

На правах рукописи

САРЫЧЕВ
Александр Сергеевич

**ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ
ОРГАНИЗМА ВАХТОВЫХ РАБОЧИХ
В УСЛОВИЯХ ЗАПОЛЯРЬЯ**

03.03.01 – Физиология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Архангельск
2012

Работа выполнена в ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» на кафедре гигиены и медицинской экологии

Научный консультант: доктор медицинских наук, профессор Гудков Андрей Борисович

Официальные оппоненты: заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор Грибанов Анатолий Владимирович
ГОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет»;
доктор медицинских наук, профессор Хаснулин Вячеслав Иванович
Научный центр клинической и экспериментальной медицины СО РАМН;
доктор медицинских наук, профессор Сысоев Владимир Николаевич
ФГБОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова МО РФ»

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»

Защита диссертации состоится «__» _____ 2012 г. в «___» часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 208.004.01 при Северном государственном медицинском университете по адресу: 163000, г. Архангельск, Троицкий проспект, 51.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Северного государственного медицинского университета по адресу: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51.

Автореферат разослан «__» _____ 2012 г.

Ученый секретарь совета по защите докторских и кандидатских диссертаций,
доктор медицинских наук,
профессор

Вилова Татьяна Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В Заполярье европейской части России сосредоточено более трети прогнозных запасов топливных ресурсов страны, и именно на их основе формируется новая топливно-энергетическая база государства. По оценкам ведущих российских ученых, использование этих ресурсов – залог энергетической безопасности России в целом на ближайшие десятилетия (Лаверов Н.П., и др., 1999; Перепеченко В.П., 2004; Шафраник Ю.К., 2010).

Необходимость интенсивного промышленного освоения Европейского Заполярья России, для которого характерны низкая плотность населения, слабо развитая сеть транспортных коммуникаций и крайне суровые природно-климатические условия, предполагает привлечение трудовых ресурсов из других регионов, а значит, и использование различных типов вахтовой организации труда (ТВОТ), которые стали практически безальтернативными в геологии, нефтяной, газовой, лесозаготовительной промышленности, в строительстве и эксплуатации трубопроводного транспорта и др. (Агаджанян Н.А., Хрушев В.Л. 1984; Гудков А.Б. и др., 1998; Матюхин В.А., Разумов А.Н., 1999; Лабутин Н.Ю., 2002; Казначеев В.П., 2003; Труфакин В.А. и др., 2005; Максимов А.Л., 2006; Силин А.Н., 2008; Андреев О.П., 2009; Кривошеков С.Г., 2010).

Вахтовая организация труда, несмотря на экономические выгоды, имеет ряд существенных недостатков: интенсивный труд работников во время вахты сопряжен с высоким уровнем нагрузок на основные функциональные системы организма, что приводит к быстрому истощению его резервных и адаптивных возможностей (Теддер Ю.Р. и др., 1982; Уразаев А.М., 1992; Ротов А.В., 1997, Матюхин В.А., 1999; Марачев А.Г., 2002; Ершов Е.В. и др., 2008). Работа в таком режиме сопровождается хроническим напряжением регуляторно-адаптационных систем организма (Агаджанян Н.А., 2005) и, как следствие, повышенной заболеваемостью (Боровиков В.А., 2008), формированием в рамках профессионально-личностной дезадаптации – деструктивного профессиогенеза (Сидоров П.И., Новикова И.А., 2011).

Каждый из типов вахтовой организации труда характеризуется своей формой адаптивной стратегии, которая позволяет сохранять трудоспособность прежде всего за счет выраженного напряжения механизмов регуляции функций (Кривошеков С.Г., 2000; Колпаков В.В., 2001; Соломатина Т.В., 2005; Фатеева Н.М., 2001, 2006; Абубакирова О.Ю., Фатеева Н.М., 2009). Организм вынужден использовать свои резервные возможности, решая текущие задачи функционального и энергетического обеспечения профессиональной деятельности (Медведев М. А. и др., 2005; Максимов А. Л., 2007; Гапон Л.И. и др., 2009; Ким Л.Б., 2010).

В ходе комплексных исследований, выполненных в полевых условиях на территории нефтеносных районов, расположенных в Восточной, Западной Сибири и на Европейском Севере России, установлены закономерности формирования компенсаторно-приспособительных реакций организма вахтовых рабочих, проводивших нефтеразведку при использовании различных ТВОТ и режимов труда и отдыха (РТО) (Уразаев А.М., 1992; Дегтева Г.Н., 1996; Ротов А.В., 1997; Гудков А.Б., 1998; Матюхин В.А., 1999; Марачев А.Г., 2002; Лабутин Н.Ю., 2002). При этом исследователями неоднократно подчеркивалось, что изучение физиологических аспектов вахтового труда должно проводиться в реальных условиях региона, конкретного ТВОТ и применяемого РТО (Кривошеков С.Г., 1989; Гудков А.Б., 1996; Агаджанян Н.А. и др., 2006, 2008).

С 1998 года на Европейском Севере России стала набирать темпы нефтегазодобыча. Смещение акцентов с разведки энергетических ресурсов на их добычу привело к изменению тяжести и напряженности труда, вследствие чего исследование динамики физиологических реакций организма нефтяников и регистрация ранних признаков утомления в динамике вахты и внутри рабочей смены представляют значительный интерес.

Важной представляется разработка прогностической модели, позволяющей оценивать сроки развития утомления, а значит, и длительность нахождения рабочих на вахте.

В свете сказанного актуальность динамической оценки функционального состояния организма вахтовых рабочих обусловлена, с одной стороны, практической значимостью изучения медико-биологических проблем оптимизации вахтового труда в районах с экстремальными климатическими условиями, с другой – теоретической важностью изучения физиологических механизмов регуляции гомеостатических функций в процессе многократных дискретных перестроек адаптивных реакций организма рабочих, осуществляющих трудовую деятельность вахтовыми методами с использованием различных режимов труда и отдыха.

Все вышеизложенное послужило основой для выбора цели и задач настоящего исследования.

Цель и задачи исследования

Цель работы: установить особенности адаптивных реакций организма вахтовых рабочих при использовании различных типов вахтовой организации труда в Заполярье для разработки рациональных режимов труда и отдыха.

Для достижения поставленной цели решался ряд *задач*:

1. Проанализировать особенности физиологических реакций сердечно-

сосудистой системы организма вахтовиков при использовании различных ТВОТ и РТО в Заполярье.

2. Оценить динамику регуляторных механизмов организма вахтовых рабочих при различных схемах организации производства.

3. Изучить особенности функционирования системы внешнего дыхания организма вахтовиков в динамике трудовой деятельности.

4. Провести анализ расходования функциональных резервов кардиореспираторной системы организма рабочих в динамике вахтового периода.

5. Исследовать внутривахтовые и внутрисменные изменения работоспособности для прогнозирования развития утомления у вахтовиков.

6. Разработать научно обоснованные режимы труда и отдыха на основе динамического наблюдения за функциональным состоянием вахтовых рабочих в Заполярье.

Концепция работы. Экстремальные природно-климатические условия Заполярья вместе с комплексом особых производственных факторов, присущих вахтовому труду, предъявляют повышенные требования к системам, лимитирующим работоспособность вахтовиков, вызывая в них формирование адаптивных реакций.

Совокупность показателей деятельности системы кровообращения, дыхания, регуляторных механизмов, а также состояние функциональных резервов организма нефтяников могут выступать в качестве параметров, определяющих сроки устойчивой работоспособности на вахте.

Условия труда в Заполярье вызывают значительное расходование физиологических резервов в функциональных системах организма нефтяников в динамике вахтового периода независимо от применяемых ТВОТ и РТО. При этом напряженное функционирование кардиореспираторной системы и регуляторных механизмов не всегда могут обеспечить необходимый уровень работоспособности в течение всего вахтового периода. Снижению работоспособности предшествуют изменения в гомеостатическом регулировании, характеризующие развитие признаков утомления у вахтовиков. При этом рациональные РТО могут быть разработаны только для конкретного ТВОТ при проведении динамических исследований в реальных климатогеографических условиях.

Положения, выносимые на защиту

1. Использование различных типов вахтовой организации и режимов труда в Заполярье имеет, кроме ряда общих закономерностей, характерные для каждого РТО особенности формирования компенсаторно-приспособительных реакций.

2. Наибольшую нагрузку на физиологические системы, лимитирующие работоспособность вахтовиков, функциональные резервы организма и ско-

рость их расходования оказывает начальный период вахты независимо от используемых ТВОТ и РТО.

3. Изучаемые режимы труда и отдыха при используемых ТВОТ в условиях Заполярья нуждаются в коррекции.

Научная новизна исследования заключается в том, что:

Впервые представлены материалы комплексного многофакторного анализа физиологических реакций организма вахтовых рабочих при использовании в Заполярье различных ТВОТ и РТО.

Установлены особенности формирования адаптивных реакций сердечно-сосудистой, дыхательной и регуляторной систем, состояние функциональных резервов и работоспособности организма вахтовых рабочих в связи с изменением условий труда нефтяников (переход от нефтеразведки к нефтедобыче) в Заполярье европейской части России.

Впервые предложена математическая модель, позволяющая оценивать сроки развития утомления у нефтяников и соответственно длительность нахождения их на вахте.

Установлены особенности формирования утомления внутри рабочих (ночных и дневных) 12-часовых смен.

Предложено физиологическое обоснование применяемых режимов труда и отдыха у нефтяников при использовании различных ТВОТ.

Теоретическая значимость работы. Полученные результаты исследования, разработанные подходы и математическая модель имеют важное теоретическое значение для адаптационной физиологии.

Результаты исследования, позволившие установить особенности формирования адаптивных реакций и оценить состояние функциональных резервов организма вахтовых рабочих, выполненные в натуральных природно-климатических и производственных условиях, расширяют научные знания в рамках экологической физиологии и физиологии труда в высоких широтах.

Выявленные характерные изменения в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной и регуляторной систем, а также в динамике расходования функциональных резервов организма вахтовых рабочих дополняют научные знания по разделу физиологии перемещений человека в рамках изучения формирования адаптивных реакций организма у особой группы населения – «северяне сменные».

Результаты комплексного многофакторного анализа физиологических реакций организма вахтовых рабочих при использовании в Заполярье различных ТВОТ и РТО представляют научный интерес для физиологии.

Выявленные особенности формирования адаптивных реакций организма вахтовых рабочих в условиях Заполярья могут быть использованы в качестве научного материала в организации учебного процесса на кафедрах теоретического (нормальной физиологии и гигиены) и лечебного профиля (терапевтические кафедры) медицинских вузов для обучения студентов, а также врачей на факультетах последипломного образования (усовершенствование, специализация).

Работа выполнена в рамках региональной Научно-технической программы «Здоровье населения Европейского Севера» с номером государственной регистрации № 01201062188.

Практическая значимость работы

Работа выполнена в рамках договоров на выполнение научно-практических работ между объединением «Архангельскгеология», ЗАО «Арктикнефть», ООО «Нарьян-Марнефтегаз» ОАО «Газпром» и Северным государственным медицинским университетом.

Материалы исследования вошли в научные отчеты для объединений «Архангельскгеология», «Арктикнефть», «Нарьян-Марнефтегаз» и «Газпром». Проведенные исследования позволили дать обоснованные рекомендации по оптимизации вахтовых режимов труда в нефтегазовой отрасли.

Результаты диссертационного исследования используются в отделениях функциональной диагностики ряда лечебно-профилактических учреждений при медицинском обследовании лиц, работающих вахтовыми методами, и в педагогическом процессе в вузах.

Реализация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования используются в «1469» военно-морском клиническом госпитале Северного флота г. Североморска (акт внедрения от 26.12.2009 г.), городской поликлиники г. Нарьян-Мара (акт внедрения от 09.04.2009 г.), в клинике профессиональных заболеваний НИЛ ФГУН СЗНЦ гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора в г. Кировске Мурманской области (02.04.2009 г.), отделениях функциональной диагностики ФГУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко Министерства обороны Российской Федерации» (акт внедрения от 30.05.2011) и Филиала № 3 ФГУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко Министерства обороны Российской Федерации» (акт внедрения от 30.05.2011), МУЗ ОМСЧ «Севрыба» г. Мурманска (акт внедрения от 18.05.2011 г.).

Теоретические положения, касающиеся особенностей физиологических и психофизиологических реакций организма нефтяников при различных ТВОТ и РТО в условиях Европейского материкового и морского районов За-

полярья России, нашли отражение в учебном процессе на кафедрах военной психофизиологии в ВМА им. С.М. Кирова (акт внедрения от 02.06.2011), кафедре физического воспитания МГТУ (акт внедрения от 19.05.2011 г.), и факультете естествознания, физической культуры и безопасности Мурманского государственного гуманитарного университета (акт внедрения от 13.05.2011 г.).

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на: XI Всероссийской конференции «Академическая наука и ее роль в развитии производительных сил в северных регионах России» (Кировск, 2006), Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня открытия 1-го стационара Российской академии наук (Архангельск, 2006), IX региональной научной конференции Кольского филиала Петрозаводского государственного университета (Апатиты, 2006), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные аспекты жизнедеятельности человека на Севере» (Сыктывкар, 2007), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье северян – итоги и перспективы в свете реализации национальных проектов» и Итоговой научной сессии СГМУ и ШЦ СЗО РАМН, в рамках XXXVI Ломоносовских чтений (Архангельск, 2007), научно-практической конференции «Молодежь в реализации национальных проектов и морской доктрины России» в рамках III межвузовского морского фестиваля (Архангельск, 2007), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной III Международному Полярному году «Достижения и перспективы развития циркумполярной медицины» (Архангельск, 2009), итоговой научной сессии СГМУ и ШЦ СЗО РАМН в рамках XXXVIII Ломоносовских чтений «Охрана здоровья населения Европейского Севера: стратегия защиты национальной безопасности (Архангельск, 2009), XXI съезде физиологов России (Калуга, 2010), 7-м Международном научно-практическом конгрессе «Человек в экстремальных условиях: клинико-физиологические, психологические и санитарно-эпидемиологические проблемы профессиональной деятельности» (Москва, 2010), Научно-практической конференции к 120-летию Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана (Москва, 2011), 7-м Международном междисциплинарном конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии» (г. Судак, Крым, Украина), Международной конференции «Развитие академической науки на родине М.В. Ломоносова» (Архангельск, 2011).

Публикации. Материалы исследования опубликованы в 37 печатных работах, в том числе 12 в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 301 странице машинописного текста и состоит из введения, шести глав, заключения и выводов. Работа иллюстрирована 52 таблицами и 41 рисунком. Библиография включает 491 источник (394 отечественных и 97 зарубежных публикаций).

ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Динамические, натурные исследования, направленные на установление особенностей формирования адаптивных реакций, оценку состояния функциональных резервов организма вахтовых рабочих, были выполнены в ходе пяти комплексных экспедиций Северного государственного медицинского университета в рамках Научно-технической программы.

Обследовались нефтяники, которые доставлялись к местам дислокации производства (о. Колгуев, п. Варандей) из мест постоянного проживания (г. Мурманск, Нарьян-Мар, Печора, Инта, Усинск и Архангельск) авиационным транспортом. Расстояние перемещений от 700 до 1500 километров в пределах одного часового пояса. На месте дислокации производства у нефтяников применялись различные ТВОТ и РТО:

- экспедиционный режим труда, формула РТО $(8 \times 16/90+30)$ и $(12 \times 12/52+52)$;
- экспедиционно-вахтовый режим, формула РТО $(12 \times 12/24+24)$ и $(12 \times 12/15+15)$;
- вахтовый режим, формула РТО $(12 \times 12/15+15)$.

Все рабочие, практически здоровые лица (по результатам периодических обследований), мужского пола в возрасте $39,6 \pm 3,6$ лет. Рабочие обследовались как в состоянии покоя, так и после проведения нагрузочных проб и тестов в зимнее время. Обследование проводилось утром, в условиях относительного физического и эмоционального покоя. Для анализа различий в величинах показателей у нефтяников формировались группы сравнения (по возрасту, весоростовым характеристикам, стажу работы на Крайнем Севере, адаптационному потенциалу, типам реакций гемодинамики на нагрузку, периодам адаптации организма человека к районам Крайнего Севера).

Всего проведено более 16000 исследований, в которых приняли участие 254 человека. Объем обследования и выбор методик определялись их информативностью, а также полевым характером проведенной работы. Динамику функциональных изменений при медико-физиологическом исследовании оценивали по результатам проведения комплекса функциональных тестов (табл. 1).

**Общий объем инструментальных методов обследования проведенных
в динамике производственной деятельности у нефтяников в Заполярье**

Наименование исследования	Количество исследований на этапах работы			Методы обследования
	начало	середине	окончание	
Антропометрические данные n=254	762	762	762	длина тела, масса тела, окружность грудной клетки
Исследование сердечно-сосудистой системы n=254	762	762	762	пульс за 1 мин., АДС, АДД в покое
ЭКГ n=178	178	178	178	12 отведений
Пробы с дозированной нагрузкой - PWC _{170'} (n=146) - ортостатическая проба (n=76) - пр. Мартине (n=108) - пр. Штанге, Генча(n=76)	438 228 324 152	438 228 324 152	438 228 324 152	ЧСС в 1 мин., АДС, АДД, t – восстановления параметров; - время задержки дыхания на вдохе и после выдоха
Исследование дыхательной системы в покое n=224 -спирография n=30	448 150	448 150	448 150	-СМП-21/0/ ЧД, ЖЕЛ; -спирография -ДО, ЖЕЛ, ЧД, МОД, МВЛ
Исследование РКИГ (сидя, лежа, стоя) n=76 -ВКМ (сидя) пятикратно + 5 дневных и 5 ночных смен через 2 часа (n=30)	228 220	228 220	228 220	- Варикард 1,4; 2,4, ISCIM-5,6; - УПФТ-1/30 – Психофизиолог
Текущее психическое состояние (n=76) - определение скорости переработки информации (n=76) -пятикратно + 5 дневных и 5 ночных смен через 2 часа (n=30) - определение скорости переработки информации - исследование мышечной силы и выносливости (n=108)	76 76 648 228 648	76 76 648 228 648	76 76 648 228 648	-самооценка состояния по методике САН; -скорость ПЗМР «Барьер»; - СЗМР, ПЗМР, УПФТ-1/30- Психофизиолог; -активациометрия, глазомер, теппинг-тест; -динамометрия
Всего:	5566	5566	5566	16698

Для решения поставленных задач в состоянии покоя у нефтяников определяли частоту сердечных сокращений (пальпаторно, по ЭКГ) и артериальное давление по методу Н.С. Короткова. На основе полученных данных рассчитывался ряд показателей: ударный объем крови (УО) по формуле И.Л. Мызникова с соавт., (1997), среднединамическое давление (СДД) по формуле Хикема, периферическое сопротивление сосудов (ПСС) по формуле Пуазейла, минутный объем кровообращения (МОК), как произведение ЧСС на УО и пульсовое давление (ПД).

В дальнейшем рассчитывались: показатель внешней работы миокарда (ВРМ), индекс напряжения миокарда (ИНМ), критерий эффективности миокарда (КЭМ) (Агаджанян Н.А. и др., 1997). Кроме того, индекс функционального состояния системы кровообращения (Баевский Р.М., 1997), индекс хронотропного (ИХР) и инотропного (ИИР) резервов (Кондраков В.М. и др., 1983; Валевский С.Ф. и др., 1990).

О надежности сердечно-сосудистой системы можно судить по стабильности ее работы при воздействии возмущающих факторов, в частности, при дозированной физической нагрузке, которая позволяет определить резервные возможности человека, степень приспособленности организма к физической работе.

Для оценки физической работоспособности применяли метод двухступенчатой велоэргометрической пробы субмаксимальной мощности с определением величины PWC_{170} (Карпман В.Л. и др., 1974). Первая нагрузка проводилась на велоэргометре, при 60 оборотах в минуту, в течение трех минут, затем три минуты отдых, после которого давалась сразу вторая нагрузка в течение трех минут, затем отдых (Astrand P.O., Rodanl R., 1970). Резерв кардиореспираторной системы – КРС % – определялся по методике, предложенной Н.Ю. Лабутиным (1993). Для оценки резервных возможностей кардиореспираторной системы проводилась проба Мартине (20 приседаний за 30 секунд), затем на основании направленности сдвигов частоты сердечных сокращений и артериального давления определялись типы гемодинамики (ГД) по методике Н.Н. Аринчина (1978).

С целью оценки функционального состояния системы внешнего дыхания у обследуемых нефтяников использовался метод спирометрии при помощи СМП-21/01-«Р-Д». Исследование проводилось при дыхании атмосферным воздухом в положении обследуемых сидя. Оценивались: 1. Статические легочные объемы и емкости: дыхательный объем (ДО), резервный объем вдоха (РОВд), резервный объем выдоха (РОВвд), жизненная емкость легких (ЖЕЛ). 2. Динамические легочные объемы: минутный объем дыхания (МОД), частота дыхания (ЧД), максимальная вентиляция легких (МВЛ), рассчитыва-

лись: минутная альвеолярная вентиляция (МАВ), эффективность вентиляции (ЭВ), резерв дыхания (РД) и относительный резерв дыхания (РД %). 3. Показатели проходимости воздухоносных путей: форсированная ЖЕЛ (ФЖЕЛ), время ФЖЕЛ (ТФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первые 0,5 секунды ($ОФВ_{0,5}$) и секунду ($ОФВ_1$), пиковая объемная скорость (ПОС), время ПОС (ТПОС), максимальная объемная скорость при выдохе 25, 50 или 75 % ФЖЕЛ (соответственно $МОС_{25}$, $МОС_{50}$ и $МОС_{75}$), средняя объемная скорость на участке 25–75 % ФЖЕЛ ($СОС_{25-75}$) и 75–85 % ФЖЕЛ ($СОС_{75-85}$), рассчитывался индекс Тиффно (ИТ), индекс Генслера (ИГ).

Проводили измерение мышечной силы при помощи кистевого динамометра с последующей оценкой выносливости к статической нагрузке и вычислением показателя мышечной выносливости (ПМВ). Для оценки индивидуальных параметров физического развития использовался силовой индекс (Карпман В.Г. и др., 1988, Апанасенко Г.Л., Науменко Р.Г., 1988).

Так как мышечная работоспособность зависит в значительной степени от функционального состояния ЦНС (Розенблат В.В., 1983), для характеристики работоспособности управляющих мышцами нервных центров при помощи диагностического комплекса КТД-8 «Барьер» и устройства психофизиологического тестирования (УПФТ-1/30 – «Психофизиолог») определялось время простой и сложной зрительно-моторной реакции (ПЗМР, СЗМР) на световой раздражитель. Диагностика активации и функциональной асимметрии полушарий головного мозга осуществлялась при помощи активациометрии с помощью прибора «Активациометр» (объединения «Акцептор») (Цагарелли Ю.А., 2002).

Для исследования процессов регуляции в организме на разных уровнях и оценки функционального состояния вегетативной нервной системы использовали данные анализа variability сердечного ритма (ВСР) (Баевский Р.М., Мотылянская Р.Е., 1986), в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (ВНС). Для этой цели применялся комплекс «Варикард-1,4; 2,4» с программным обеспечением «ISCIM – 5;6» для Windows (ИВНМТ «Рамена»). Записи проводились в условиях относительного покоя в положении сидя, лежа, стоя длительностью записи 5 минут, что, согласно рекомендациям Р.М. Баевского (1987), позволяет использовать этот метод в системе массовых обследований, когда необходимо оценить состояние группы людей и выделить лиц с повышенным риском развития патологии.

Математический анализ полученных результатов по завершению когортных проспективных исследований проводился с помощью статистического пакета SPSS 13.0. После проверки на правильность распределения

(Skewness, Kurtosis, Histogram, Q-Q Plots и по критерию Shapiro-Wilk), для сравнения средних значений количественного признака в динамике вахтовых периодов (начало, середина, окончание) (т.е. трех и более зависимых групп), подчинявшихся закону нормального распределения, применялся дисперсионный анализ для повторных наблюдений GLM-4 Repeated Measures. При значении (Sphericity Assumed) $p < 0,05$ производилось попарное сравнение по критерию Стьюдента (paired t-test) с предоставлением результатов в виде $M \pm SD$.

Сравнение средних значений количественного признака в трех и более зависимых группах, не подчиняющихся закону нормального распределения, проводилось с использованием непараметрического теста Wilcoxon Signed Ranks Test, непараметрического критерия Mann-Whitney и теста Exact. Результаты представлялись в виде медианы (Md), 25 и 75 перцентилей.

Для сравнения фактических величин, подчиняющихся закону нормальному распределению с должными величинами, использовался One-Sample T Test, в остальных случаях применялся One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test.

Для проверки статистических гипотез о наличии взаимосвязи между переменными проводился анализ номинальных данных с использованием методов дискриптивной статистики и расчетом Pearson Chi-Square, Cramer's V и точного критерия Фишера (Fishers Exact Test) для многопольных таблиц с уровнем значимости $p \leq 0,05$. При представлении результатов применения критерия χ^2 указывались значение критерия и достигнутый уровень значимости.

Для описания линейной связи количественных признаков, подчиняющихся закону нормального распределения, проводился корреляционный анализ и использовался коэффициент корреляции Пирсона. В остальных случаях для оценки связей как количественных, так и номинальных данных использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Для малых выборок использовался коэффициент корреляции Кендалла.

При создании математической модели использовался множественный регрессионный анализ.

Критический уровень значимости (p) в данной работе принимался равным 0,05 (Гланц С., 1998; Бююль А., 2005).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований было установлено, что использование различных типов вахтовой организации и режимов труда в Заполярье имеет ряд общих закономерностей и характерные для каждого РТО особенности формирования компенсаторно-приспособительных реакций.

Особенности физиологических реакций сердечно-сосудистой системы организма нефтяников при работе вахтовыми методами в Заполярье. Достижение необходимого уровня обеспечения работающих органов и систем организма вахтовиков кислородом и энергетическими субстратами достигается при использовании различных ТВОТ различными механизмами

Так, при использовании экспедиционного типа вахтовой организации труда максимальная реактивность сердечно-сосудистой системы в виде прироста МОК после дозированной нагрузки отмечалась в середине вахтового периода, что достигалось за счет статистически значимого прироста ЧСС, менее существенного изменения УО на фоне стабильно нарастающей величины удельного периферического сопротивления (УПС) (рис. 1).

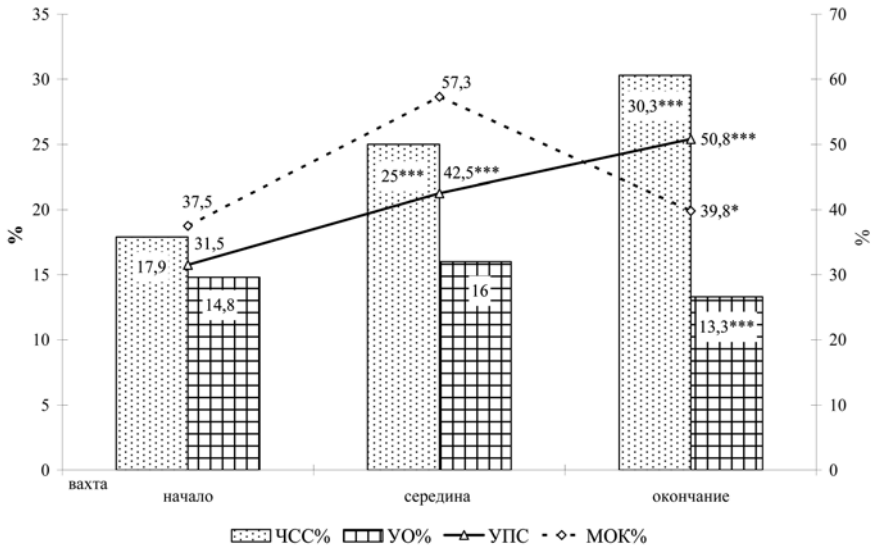


Рис. 1. Динамика параметров сердечно-сосудистой системы в ответ на стандартную нагрузку у нефтяников при экспедиционном типе вахтовой организации труда в Заполярье

Примечание: * – статистически значимые отличия ($p < 0,05$); *** – ($p < 0,001$) с началом вахты.

После 30–35 суток вахтового периода, даже несмотря на существенный прирост ЧСС, величина МОК снижалась, что может свидетельствовать о сокращении и возможном истощении резервных и прежде всего энергетических возможностей сердца, поскольку продолжающийся рост величины

УПС создавал нарастающее противодействие току крови, приводящее к статистически значимому снижению величины УО.

По изменению ЧСС, АДС и АДД после дозированной нагрузки у нефтяников определялся тип ответной реакции сердечно-сосудистой системы. При экспедиционном режиме труда (формула РТО $12 \times 12/52+52$) на начало рабочего периода было выявлено $58,5 \pm 7,3$ % лиц от состава вахты ($n=46$) с гипотоническим типом реагирования сердечно-сосудистой системы на нагрузку, к середине вахты их число снижалось до $48,8 \pm 7,4$ % ($p_{1,2}=0,056$), а после 30–35 суток вновь возрастало до $68,3 \pm 6,8$ %, что свидетельствует о неэффективной и неэкономичной работе сердечно-сосудистой системы на всем протяжении вахты у значительного числа вахтовиков. Прирост числа рабочих с гипотоническим типом реагирования происходил за счет снижения числа нефтяников с нормо- и гипертоническим типом реакции сердечно-сосудистой системы на стандартную нагрузку. Нормотоническое реагирование было выявлено в начале вахты у $7,3 \pm 3,8$ % нефтяников, с ростом их числа к середине вахты до $34,1 \pm 6,9$ % ($p_{1,2} < 0,01$) и последующим уменьшением к концу вахты до $19,5 \pm 5,8$ %. Число лиц с гипертоническим типом реакции было максимальным в начале вахты $34,2 \pm 6,9$ % с последующим снижением по периодам вахты до $12,2 \pm 4,8$ % ($p_{1,3}=0,016$).

Процесс перелета на вахту и период вработывания оказывали на организм вахтовиков наиболее выраженное негативное воздействие, поскольку в этот период было выявлено $82,9 \pm 5,6$ % рабочих, уровень физического состояния (УФС) которых оценивался как «низкий» и «ниже среднего». К середине вахты их число снижалось до $46,3 \pm 7,4$ % ($p_{1,2}=0,016$), а к завершению вахты вновь возрастало до $68,3 \pm 6,9$ % ($p_{2,3}=0,071$). Более чем у четверти лиц от состава вахтовой смены ($26,8 \pm 8,1$ %) на всем протяжении вахтового периода УФС оценивался как «низкий», что может свидетельствовать о высоком уровне негативного воздействия комплекса природно-средовых и производственных факторов, воздействующих на нефтяников Заполярья в зимний период.

Наиболее часто в силу экономических причин в Заполярье используется экспедиционно-вахтовая организация труда. В то же время известно, что среди применяемых типов вахтовой организации труда наибольшую нагрузку на механизмы регуляции и функциональные резервы оказывает именно этот ТВОТ (Кривошеков С.Г., 1989; Гудков А.Б., 1996). При использовании нефтедобывающими компаниями экспедиционно-вахтового режима труда (формула РТО $12 \times 12/24+24$ и РТО $12 \times 12/15+15$) количество нефтяников с гипотоническим типом реагирования сердечно-сосудистой системы на стандартную физическую нагрузку составляло более трети от списочного состава смены ($n=30$). В начале вахты такой тип реагирования регистрировался у

39,3±8,9 %, а в ее завершении – у 35,7±8,7 % нефтяников, с незначительным снижением количества таких реакций до 29,6±7,9 % к 10–12-м суткам вахтового периода. Гипертонический тип реагирования выявлялся в середине вахты у 36,3±8,7 % рабочих с последующим статистически значимым снижением такого реагирования к завершению вахты ($p_{2-3}=0,001$). Тенденцию к росту числа нефтяников с нормотоническим типом реагирования на нагрузку с 35,7±8,7 % в начале вахты до 60,7±11,4 % к ее завершению ($p_{2-3}=0,067$) можно расценить как положительный факт, поскольку такой тип реагирования обеспечивает поддержание необходимого минутного объема крови более экономичными механизмами.

Примечательным является тот факт, что чем меньше длительность вахты, тем степень реактивности параметров гемодинамики выше, а следовательно, и скорость расходования резервных возможностей будет более высокой, что, по всей видимости, определяется большей напряженностью трудового процесса в сжатые сроки. Так, прирост МОК в начале и завершении вахты при использовании РТО (12×12/15+15) составлял 158,1±23,9 % и 156,6±23,5 % соответственно, причем в обоих случаях это достигалось за счет изменения ЧСС (107,1±6,8 и 112,1±9,2 % прироста), тогда как прирост величины УО варьировал от 19,3±9,3 до 19,9±9,9 %, что определяется стабилизирующей функцией симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Оценка УФС в динамике вахты позволяет считать середину вахты при экспедиционно-вахтовом типе организации труда максимально напряженным периодом, поскольку количество рабочих, у которых выявлялся «низкий» УФС и «ниже среднего», достигало 50±9,1 % от состава вахты, при одновременном снижении числа рабочих, УФС которых оценивался как «средний» с 33,3±8,6 % до 13,3±6,2 % ($p_{1-2}=0,034$).

При обследовании рабочих, постоянно проживающих на Крайнем Севере и в районах, к нему приравненных, работавших с использованием вахтового типа организации труда (формула РТО 12×12/15+15), было установлено, что величины УО и ЧСС, определяющие минутный кровоток в состоянии покоя, изменялись на протяжении вахты незначительно. При этом должный уровень МОК достигался преимущественно за счет прироста ударного объема, а не ЧСС, что является более экономичным механизмом. На всем протяжении вахты при равномерной трудовой нагрузке происходило статистически значимое изменение МОК в сторону увеличения ($p_{1-2}=0,048$; $p_{1-3}<0,001$). Это достигалось приростом УО на фоне снижения ОПСС и ЧСС. Отмечался статистически значимый прирост величин УИ ($p_{1-2}=0,018$; $p_{1-3}=0,004$) и СИ ($p_{1-3}=0,004$), что положительно характеризует деятельность сердечно-сосудистой системы и позволяет при комплектовании рабочих коллективов и при прочих равных условиях предпочтение отдавать уроженцам Крайнего Севера и районов, к ним приравненных.

Обращает на себя внимание динамика изменения ПД и величин ВРМ и ИНМ на протяжении вахтового периода (рис. 2).

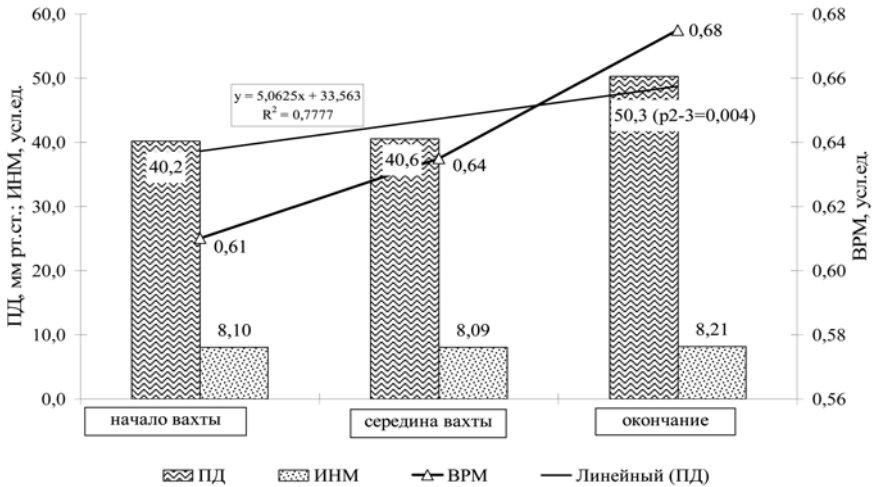


Рис. 2. Динамика инотропной функции миокарда у нефтяников Заполярья на протяжении вахтового ТВОТ

Рост ПД, подчиняющийся линейной зависимости, до величин более 50 мм рт. ст. к исходу 15 суток вахты, на фоне роста ВРМ и ИНМ в совокупности с избыточной массой тела (ИМТ=25,0–29,9) у 56,3 % нефтяников и средним возрастом более 39 лет, создают предпосылки для развития катастрофических нарушений в деятельности сердца при дальнейшем нахождении их на вахте.

Динамика регуляторных механизмов организма вахтовых рабочих при использовании различных схем организации производства. Перегрузка отдельного органа или системы в процессе адаптации всегда является проблемой всего организма и сопровождается оперативной генерализованной реакцией защитных и компенсаторных механизмов. Оценивая степень напряженности функционирования регуляторных систем, обеспечивающих требуемый уровень кровоснабжения органов, можно определить «цену», которую платит организм за свое приспособление и существование в данных условиях жизнедеятельности (Баевский М.Н., 2005).

В оптимальном состоянии ЦНС почти не участвует в управлении деятельностью сердечно-сосудистой системы, но по мере увеличения стрессорности внешнего воздействия и роста напряжения систем регуляции организ-

ма вмешательство корковых отделов ЦНС возрастает. Идет централизация управления, что немедленно отражается на показателях сердечного ритма, анализируемых с помощью метода вариационной пульсометрии.

При экспедиционно-вахтовом типе организации труда у лиц с преобладающим влиянием парасимпатического отдела и с равновесным участием в регуляции симпатического и парасимпатического отделов ВНС централизация управления сердечным ритмом формируется на 12–14-е сутки, а у вахтовиков с преобладанием симпатического отдела – на 1–4-е сутки (рис.3).

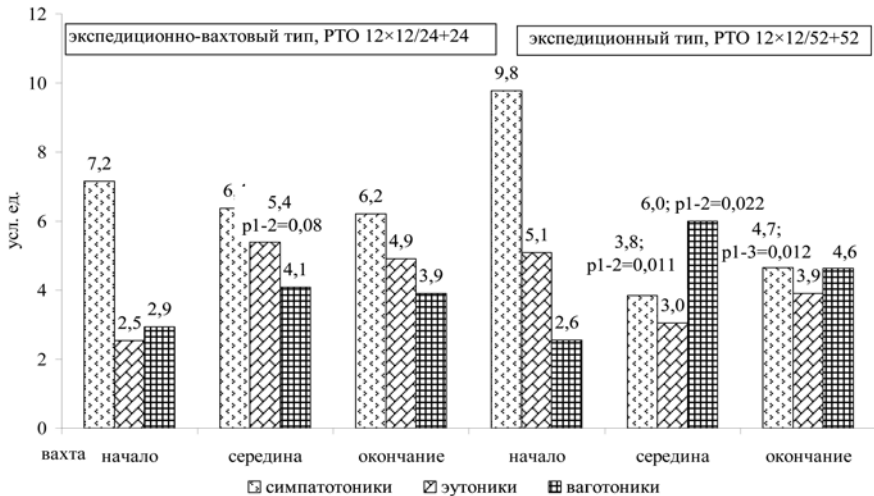


Рис. 3. Изменения величины индекса централизации управления сердечным ритмом у вахтовиков при использовании различных ТВОТ в Заполярье

В отличие от экспедиционно-вахтового типа при экспедиционном типе вахтовой организации у нефтяников с симпатикотонией и нормотонией централизация управления сердечным ритмом формируется на 1–4-е сутки, у ваготоников – на 35–40-е сутки;

Известно, что уменьшение величины среднего квадратического отклонения (SDNN) свидетельствует об усилении активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, которая подавляет активность автономного контура (Баевский Р.М. и др., 1988). У нефтяников, работавших с использованием экспедиционного типа вахтового труда, независимо от преобладающего отдела ВНС в регуляции сердечного ритма, величина SDNN была ниже 50 мс с устойчивой тенденцией или достоверным снижением

величины этого показателя с 30–35 суток вахтового периода до 33 мс (у ваготоников). Учитывая средний возраст $39,6 \pm 3,6$ лет, избыточную массу тела (ИМТ=25,0–29,9) у 56,3 % нефтяников и вероятность развития на этом фоне скрытых явлений коронарной недостаточности, необходимо выделять таких лиц в группу риска, требующую пристального врачебного наблюдения и периодического контроля. Дело в том, что уменьшение величины SDNN ниже 50 миллисекунд в 2–3 раза повышает риск внезапной смерти у больных коронарной болезнью. При SDNN ниже 35 миллисекунд риск увеличивается в 10 раз (van Ravenswaaij-Arts C.M., et al., 1993).

Величина SI варьировала в динамике вахты в рамках средневозрастных значений, но если у нормотоников и ваготоников ($p_{1,3}=0,003$) она в динамике вахты нарастала, превышая у последних значения нормы, то для симпатотоников самым напряженным периодом вахты являлся период заезда на вахту и вработывания. Поскольку именно в этот период у них регистрировались максимально высокие значения SI на протяжении всего вахтового периода ($p_{1,2}<0,001$; $p_{1,3}=0,018$).

У нефтяников на всем протяжении вахтового периода определялись низкие величины общей мощности спектра (TP), что свидетельствует о понижении адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы и низкой стрессовой устойчивости организма. Ваготоники ($p_{1,3}=0,073$) и нормотоники оказались менее устойчивы к воздействию экстремальных факторов экспедиционного режима труда, в отличие от симпатотоников, у которых величина TP достоверно возрастала начиная с середины вахты ($p_{1,2}<0,001$) и практически сохранялась на этом уровне до ее завершения, так и не достигнув нормальной величины. На всем протяжении вахты величины коэффициента вагосимпатического баланса LF/HF были выше значений, характеризующих равновесное состояние отделов ВНС. Следствием нарушения баланса в пользу симпатического отдела ВНС, при регуляции сердечной деятельности, является усиление электрической нестабильности миокарда, и тем самым создаются условия для возникновения желудочковых аритмий.

Оценка уровня адаптации (здоровья) у нефтяников, работающих с использованием экспедиционно-вахтового режима труда, позволила в начале вахтового периода выявить всего лишь $14,3 \pm 6,3$ % вахтовиков, находившихся в состоянии удовлетворительной адаптации, с последующим ростом их числа к середине вахты до $25 \pm 7,9$ % и снижением к концу вахты до $7,1 \pm 4,6$ %. Настораживает факт выявления среди нефтяников лиц, находившихся в состоянии срыва адаптации ($39,3 \pm 8,9$ %), с незначительным снижением их количества в завершении вахты до $35,7 \pm 8,7$ %. На $17,8$ % к завершению вахты выросло число нефтяников, находившихся в состоянии напряжения механизмов адаптации, за счет снижения числа рабочих, находившихся в состоянии

удовлетворительной и неудовлетворительной адаптации. Столь малое количество рабочих, находившихся на начало смены в состоянии удовлетворительной адаптации, можно объяснить тем, что по результатам анкетных данных до 15,6 % нефтяников от численности вахты вместо отдыха по месту жительства в межвахтовый период временно трудоустраиваются и работают. К завершению 24-суточной вахты 92,8 % от числа рабочих находились в состоянии напряжения механизмов адаптации и срыва адаптации, что указывает на выраженное снижение функциональных резервов у большей части рабочих вахтовой смены.

Наиболее высокие величины АМо регистрировались в начале вахты у ваготоников, у нормотоников в середине вахты, а у симпатотоников как в начале, так и в завершении вахтового периода, что свидетельствует об увеличении симпатических влияний на ритм сердца в указанные периоды и высокой мобилизации органов системы кровообращения.

Начиная с 12–14-х суток вахты достоверно повышалась мощность LF как в абсолютных ($p_{1-2}=0,027$), так и в нормализованных единицах ($p_{1-2}=0,030$), что свидетельствует о доминировании центрального контура управления и повышении активации симпатического сосудистого центра продолговатого мозга, направленного на стабилизацию артериального давления в связи с нарастающими нагрузками на организм нефтяников. Величина TP у нефтяников в изменившихся условиях была самой низкой в начале вахтового периода, что, по всей видимости, было вызвано мобилизацией функциональных резервов организма за счет активации высших вегетативных центров гипоталамо-гипофизарного уровня, осуществляющих процесс «настройки» функциональных систем. Причем, если у ваготоников величина TP в динамике вахтового периода нарастала ($p_{1-3}=0,020$) и к 12–14-м суткам была близкой к значениям нормы, сохраняясь на таком уровне до конца вахты, то у симпатотоников после восстановления уровня функциональных резервов к середине вахты ($p_{1-2}=0,052$) отмечалось их прогрессирующее снижение к 20–24-м суткам ($p_{2-3}=0,042$). Величина суммарной мощности у нормотоников была на протяжении вахты ниже уровня значений нормы с выраженным снижением величины TP в середине вахтового периода, что позволяет отнести нефтяников с равновесным типом регуляции и симпатотоников к уязвимой категории лиц со значительной степенью расходования функциональных резервов физиологических систем организма в экстремальных условиях вахтового труда в Заполярье.

Особенности формирования адаптивных реакций системы дыхания у работающих в Заполярье. Учитывая тот факт, что возникновению патологии органов дыхания, как правило, предшествуют изменения функциональных параметров внешнего дыхания (Гудков А.Б., Попова О.Н., 2009; Борисова Н.В., 2009), крайне важным представлялось углубленное изучение

базисных механизмов формирования адаптивных перестроек системы внешнего дыхания у нефтяников, прибывающих для работы вахтовыми методами в Заполярье (Иржак Л.И., 2002; Миронова Г.Е. и др., 2003; Зуевская Т.В. и др., 2008). Был установлен ряд закономерностей в реагировании системы внешнего дыхания рабочих на экстремальные условия вахтового труда в Заполярье, а именно: отчетливо прослеживается тенденция к снижению ЖЕЛ в сравнении с должными величинами в начале и завершении вахтового периода, причем ни от стажа работы на Крайнем Севере, ни от преобладающего вида труда или возраста указанные изменения не зависели.

В альвеолярной вентиляции легочной ткани у нефтяников участвовало от 8,3 до 9,6 л/мин воздуха, а это 84–88 % от величины МОД при норме 60–80 % от МОД (Сахно Ю.Ф. и др., 2005), что свидетельствует об альвеолярной гипервентиляции на всем протяжении вахтового периода (рис. 4).

В начале и завершении вахты увеличение частоты дыхания и снижение дыхательного объема приводят в большей степени к росту вентиляции мертвого пространства, чем вентиляции альвеол, а это снижает эффективность легочной вентиляции в целом. Наибольшая альвеолярная вентиляция наблюдается при достаточно большом ДО, который больше должного ДО и редкой ЧД, что имело место у нефтяников к середине вахтового периода.

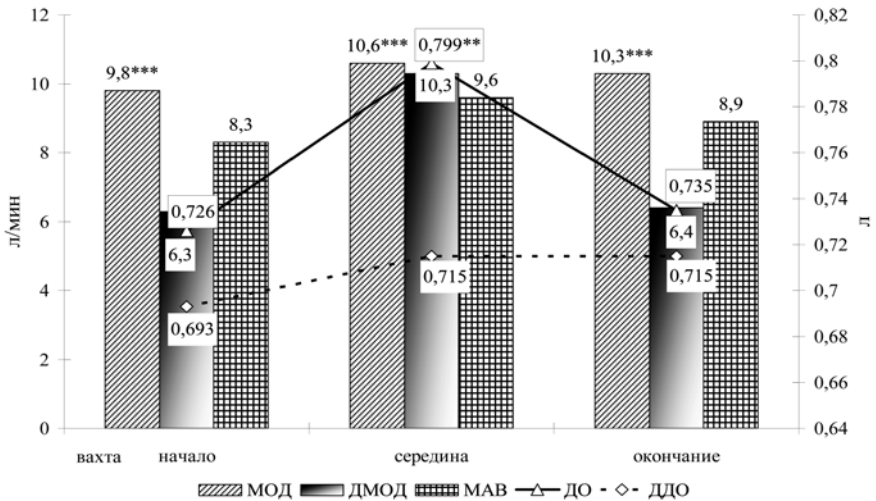


Рис. 4. Показатели системы внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционного ТВОТ

Примечание: ** – статистически значимые отличия ($p < 0,01$); *** – ($p < 0,001$) с должными величинами.

Резервные способности системы внешнего дыхания в начале и завершении вахты снижены значительно и оцениваются как неудовлетворительные более чем у четверти нефтяников (26,8 %) от общей их численности на вахте.

При использовании экспедиционно-вахтовой организации производства величина ЖЕЛ снижалась к концу вахтового периода ($p_{2,3}=0,006$), ($p_{1,3}=0,003$), что позволяет предполагать снижение потенциальных возможностей дыхательной системы обеспечивать кислородом запросы интенсивно работающих органов и тканей у вахтовиков.

При сравнении фактических величин МОД с должными наблюдается напряжение функционирования системы внешнего дыхания, которое проявляется усилением вентиляции в покое в начале, середине и в конце вахтового периода соответственно на 59,9, 83,9, 62,0 % от должных величин. Возрастание вентиляции завышает энергетическую стоимость дыхательного акта, что свидетельствует о нарушении принципа экономизации функции и может косвенно указывать на снижение резерва и уменьшение способности к совершению работы, а значит, и на более напряженную работу аппарата внешнего дыхания у нефтяников в течение вахтового периода. К окончанию вахтового периода величина МОД у нефтяников уменьшилась ($p=0,006$) в большей степени за счет ДО. Вероятно, организм как саморегулирующаяся система выбирает наиболее рациональные пути взаимоотношений между МОД, ЧД и ДО. Фактические величины МВЛ у нефтяников превышали должные величины на 10–12 % на протяжении всего вахтового периода, что позволяет расценивать предельные способности системы внешнего дыхания как вполне удовлетворительные и стабильные при незначительном снижении резервных возможностей в середине вахтового периода (12–14-е сутки вахты).

При использовании вахтовой организации труда в Заполярье у нефтяников в альвеолярной вентиляции легочной ткани участвовало от 8,8 до 9,9 л/мин воздуха, а это 75,9–78,4 % от величины МОД, что соответствует значениям половозрастной нормы на всем протяжении вахтового периода. Величина ЧД на протяжении вахты была достаточно стабильной, со слабо выраженной тенденцией к урежению к завершению вахты. Минутный объем дыхания на всем протяжении вахты был значимо выше должных величин. Причем в начале и завершении вахты регистрировалось превышение ДМОД на 50 и 29,3 % соответственно ($p_{\text{факт/должн.}}=0,001$; $p_{\text{Зфакт/должн.}}=0,004$), что может быть обусловлено, прежде всего, интенсивной трудовой деятельностью в это время, так как увеличение МОД находится в прямой зависимости от мощности выполняемой работы. Поскольку МОД превышает должные величины, определяемые уровнем метаболизма, есть основание полагать наличие у нефтяников гипервентиляции, что при одновременном снижении эффективности альвеолярной вентиляции (менее 80 %) позволяет говорить о неэффектив-

ности системы обеспечения организма кислородом и возможном развитии гипоксических состояний.

Оценка работоспособности и функциональных резервов организма нефтяников. Реакции организма, направленные на поддержание гомеостаза в экстремальных климатогеографических условиях Заполярья, регулируются, прежде всего, центральной нервной системой, состояние которой во многом определяет стратегию функционирования организма и мышечную работоспособность, для чего необходимо также учитывать и его субъективное состояние (Симонов П.В., 1998, Блощинский И.А., 2002, Сысоев В.Н. и др., 2010).

При использовании экспедиционного ТВОТ в первую декаду пребывания на вахте самооценка активности и самочувствия находилась на верхней границе нормы и варьировала от 5,4 до 5,8 баллов. Важно отметить, что снижение активности, и настроения развивалось практически синхронно, в отличие от самооценки самочувствия, которая была достаточно высокой до 48–50 суток.

В большей степени снижалась самооценка настроения, особенно после 20–25-го дня вахты ($p < 0,05$), причем минимальными в течение суток оказались значения, полученные утром (4,9–5,3 балла). Подобные изменения могут свидетельствовать о нарастающей астенизации, при развитии которой человек не чувствует себя отдохнувшим к началу новой рабочей смены, что приводит к кумуляции утомления с ухудшением состояния именно в утренние часы.

При использовании экспедиционно-вахтового ТВОТ регистрировались колебания самооценки настроения у нефтяников по периодам вахты, которые в целом оставались на уровне адекватного восприятия обстановки. Изменения самочувствия и настроения были почти одновременными по срокам появления, а после 10–12 суток претерпевали изменения, подчиняющиеся линейной зависимости ($y = -0,055x + 5,845; R^2 = 0,57$). Показатель самооценки активности удерживался на стабильном уровне до 15 суток от начала работы, после чего прогрессивно снижался ($y = -0,07x + 5,5; R^2 = 0,8596$) к завершению вахтового периода.

В динамике вахты были выявлены изменения самооценки у нефтяников, не зависящие от используемого на производстве ТВОТ и РТО. Число рабочих с нормальным самочувствием, двигательной активностью и адекватным восприятием обстановки варьировало от 39,0 до 64,0 % от численного состава вахты. Прогрессивно снижалось число нефтяников, находившихся в состоянии двигательной и эмоциональной расторможенности с 30–40 % в начале вахты до 12–25 % к ее завершению, одновременно регистрировалось

увеличение числа рабочих, у которых было снижено настроение, двигательная активность и самочувствие с 17,0 % в начале до 26,8 % в завершении вахты ($y=4,878x+11,382$; $R^2=0,923$). Учитывая, что к концу вахтового периода более четверти от численного состава вахтовой смены находились в состоянии сниженных показателей активности, самочувствия и настроения, можно с высокой степенью уверенности предполагать снижение производительности и эффективности труда на фоне нарастающего утомления.

Начальный этап экспедиционного ТВОТ характеризуется высокой скоростью процессов возбудимости ЦНС, поскольку в этот период регистрировались наименьшие в абсолютном выражении временные показатели простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и число допущенных ошибок. После 18–19-го дня вахты скорость реакции снижается, а число допускаемых ошибочных выборов у нефтяников возрастает, достигая максимальных значений к 27–32-м суткам. Начиная с 30–35-х суток и до окончания вахты деятельность нефтяников сопряжена с быстрой утомляемостью и ухудшением концентрации внимания. Снижение функциональных возможностей нервной системы в этот период приводит к большей чувствительности организма вахтовиков к воздействию стрессовых ситуаций экспедиционного режима труда нефтяников в Заполярье.

При оценке ПЗМР в случае использования экспедиционно-вахтовой организации труда на начальном этапе вахты у нефтяников регистрировались показатели, близкие к средним значениям нормы по скорости ответной реакции на предъявляемый стимул и стабильности ответной реакции, которые в этот период оценивались «выше средней». Начиная с конца первой недели вахты у нефтяников произошло увеличение времени латентной реакции на предъявляемый стимул ($p_{1,5}=0,011$) в пользу высокой точности реакции ($p_{1,5}=0,015$). Эти изменения с незначительными колебаниями сохранялись до завершения вахтового периода. Поддержание стабильности реакции на высоком уровне реализуется за счет избыточного напряжения регуляторных механизмов, что может при длительной и напряженной работе вызывать повышенную истощаемость резервных возможностей ЦНС.

Уровень бысродействия, характеризующий скорость проведения нервных импульсов к исполнительным структурам, изменялся в динамике вахты разнонаправленно. Количество нефтяников с высоким уровнем бысродействия в динамике вахты прогрессивно ($y^5=-0,8056x+19,989$; $R_2=0,80$) снижалось, с одновременным ростом числа лиц, имевших уровень бысродействия «ниже среднего» ($y^2=0,2542x+8,2762$; $R_2=0,057$) и «средний» ($y^3=1,2864x+30,477$; $R_2=0,72$). К завершению вахты 92,8 % численного состава вахтовой смены имели сниженные скоростные характеристики. Пересечение

линейных трендов, характеризующих динамику изменений уровня быстродействия в районе 11–12 суток вахты, по всей видимости, может являться критической точкой, характеризующей прогрессирующее развитие утомления в ЦНС, для компенсации которого организм задействует функциональные резервы, что подтверждает динамика уровня активации ЦНС. Организм как самонастраивающаяся система выбирает наиболее экономичный режим использования энергетических ресурсов, поскольку переход на средний уровень активации ЦНС, регистрируемый на 15–16-е сутки вахты, у 60,7 % нефтяников предполагает при среднем быстродействии и стабильности реакции устойчивый уровень регуляторных механизмов.

Оценка уровня операторской работоспособности у нефтяников производилась по скорости сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР). Среднее время реакции имело три пика максимальных значений: в 1–3-и сутки, на 12–13-е и 20–24-е сутки вахты, причем снижение быстродействия на 12–13-е сутки вахты сопровождалось ростом числа ошибок, допускаемых нефтяниками при проведении пробы. На 6–8-е и 16–18-е сутки вахты скорость реагирования достигает максимальных значений при низком качестве выполнения теста, при этом уровень операторской работоспособности снижен, что требует пристального наблюдения за функциональным состоянием человека-оператора в эти временные периоды.

Индивидуальные параметры физического развития оценивались по величине силового индекса. «Низкий» силовой индекс регистрировался в начале вахты у 56,1±9,1 % нефтяников, к середине вахты их число достигало 73,2±8,1 % и незначительно снижалось до 65,9±8,6 % к завершению вахты. У нефтяников, изначально имевших невысокие показатели силового индекса, выявлялся меньший объем мышечной массы, а следовательно, уровень физической подготовки к работе в экстремальных условиях Заполярья у них был низким. Одновременно происходило снижение числа нефтяников, у которых силовой индекс оценивался как «высокий» с 7,3 до 4,9 % и «выше среднего» с 22 % в начале вахты до 7,3 % к ее завершению. Прогессирующее снижение числа рабочих, силовой индекс у которых оценивался как «высокий» и «выше среднего», может расцениваться как свидетельство нарастающего в динамике вахты утомления и невозможность поддерживать заданное усилие на постоянном уровне.

Анализ внутрисменных изменений работоспособности и, прежде всего, ночных 12-часовых смен позволил установить ряд особенностей в динамике развития утомления (рис. 5).

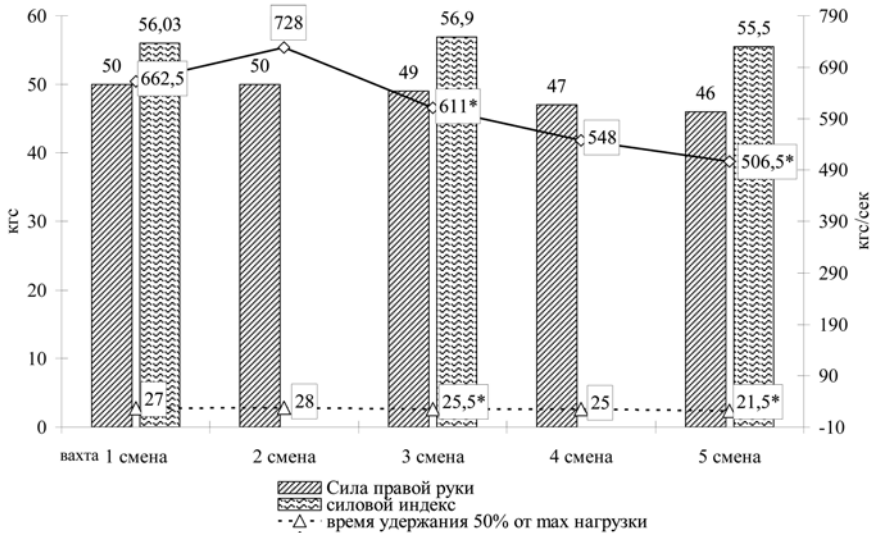


Рис. 5. Динамика силовых параметров и выносливости у нефтяников на протяжении ночных смен

Примечание: * – статистически значимые отличия ($p < 0,05$) между сменами.

На протяжении пяти ночных смен отчетливо определялось снижение силовых показателей и выносливости у нефтяников, развивавшееся практически синхронно, для правой и левой кисти, как по времени возникновения (третья ночная смена), так и по выраженности снижения силовых показателей. Аналогичные изменения наблюдались в динамике уровня активации ЦНС и надежности ПЗМР. С учетом того факта, что третья ночная смена приходилась на 14–15-е сутки от начала вахтового периода при использовании экспедиционно-вахтового режима труда можно с уверенностью говорить о развивающемся утомлении в корковых структурах головного мозга, которое по времени предшествует утомлению в исполнительных органах и системах.

Использование процедуры логистической регрессии с пошаговым включением переменных позволило создать математическую модель для прогнозирования сроков развития утомления у нефтяников в динамике вахтового периода (табл. 2).

Результаты множественного регрессионного анализа

Параметры	Одномерный анализ		Многомерный анализ	
	ОШ (95 % ДИ)	p	ОШ (95 % ДИ)	p
Возраст ≥ 40 лет	4,1 (0,7–24,0)	0,140	5,3 (0,8–35,3)	0,085
SI, усл.ед.	7,3 (0,8–68,9)	0,100	9,3 (0,9–96,8)	0,062
KB, усл. ед.	8,3 (0,8–83,2)	0,072	8,3 (0,8–83,2)	0,071

На предварительном этапе проводился отбор наиболее информативных и простых для выполнения в полевых условиях методик многофакторной оценки функционального состояния систем организма рабочих.

Прогностические признаки утомления на 6–9-е сутки вахты – (возраст ≥ 40 лет и величина SI). Характеристики модели: -2 Log Правдоподобие = 31,946, $\%^2$ (модель) = 7,483, $p = 0,024$; R^2 Нэйджелкерка = 0,302; $\%^2$ (Хосмер – Лемешов) = 0,122, $p = 0,941$. ОШс – отношение шансов, скорректированное с учетом влияния других переменных, включенных в многомерный анализ.

На 11–14-е сутки вахты (KB – коэффициент выносливости сердечно-сосудистой системы Квааса). Характеристики модели: -2 Log Правдоподобие = 37,162, x^2 (модель) = 4,294, $p = 0,038$; R^2 Нэйджелкерка = 0,178; $\%^2$ (Хосмер – Лемешов) = 0,00, $p > 0,05$.

Признаки утомления на 16–19-е сутки вахты (возраст ≥ 40 лет и KB – коэффициент выносливости сердечно-сосудистой системы Квааса). Характеристики модели: -2 Log Правдоподобие = 31,710, $\%^2$ (модель) = 9,344, $p = 0,002$; R^2 Нэйджелкерка = 0,359; $\%^2$ (Хосмер – Лемешов) = 0,00, $p > 0,05$.

Разработанная модель позволит медицинским работникам в полевых условиях, используя данные о возрасте вахтовиков, стресс-индекс по Р.М. Баевскому и рассчитав коэффициент выносливости Квааса, прогнозировать сроки развития утомления у рабочих в динамике вахтового периода. Полученные результаты могут быть использованы другими ведомствами для аналогичной цели.

Таким образом, проведенные эколого-физиологические исследования позволили выявить особенности адаптивных реакций организма вахтовых рабочих при использовании различных схем организации производства в Заполярье, что послужило основой для формулировки выводов и выработки практических рекомендаций.

ВЫВОДЫ

1. В результате комплексных динамических исследований функционального состояния организма вахтовых рабочих установлены характерные за-

кономерности в деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, регуляторных механизмов, уровне физической работоспособности и резервных возможностей в динамике вахтовых периодов и рабочих смен при использовании различных типов вахтовой организации труда в Заполярье.

2. Начало и окончание вахтового периода характеризуются высокой реактивностью сердечно-сосудистой системы: при экспедиционном режиме труда возрастают ЧСС, СДД, ИНМ, снижается КЭМ, величины ударного и сердечного индексов; при экспедиционно-вахтовом типе организации труда максимально высокие значения имеют АДД, ВРМ, ОПСС, КВ и УПС понижены величины УО, УИ; у работающих с использованием вахтового метода производства регистрируются низкие значения УО, МОК при максимально высоких цифрах ОПСС и СДД. В середине вахты наблюдается относительная оптимизация функций сердечно-сосудистой системы при всех ТВОТ и режимах труда.

3. Независимо от ТВОТ и РТО максимальный прирост ОПСС, СДД и ИНМ регистрировался в начале вахты (1–4-е сутки), что позволяет характеризовать процесс перемещения к месту работы и период вработывания наиболее возмущающими факторами внешнего воздействия на организм вахтовиков, которые обуславливают появление у 76,7–82,9 % рабочих функционального состояния, оцениваемого как «низкое» и «ниже среднего». Увеличение ПД ($p_{2-3}=0,004$), ВРМ ($p_{1-3}=0,019$) и ИНМ к завершению рабочего периода на вахте характеризует ухудшение сократительной способности сердца за счет истощения, по всей видимости, энергетических ресурсов миокарда.

4. Централизация управления сердечным ритмом при использовании различных ТВОТ и РТО наступает в разные сроки вахтового периода: при экспедиционном типе вахтовой организации у симпатотоников она формируется на 1–4-е сутки, у нормотоников – к 26–30-м суткам вахты, у ваготоников – на 35–40-е сутки; при экспедиционно-вахтовом типе организации труда у лиц с преобладающим влиянием парасимпатического отдела ВНС и нормотоников на 12–1-е сутки, а у симпатотоников на 1–4-е сутки.

5. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем при экспедиционном и экспедиционно-вахтовом типе организации труда и состояние перенапряжения регуляторных систем, обусловленное недостаточностью защитно-приспособительных механизмов и их неспособностью обеспечить адекватную реакцию организма на воздействие факторов окружающей среды в начале вахты, выявляется у 86,7 % рабочих, в середине – у 50 % и у 76,9 % – в ее окончании ($\chi^2=28,068$; $p=0,008$).

6. У нефтяников Заполярья наблюдается напряжение функционирования системы внешнего дыхания независимо от используемых типов и режимов вахтового труда, которое проявляется гипервентиляцией легких, при сниже-

нии эффективности альвеолярной вентиляции, что приводит к увеличению энергетической стоимости дыхания.

7. Усиление вентиляции в покое происходило при сохранении предельных способностей системы внешнего дыхания и снижении ее резервных возможностей, которые в начале и завершении вахты снижены значительно и оцениваются как неудовлетворительные более чем у четверти нефтяников (26,8 %) от общей численности на вахте. В конце вахтового периода необходимый уровень МОД достигался за счет менее экономных механизмов, которые проявлялись тем, что фактическая величина ДО становилась меньше должной ($p_{ф/д} = 0,030$).

8. В динамике экспедиционного ТВОТ до $58,5 \pm 7,3$ % нефтяников находились в состоянии неустойчивого равновесия по запасам функциональных резервов КРС, что позволяет их считать тем контингентом, у которого высока вероятность выраженного снижения уровня резервных возможностей в процессе трудовой деятельности.

9. Независимо от используемых ТВОТ и РТО у части рабочих (от 17,1 до 26,8 %) к завершению вахты снижались показатели самочувствия, активности и настроения; у $60,7 \pm 8,9$ % нефтяников определялось снижение скорости процессов возбудимости и переход на средний уровень активации ЦНС; регистрировалось статистически значимое ($p < 0,001$) как в течение дня, так и в динамике вахтового периода преобладание активации правого полушария; выявлялось увеличение психоэмоциональной напряженности на начальном и завершающем этапах вахты у 23,3–25 % вахтовиков; у 60–70 % нефтяников снижались силовые характеристики и мышечная выносливость начиная с середины вахтового периода.

10. В динамике ночных смен регистрировалось прогрессирующее ухудшение функционального состояния различной степени выраженности в период с 19.00 до 23.00 часов и к 05.00 во всех ночных сменах, независимо от сроков нахождения нефтяников на вахте, что может служить предпосылкой для возникновения нештатных ситуаций на нефтепромыслах. Дневные 12-часовые смены оказывали меньшее воздействие на функциональные системы и процесс расходования резервных возможностей организма в сравнении с ночными сменами такой же протяженности.

Разработана математическая модель для прогнозирования сроков развития утомления у вахтовых рабочих.

11. На основе динамического наблюдения за функциональным состоянием вахтовых рабочих при использовании экспедиционного ТВОТ необходимо сокращение длительности вахтового периода до 30–35 суток, при экспедиционно-вахтовом типе организации производства на 12–14-е сутки вахты необходимо предоставить посменный суточный отдых нефтяникам в полевом городке.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В процессе комплектования рабочих коллективов для работы по нефтедобыче в Заполярье, при прочих равных условиях, предпочтение необходимо отдавать лицам, постоянно проживающим на Крайнем Севере и районах, к ним приравненных.

2. Рабочие, функциональное состояние организма которых оценивается с использованием нагрузочных проб (Мартине, Штанге, Генча) как «низкое» и «ниже среднего», с величиной SDNN ниже 50 мс, независимо от преобладающего отдела ВНС в регуляции сердечного ритма, подлежат динамическому наблюдению и медицинскому сопровождению на протяжении вахтового периода.

3. Медицинским работникам, обеспечивающим труд нефтедобытчиков в Заполярье, необходимо использовать параметры, включенные в математическую модель, для прогнозирования сроков развития утомления у вахтовиков.

4. При экспедиционном типе вахтовой организации труда и режиме труда и отдыха $12 \times 12/52+52$ необходимо сократить сроки нахождения на вахте до 30–35 суток.

5. При использовании экспедиционно-вахтового типа вахтовой организации труда и режима труда и отдыха $12 \times 12/24+24$ рекомендуется посменный суточный отдых нефтяников в базовом поселке после двух недель от начала вахтового периода.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. Sarychev A.S. Research of some indices of functional state of central nervous system in oil industry workers in polar expeditions/ A.S. Sarychev, A.B Gudkov// Problems of Adaptation of man to the Ecological and Social Conditions of the North. Syktyvkar, 2004.P. 163–164.

2. Гудков А.Б. Реакция кардиореспираторной системы нефтяников на экспедиционный режим труда в Заполярье при различных режимах труда и отдыха/ А.Б. Гудков, А.С. Сарычев, Н.Ю. Лабутин// Экология человека.– 2005. – № 8. – С. 43–48.

3. Гудков А.Б. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у нефтяников при экспедиционном режиме труда в Заполярье /А.Б. Гудков, А.С. Сарычев//Вестн. Рос. ун-та дружбы народов. – 2005. – № 2(30). – С. 114–120.

4. Сарычев А.С. Физиологические резервы системы кровообращения у нефтяников при экспедиционном режиме труда в Заполярье/ А.С. Сарычев, С.А. Хромцов// Бюл. СГМУ. – 2005. – № 2. —С. 203–205.

5. Сарычев А.С. Функциональное состояние центральной нервной системы как составляющее звено системной реакции целостного организма на экстремальные условия экспедиционного режима труда нефтяников в Заполярье / А.С. Сарычев // Медицинское обеспечение сил флота в условиях Кольского Заполярья: материалы IV науч.-практ. конф. мед. млужбы Северного флота, посвящ. 100-летию подводного флота России и 35-летию 436 военно-морского госпиталя. – СПб., 2006. – С. 128–134.

6. Сарычев А.С. Функциональное состояние организма нефтяников в динамике вахты на о. Колгуев / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Сборник научных трудов XI Всероссийской конференции. – Кировск, 2006. – С. 99–100.

7. Сарычев А.С. Методы оценки степени адаптированности организма нефтяников к экстремальным условиям труда в Заполярье / А.С. Сарычев // Экология человека. – 2006. – № 8. – С. 62–64.

8. Сарычев А.С. Исследование состояние центральной нервной системы как составляющее звено оценки реагирования организма нефтяников на экстремальные условия труда в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков// Академическая наука и ее роль в развитии производительных сил в северных регионах России: Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня открытия первого стационара Рос. Акад. наук. – Архангельск, 2006. – эл. опт. диск (CD-ROM).

9. Сарычев А.С. Оценка физиологических реакций кардиореспираторной системы организма нефтяников как основа выработки рационального режима труда и отдыха / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Материалы IX региональной научной конференции Кольского филиала Петр-ГУ. – Апатиты, 2006. – Ч. 2. – С. 98.

10. Сарычев А.С. О влиянии экстремальных условий экспедиционного режима труда в Заполярье на функционирование системы дыхания у нефтяников о. Колгуев / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2006. – № 4/1. – С. 123–125.

11. Сарычев А.С. Анализ показателей, характеризующих силу процессов возбуждения в корковом отделе двигательного анализатора, у нефтяников в процессе нефтедобычи вахтовыми методами труда на Крайнем Севере / А.С. Сарычев, Е.В. Бабушкина // Междунар. молодежная конф.: сб. материалов. – Архангельск, 2007. – С. 320–321.

12. Сарычев А.С. Особенности возрастной динамики показателей сердечно-сосудистой системы организма рабочих вахтовиков в Заполярье / А.С. Сарычев, Е.В. Бабушкина// Бюллетень СГМУ. – 2007. – №2 – С. 7–8.

13. Сарычев А.С. Гипертензивная реакция среднего динамического давления как реакция, направленная на восполнение кислородной задолженности у нефтяников Заполярья / А.С. Сарычев // Дальневост. журнал. – 2007. – № 3 (30). – С. 104–105.

14. Сарычев А.С. Состояние и оценка физиологических резервов системы кровообращения у нефтяников, работающих на нефтедобыче в Заполярье / А.С. Сарычев // Здоровье человека на Севере: материалы конф. Коми филиал Кировской государственной мед. академии. – Сыктывкар, 2007. – С. 121.

15. Сарычев А.С. Сравнительная характеристика физиологических реакций организма работников нефтегазовой отрасли при различных режимах вахтового труда в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Экология 2007: материалы докл. Междунар. конф. – Архангельск, 2007. – С. 320–322.

16. Сарычев А.С. Физиологические и психофизиологические аспекты вахтового труда нефтяников Заполярья в процессе нефтедобычи на шельфе Баренцева моря / А.С. Сарычев, Е.В. Бабушкина // Молодежь в реализации национальных проектов и морской доктрины России: материалы докл. науч.-практ. конф. – Архангельск, 2007. – С. 64–67.

17. Сарычев А.С. Проблемы вахтового труда в Заполярье / А.С. Сарычев, В.Д. Алексеенко, Н.Н. Симонова, А.Б. Гудков, Г.Н. Дегтева // Медицинский академический журнал. – 2007. – Т. 7, № 4. – С. 113–118.

18. Сарычев А.С. Компенсаторно-приспособительные реакции системы дыхания у нефтяников в динамике экспедиционного труда на о. Колгуев / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XII Междунар. симп. – М., 2007. – С. 387–389.

19. Сарычев А.С. Комплексная оценка физиологических и психофизиологических реакций организма нефтяников как основа выработки рационального режима труда и отдыха / А.С. Сарычев // *Профессия и здоровье: материалы VI Всерос. конгр.* – М., 2007. – Вып. 2. – С. 234–236.

20. Сарычев А.С. Оценка закономерностей расходования резервных возможностей организма нефтяников в динамике вахтового труда в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Университетская наука: теория, практика, инновации: сб. тр. 73-й науч. конф. КГМУ и сессии Центр.-Чернозем. науч. Центра РАМН. – Курск, 2008. – Т. 1. – С. 322–326.

21. Сарычев А.С. Характеристика резервных возможностей кардиореспираторной системы вахтовиков при различных типах организации труда в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Вестн. Помор. ун-та. – 2008. – № 1(13). – С. 35–39.

22. Сарычев А.С. Динамометрия как метод ранней диагностики формирующегося утомления у вахтовиков Заполярья / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Адаптационная физиология и качество жизни: Проблемы традиционной

и инновационной медицины: материалы междунар. симп. – М., 2008. – С. 309–311.

23. Сарычев А.С. Оценка типологического свойства нервной системы в динамике вахты для раннего выявления утомления у вахтовиков в Заполярье / А.С. Сарычев // Экология человека. – 2009. – № 12. – С. 17–21.

24. Сарычев А.С. Экспресс-диагностика психоэмоционального состояния нефтяников в динамике вахтового труда в Заполярье / А.С. Сарычев // Международный полярный год: достижения и перспективы развития циркумполярной системы: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. III Междунар. полярному году. – Архангельск, 2009. – С. 331–336.

25. Сарычев А.С. Физиологические резервы кардиореспираторной системы организма вахтовиков в Заполярье / А.С. Сарычев // Экология и жизнь: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2009. – С. 22–24.

26. Сарычев А.С. Использование теппинг-теста для диагностики развивающегося утомления у нефтяников в динамике вахтового труда / А.С. Сарычев // Здоровье и образование в XXI веке: материалы междунар. симп. – М.: РУДН, 2009. – С. 290–291.

27. Сарычев А.С. Анализ особенностей адаптивных реакций организма вахтовых рабочих в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // *Материалы XXI съезда физиологов России.* – М.; Калуга, 2010. – С. 543.

28. Сарычев А.С. Вариабельность гемодинамических показателей у нефтяников в экстремальных условиях Заполярья при использовании различных типов вахтовой организации труда / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // *Человек в экстремальных условиях: клинико-физиологические, психологические и санитарно-эпидемиологические проблемы профессиональной деятельности: матер. 7-го Междунар. науч.-практ. конгресса.* – М., 2010. – С. 247–248.

29. Сарычев А.С. Ранняя диагностика утомления у нефтяников в динамике вахтового труда в Заполярье / А.С. Сарычев // Развитие академической науки на родине М.В. Ломоносова: материалы междунар. конф. – Архангельск, 2011. – С. 199–203.

30. Сарычев А.С. Компенсаторно-приспособительные реакции сердечно-сосудистой системы организма работников нефтегазовой отрасли при различных режимах вахтового труда в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков, Н.Ю. Лабутин // Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России. – М.: Paulsen, 2011. – С. 421–432.

31. Сарычев А.С. Исследование компенсаторно-приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы организма нефтяников при различных режимах вахтового труда в Заполярье как залог сохранения «че-

ловеческого капитала» / Я.В. Лопатина, А.С. Сарычев // Человеческий капитал.– 2011.– № 1.–С. 135–139.

32. Сарычев А.С. Оценка психоэмоционального состояния у нефтяников как фактор обеспечения безопасности вахтового труда в Заполярье / А.С. Сарычев // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 5. – С. 3.

33. Сарычев А.С. Характеристика компенсаторно-приспособительных реакций внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционного режима труда в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков, О.Н. Попова // Экология человека. – 2011. – № 3. – С. 7–13.

34. Сарычев А.С. Ортостатическое тестирование как метод оценки функциональных резервов системы регуляции кровообращения у нефтяников в Заполярье / А.С. Сарычев // *Нейронаука для медицины и психологии: материалы 7-го Междунар. междисциплинарного конгр.* – Судак (Крым, Украина), 2011. – С. 374–375.

35. Сарычев А.С. Динамика функционального состояния у нефтяников в ходе ночных и дневных 12-часовых рабочих смен / Я.В. Лопатина, А.С. Сарычев // Человеческий капитал. – 2011.– № 3.– С. 71–74.

36. Сарычев А.С. Оценка физиологических резервов у вахтовиков в полевых условиях / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2011. – № 11. – С. 17–20.

37. Сарычев А.С. Характеристика компенсаторно-приспособительных реакций внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционно-вахтового режима труда в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Е.В. Ивченко, В.Р. Беляев // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2011. – № 3 (25). – С. 163–166.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВРМ – внешняя работа миокарда
 ИНМ – индекс напряжения миокарда
 КРС % – резерв кардиореспираторной системы в процентах
 КЭМ – критерий эффективности миокарда
 МОК – минутный объем кровообращения
 ПСС – периферическое сопротивление сосудов
 ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция
 СЗМР – сложная зрительно-моторная реакция
 РТО – режим труда и отдыха
 ТВОТ – тип вахтовой организации труда

Подписано в печать 10.11.2011.
Формат 60×84^{1/16}. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman.
Печать ризография. Уч.-изд. л. 2,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 903

ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»
163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51
Телефон 20-61-90. E-mail: izdatel@nsmu.ru

