaaij-Arbts [et al.] // Annals of intern. Med. 1993. - V. 118. — P.437-447.

243. Sack, R.L. Circadian rhythm sleep disorders: part I, basic principles, shift work and jet lag disorders [Text] / R. L Sack, D. Auckley, R.R. Auger // Sleep. - 2007. Vol. 30. - P. 1460–1483. Saiz, D. A study of performance rhythms a first approximation to the rhythmicity of different tasks of children [Text] / D. Saiz, H. Dias, M. Saiz // J. Interdiscipl. Cycle Res. -1991. -V. 22. -№2. P. 181.
244. Sassi, R. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the eCardiology and the ESC Working Group European Heart Rhythm Association coendorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society [Text] / R. Sassi, S. Cerutti, F.Lombardi [et al.] // Europace. – 2015. – Sep., Vol. 17(9). – P. 1341–1353.
245. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system // Swiss med wkly. 2004. Vol. 134. P. 514–522.
246. Schmidt, G. Nonlinear methods for heart rate variability assessment [Text] / G. Schmidt, G.E. Monfill // Malik M, Camm AJ, eds. Heart rate variability. Armonk: Futura. 1995. - P. 87-98.
247. Schwartz, P.J. Sympathetic nervous system and cardiac arrhythmias [Text] / P.J. Schwartz, S.G. Priori // Cardiac Electrophysiology. From cell to Bedside. Philadelphia: WB Saunders Co., 1990. - P. 330.
248. Shchegoleva, L.S. Immune and hormonal reactions in test with Dexamethasone at the man in North [Text] / L.S. Shchegoleva, E.V. Tipisova, L.K. Dobrodeeva // Environment and human health: International ecologic forum. SPb., 2003. - P. 814-816.
249. Vokhmina, Y.V. Medical and biological measurements: Measuring order parameters based on neural network technologies [Text] / Y.V. Vokhmina, V.M. Eskov, T.V. Gavrilenko, O.E. Filatov // Measurement Techniques. – 2015. - Vol. 58 (4). - P. 65-68.
250. Vokhmina, Y.V. Measuring Order Parameters Based on Neural Network Technologies [Text] / Y.V. Vokhmina, V.M. Eskov, T.V. Gavrilenko, O.E. Filatov // Measurement Techniques. – 2015. - Vol. 58 (4). - P. 462-466.

251. Yabluchansky N., Kulik A., Martynenko A. The heart rate variability (HRV) Point: Counterpoint discussion raises a whole range of questions, and our attention has also been attracted by the topic N. Yabluchansky, A. Kulik, A. Martynenko // J. Appl. Physiol. – 2007. - Vol. 102. - P. 17-15.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 - Результаты проверки на нормальность распределения кардиоинтервалов ССС мальчиков (n=25) и девочек (n=30) в 1 - 4 точках исследования (критерий Колмогорова-Смирнова ($p \geq 0,05$))

NN	Мальчики (n=25)			
	1 точка	2 точка	3 точка	4 точка
	p	p	p	p
1	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,01
2	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,05
3	p < ,15	p < ,10	p < ,15	p < ,05
4	p < ,15	p > .20	p > .20	p > .20
5	p < ,05	p < ,01	p < ,05	p < ,05
6	p < ,05	p < ,01	p < ,01	p < ,01
7	p < ,01	p < ,05	p < ,05	p < ,01
8	p > .20	p < ,20	p < ,05	p > .20
9	p < ,01	p < ,01	p < ,05	p < ,01
10	p > .20	p < ,01	p < ,20	p < ,01
11	p < ,10	p > .20	p < ,20	p > .20
12	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,01
13	p < ,01	p < ,15	p < ,15	p < ,05
14	p < ,10	p < ,05	p < ,05	p < ,01
15	p < ,01	p < ,05	p < ,10	p < ,10
16	p < ,05	p < ,05	p < ,10	p < ,01
17	p > .20	p < ,05	p < ,01	p < ,05
18	p < ,10	p < ,05	p < ,15	p > .20
19	p < ,01	p < ,05	p < ,05	p < ,05
20	p < ,15	p > .20	p > .20	p < ,10
21	p < ,10	p < ,01	p < ,01	p < ,05
22	p < ,20	p < ,20	p < ,10	p < ,20
23	p < ,01	p < ,05	p < ,05	p > .20
24	p < ,10	p < ,01	p > .20	p < ,20
25	p < ,20	p < ,01	p < ,01	p < ,01

NN	Девочки (n=30)			
	1 точка	2 точка	3 точка	4 точка
	p	p	p	p
1	p > .20	p < ,05	p < ,01	p < ,01
2	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,10
3	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,20
4	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,01
5	p > .20	p < ,05	p < ,05	p < ,05
6	p < ,10	p < ,01	p < ,01	p < ,01
7	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,05
8	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,01
9	p < ,05	p < ,05	p < ,01	p < ,10
10	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,01
11	p < ,10	p < ,01	p < ,01	p < ,10
12	p < ,20	p < ,01	p < ,01	p < ,01
13	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,05
14	p < ,10	p < ,05	p < ,01	p < ,10
15	p < ,01	p < ,15	p < ,01	p < ,05
16	p < ,05	p < ,01	p < ,01	p < ,15
17	p < ,15	p < ,01	p < ,01	p < ,01
18	p < ,10	p < ,05	p < ,01	p < ,15
19	p > .20	p < ,05	p < ,10	p > .20
20	p > .20	p < ,15	p < ,10	p < ,05
21	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,01
22	p < ,05	p < ,01	p < ,05	p < ,01
23	p < ,05	p < ,01	p < ,05	p < ,05
24	p > .20	p < ,01	p < ,01	p < ,05
25	p < ,05	p < ,01	p < ,01	p < ,01
26	p > .20	p < ,10	p < ,01	p > .20
27	p < ,10	p < ,01	p < ,01	p < ,05
28	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,01
29	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,01
30	p < ,01	p < ,01	p < ,01	p < ,05

Примечание: p – достигнутый уровень значимости ($p > 0,05$)

Таблица 1.2 - Результаты проверки на нормальность распределения 25-ти выборок кардиоинтервалов, полученных от одного и того же испытуемого (критерий Колмогорова-Смирнова ($p \geq 0,05$))

NN	Мальчик (n=1)
	p
1	p < ,05
2	p < ,05
3	p < ,05
4	p < ,05
5	p < ,01
6	p < ,01
7	p > .20
8	p < ,01
9	p < ,01
10	p < ,01
11	p < ,01
12	p < ,01
13	p < ,05
14	p < ,10
15	p < ,01
16	p < ,01
17	p > .20
18	p < ,10
19	p > .20
20	p < ,01
21	p < ,05
22	p > .20
23	p < ,10
24	p < ,01
25	p < ,01

Примечание: p – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро-Уилка (критическим уровнем значимости).

Таблица 1.3 - Матрица сравнения 25-ти выборок кардиоинтервалов полученных от одного и того же испытуемого при повторных измерениях (парное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$), число совпадений $k=51$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1		0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,24	0,00	0,02	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,08	0,03	0,00	0,00
3	0,34	0,00		0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,46	0,00	0,66	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,72	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,01	0,06	0,05	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,50	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,15	0,00	0,46	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,20	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,01	0,46	0,35	0,99	0,00	0,00
9	0,00	0,05	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,20		0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,01	0,06	0,91	0,85	0,00	0,00
10	0,00	0,61	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,08	0,27		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,15	0,27	0,17	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,33
16	0,41	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,48	0,00	0,91	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,24	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48		0,00	0,86	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
18	0,00	0,24	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,43	0,59	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,40	0,84	0,45	0,00	0,00
19	0,02	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,91	0,86	0,00		0,05	0,00	0,00	0,00	0,13	0,08
20	0,56	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,05		0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,46	0,06	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,02		0,56	0,63	0,00	0,00
22	0,00	0,08	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,35	0,91	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,01	0,56		0,99	0,00	0,00
23	0,00	0,03	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,99	0,85	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,63	0,99		0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,02	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00		0,55
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,03	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	

Таблица 2.3 - Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 25-ти мальчиков 3 этап исследования (после двухнедельного отдыха в ЮН) (парное сравнение по Вилкоксону, критерий значимости $p < 0,05$), число совпадений $k=20$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,05	0,00	0,00	0,08	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
8	0,00	0,11	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,02	0,00	0,00	0,13	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00		0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,13	0,00	0,97	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,02	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02		0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00

Таблица 3.3 - Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 30-ти девочек 3 этап исследования (после двухнедельного отдыха) (парное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$), число совпадений $k=21$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,24	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	0,00	0,00		0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	0,00	0,00	0,02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,94	
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	
8	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
12	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,99	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99		0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	
16	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	0,52	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
30	0,00	0,06	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	

Таблица 4.1 - Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 25-ти мальчиков до приезда в ЮН (1 этап исследования) и по прилету в ЮН (2 этап исследования) (парное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$), число совпадений $k=50$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,17	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,14	0,02	0,20	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,05	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,63	0,02	0,05	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
18	0,00	0,00	0,55	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,58	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
23	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,80	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,43	0,00

Таблица 4.2 -Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 25-ти мальчиков до приезда в ЮН (1 этап исследования) и перед отъездом из ЮН (3 этап исследования) (попарное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$), число совпадений $k=49$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,48	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,15	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,09
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,07	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,08
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
18	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00

Таблица 5.1. - Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 30-ти девочек до приезда в ЮН (1 этап исследования) и по прилету в ЮН (2 этап исследования) (парное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$), ($k=48$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00
6	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,70
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,30	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,52	0,00	0,10
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00

Таблица 5.2. - Матрица сравнения выборок кардиоинтервалов 30-ти девочек до приезда в ЮН (1 этап исследования) и перед отъездом (3 этап исследования) (попарное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$), ($k=52$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00
10	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36
13	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,72	0,00	0,22	0,00	0,00
15	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,03	0,00	0,70
25	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,27	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,25	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БДС – биологическая динамическая система

ВНС – вегетативная нервная система

ВСС – вектор состояния системы

ВСОЧ – вектор состояния организма человека

ВСП – вариабельность сердечного ритма

ИБ – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому

ССС – сердечно-сосудистая система

КА – квазиаттрактор

КИ – кардиоинтервал

КРС – кардио-респираторная система

ТХС – теория хаоса и самоорганизации

ФПС – фазовое пространство состояний

ФСО – функциональные системы организма

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЦНС – центральная нервная система

ХМАО-Югра – Ханты- Мансийский автономный округЮгра

HF – мощность спектра высокочастотного компонента ВСП (0,15-0,4 Гц)

LF – мощность спектра низкочастотного компонента ВСП (0,04-0,15 Гц)

VLF – мощность спектра сверх низкочастотного компонента (0,003-0,04 Гц)

PAR – индекс активности парасимпатического звена ВНС

SIM – индекс активности симпатического звена ВНС