

Читать  
онлайн  
Read  
onlineПолякова Е.М.<sup>1</sup>, Мельцер А.В.<sup>2</sup>, Сюрин С.А.<sup>1</sup>

## Индивидуальные особенности терморегуляции у работников нефтедобывающего производства в охлаждающих метеорологических условиях

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия

**Введение.** При выполнении трудовых операций в условиях охлаждающих метеорологических воздействий вне производственных помещений возрастает значение оценки индивидуальных особенностей терморегуляции организма для предупреждения холодозависимых нарушений здоровья.

**Цель исследования** — оценить индивидуальные варианты терморегуляции у работников, осуществляющих добычу нефти на открытых площадках в охлаждающих метеорологических условиях.

**Материалы и методы.** Исследования проведены на одном из предприятий нефтяной промышленности в Западной Сибири у рабочих, осуществляющих технологические операции на открытых участках в холодный период года (слесари-ремонтники, операторы, машинисты технологических установок). Оценка локальных и общих нарушений терморегуляции была выполнена с применением функциональных методов исследования (у 76 человек — определение теплового статуса организма, у 54 человек — измерение температуры кожи с холодовой пробой) по утверждённым методикам. У прошедших обследование работников длительность пребывания на открытых участках колебалась от 12 до 31 ч при 40-часовой рабочей неделе.

**Результаты.** Установлено, что у 18,8% обследованных лиц индивидуальные индексы теплового состояния не соответствовали рекомендуемым в методических указаниях значениям. Результаты кожной термометрии с холодовой пробой у лиц, работающих в условиях открытых площадок в холодный период года, позволили выявить начальные проявления нарушений контроля теплового состояния организма и циркуляции крови в кистях и пальцах рук. Анализ индивидуальных особенностей терморегуляции показал, что её общие и локальные нарушения определяются длительностью работы на открытых производственных участках. Курение табака и продолжительность трудового стажа на предприятии оказывали дополнительное негативное влияние на уровень локальных нарушений терморегуляции.

**Ограничения исследования.** Значительные временные затраты на проведение оценки общей и локальной терморегуляции у работников предприятия и отвлечение их от выполнения трудовых операций в течение смены можно отнести к ограничениям методики исследования.

**Заключение.** Впервые выявленные особенности терморегуляции позволили разработать целенаправленные медико-профилактические мероприятия для экранированных к охлаждающим метеорологическим факторам работников нефтедобычи в Западной Сибири.

**Ключевые слова:** особенности терморегуляции; работа на открытой территории; нефтедобывающее производство; охлаждающие метеорологические факторы; оценка риска для здоровья

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование с участием добровольцев одобрено Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России (выписка из протокола от 22.11.2017 г. № 12).

**Согласие пациентов.** Каждый участник исследования (или его законный представитель) дал информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании и публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Гигиена и санитария».

**Для цитирования:** Полякова Е.М., Мельцер А.В., Сюрин С.А. Индивидуальные особенности терморегуляции у работников нефтедобывающего производства в охлаждающих метеорологических условиях. *Гигиена и санитария.* 2022; 101(12): 1521-1527. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1521-1527> <https://elibrary.ru/jgtaom>

**Для корреспонденции:** Полякова Екатерина Михайловна, ст. науч. сотр. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург. E-mail: USTIMENKOEKATERINA\_2009@mail.ru

**Участие авторов:** Полякова Е.М. — литературный обзор, сбор и обработка данных, создание базы данных, анализ полученных результатов, статистический анализ, написание текста статьи; Мельцер А.В. — концепция и дизайн исследования, выбор аналитических методов, написание текста, утверждение окончательного варианта статьи; Сюрин С.А. — литературный обзор, редактирование статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 16.09.2022 / Принята к печати: 08.12.2022 / Опубликована: 12.01.2023

Ekaterina M. Polyakova<sup>1</sup>, Alexander V. Mel'tser<sup>2</sup>, Sergei A. Syurin<sup>1</sup>

## The individual characteristics of thermoregulation in oil production workers exposed to cooling meteorological factors

<sup>1</sup>NorthWest Public Health Research Center, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation;

<sup>2</sup>North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, 195067, Russian Federation

**Introduction.** To prevent health disorders under the influence of cooling meteorological factors of open production sites, the assessment of the individual characteristics of the employee's thermoregulation is of particular importance.

**The purpose of the study** was to describe the individual characteristics of thermoregulation of employees of an oil producing enterprise when working in open production sites during the cold season.

**Materials and methods.** We studied the employees of the oil-producing enterprise of Western Siberia, performing labour operations in open production sites during the cold season (operators, process plant machinists, repairmen). An assessment of general and local violations of thermoregulation of the body of workers was carried out using objective assessment methods (assessment of the thermal state of the body in seventy six people, skin thermometry with cold load — 54 people) according to approved methods. The duration of work in the open area of the workers included in the study ranged from 12 to 31 hours during a 40-hour work week.

**Results.** According to the assessment of the thermal state of workers, in 18.8% of workers, the personal indicators for assessing the thermal state were found to fail to correspond to the recommended values in the guidelines. Evaluation of the results of skin thermometry with a cold load in workers performing labour operations in open production sites under cooling conditions of the cold season of the year made it possible to establish the average values of temperature indicators in the study group to indicate the presence of initial signs of violations of the thermal control of the body and neurocirculatory disorders in the hands and fingers. An assessment of individual characteristics showed general and local violations of thermoregulation to be associated with the duration of work at open production sites, the objective indicators of local violations of thermoregulation were additionally affected by the employee's smoking habit and work experience.

**Limitations.** Significant time costs for assessing the general and local thermoregulation of the employees of the enterprise and distracting them from performing labor operations during the shift can be attributed to the limitations of the methodology.

**Conclusion.** For the first time, the revealed features of thermoregulation in oil production workers in Western Siberia made it possible to develop targeted medical and preventive measures.

**Keywords:** thermoregulatory individual characteristics; outdoor work; oil production; cooling meteorological factors; health risk assessment; working in an open area

**Compliance with ethical standards.** The study with the participation of volunteers was approved by the Local Ethics Committee of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov (Protocol of November 22, 2017, No. 12).

**Patient consent.** Each participant of the study (or his/her legal representative) gave informed voluntary written consent to participate in the study and publish personal medical information in an impersonal form in the journal "Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)".

**For citation:** Meltser A.V., Polyakova E.M., Syurin S.A. The individual characteristics of thermoregulation in oil production workers exposed to cooling meteorological factors. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(12): 1521-1527. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-12-1521-1527> <https://elibrary.ru/jgtaom> (In Russian)

**For correspondence:** Ekaterina M. Polyakova, Senior Researcher, North-West Scientific Center for Hygiene and Public Health, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: USTIMENKOEKATERINA\_2009@mail.ru

#### Information about the authors:

Meltser A.V., <https://orcid.org/0000-0003-4186-457X> Polyakova E.M., <https://orcid.org/0000-0003-3493-4592> Syurin S.A., <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>

**Contribution:** Meltser A.V. — concept and research design, choice of analytical methods, data collection and processing, writing the text, editing, approval of the final version of the article; Polyakova E.M. — literature review, data collection and processing, database creation, analysis of the results obtained, statistical analysis, writing the text of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Syurin S.A. — literary review, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: September 16, 2022 / Accepted: December 8, 2022 / Published: January 12, 2023

## Введение

Добыча полезных ископаемых сопровождается постоянной экспозицией работников к вредным производственным факторам, при этом доля лиц, работающих во вредных условиях, в 2021 г. составила более 54%<sup>1</sup>.

Добыча нефти связана с экспозицией рабочих-нефтяников к комплексу вредных производственных воздействий, в который входят химические соединения в воздухе рабочей зоны, производственный шум, тяжесть трудового процесса, охлаждающие метеорологические факторы открытых производственных площадок [1–6].

В качестве доказанных последствий негативного влияния на здоровье работников вредных производственных факторов рассматриваются болезни, сопровождающиеся временной нетрудоспособностью, и профессиональные болезни. Но установить такие причинно-следственные связи часто не представляется возможным, поскольку воздействие фактора, проявляющееся развитием патологических изменений, во многом определяется не только его интенсивностью и длительностью, но и индивидуальными характеристиками организма работника [7–9].

Оценка индивидуальных характеристик организма становится принципиально важной в случаях малоуправляемых или неуправляемых внешних факторов. Такие воздействия на организм человека могут приводить к фатальным или тяжёлым последствиям, как, например, в случае охлаждающих метеорологических факторов открытых территорий промышленных предприятий [10].

Известны многие индивидуальные характеристики организма, проявляющиеся различными нозологическими формами заболеваний, нарушениями функций органов и систем, синдромами, особенностями состава тканей тела

человека, конституциональными типами. Все эти характеристики способны в значительной степени определять частоту и выраженность последствий воздействия холодного фактора [11–18].

Холодовое воздействие может вызывать в организме ответные реакции, имеющие как функциональный, так и патологический характер. В число последних входят травмы, острые или хронические заболевания, костно-мышечные боли, поражение отдельных органов, смерть [19, 20]. Охлаждение тканей лица и слизистых покровов дыхательных путей провоцирует констрикцию артерий конечностей и сердца, приводит к повышению кровяного давления, утяжелению течения стенокардии напряжения [21, 22].

Так как физиологические возможности системы терморегуляции противодействовать возникновению гипотермии весьма ограничены, возникает необходимость в специальных средствах защиты, обеспечивающих уменьшение тепловых потерь организма (одежда, закрытые помещения, регламентация пребывания на рабочем месте с охлаждающим микроклиматом и др.). Принципиальное значение приобретает оценка индивидуальных особенностей терморегуляции организма во время выполнения работ на открытых площадках при воздействии охлаждающих метеорологических факторов, а также разработка на основе полученных данных индивидуальных медико-профилактических мероприятий.

**Цель исследования** — оценить индивидуальные варианты терморегуляции у работников, осуществляющих добычу нефти на открытых площадках в охлаждающих метеорологических условиях.

## Материалы и методы

Исучены условия труда и показатели здоровья работников, занятых на предприятии по добыче нефти в Западной Сибири (Ханты-Мансийский автономный округ). Территория расположения предприятия характеризуется средней температурой минус 18 °С в холодный период года и его продолжительностью 270 дней.

<sup>1</sup> Состояние условий труда работников организаций по отдельным видам экономической деятельности по Российской Федерации в 2021 году [Электронный ресурс]. Федеральная служба государственной статистики. Доступно: [https://rosstat.gov.ru/working\\_conditions](https://rosstat.gov.ru/working_conditions) (дата обращения 12.10.2022 г.).

Таблица 1 / Table 1

**Методика определения теплового состояния человека согласно МУК 4.3.1895–04**

**The method for calculating the indicators of the thermal state of a person according to МУК 4.3.1895–04 (Methodical instructions. 4.3.1895–04 "Assessment of the thermal state of a person in order to substantiate hygienic requirements for the microclimate of workplaces and measures to prevent cooling and overheating". Approved Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation 03.03.2004)**

Показатель The indicator	Формула Formula
Средневзвешенная температура кожи ( $T_{ck}$ , °C) Weighted average skin temperature ( $T_{ck}$ , °C)	$T_{ck} = 0,07 \cdot T_1 + 0,5 \cdot T_2 + 0,05 \cdot T_7 + 0,18 \cdot T_8 + 0,20 \cdot T_{10}$ , где $T_{ck}$ – средневзвешенная температура кожи (°C) / weighted average skin temperature (°C); температура кожи на пяти участках поверхности тела / skin temperature – in five areas of the body surface: (°C): $T_1$ – лоб / forehead, $T_2$ – грудь / chest, $T_7$ – тыл кисти / back of the hand, $T_8$ – середина наружной поверхности бедра / middle of the outer surface of the thigh, $T_{10}$ – голень / lower leg
Теплосодержание ( $Q_{tc}$ , кДж/кг) Heat content ( $Q_{tc}$ , kJ/kg)	$Q_{tc} = C \cdot [K \cdot T_m + (1-K) \cdot T_{ck}]$ , где $Q_{tc}$ – теплосодержание / Heat content; $T_{ck}$ – средневзвешенная температура кожи (°C) / weighted average skin temperature (°C); $T_m$ – температура тела (°C) / Body temperature (°C)
Изменение теплосодержания ( $\Delta Q_{tc}$ , кДж/кг) Heat content change ( $\Delta Q_{tc}$ , kJ/kg)	$\Delta Q_{tc} = C \cdot [\Delta T_m \cdot K + \Delta T_{ck} \cdot (1-K)]$ , где $\Delta Q_{tc}$ – изменение теплосодержания, кДж/кг / Heat content change (kJ/kg); $T_{ck}$ – средневзвешенная температура кожи (°C) / weighted average skin temperature (°C); $T_m$ – температура тела в подмышечной впадине (°C) / Axillary temperature (°C); $K$ – коэффициент смешивания / Mixing ratio
Коэффициент смешивания ( $K$ ) Mixing ratio ( $K$ )	$K = 0.519 + 0.037 \cdot T_o$ , где $T_o$ – тепловые ощущения в баллах от 1 до 7 (соответственно «холодно», «прохладно», «слегка прохладно», «комфорт», «слегка тепло», «тепло», «жарко») $T_o$ – heat sensations in points 1–7 (respectively, "cold", "cool", "slightly cool", "comfort", "slightly warm", "warm", "hot")

В исследовании участвовали 4 группы рабочих-нефтяников: слесари-ремонтники оборудования, машинисты компрессорной установки (КУ), машинисты по закачке рабочего агента в пласт (ЗРАП), операторы обессоливающей и обезвоживающей установки (ООУ). Критерием включения в исследование было выполнение трудовых операций, определённых должностными инструкциями, на открытой площадке. Исследования проведены у работников с различной длительностью пребывания на открытых производственных участках. Продолжительность работ на открытой территории составляла от 12 до 31 ч при 40-часовой рабочей неделе.

Изучены индивидуальные особенности терморегуляции организма с использованием объективных методов исследований: оценка теплового статуса организма выполнена оценка у 76 человек, измерение кожной температуры с холодной пробой – у 54 человек.

Выборочное определение теплового статуса организма у 76 работников, занятых на работах с энергетическими трастами 145 Вт/м<sup>3</sup> (категории Па – Пб) и экспонированных к нескольким вредным производственным факторам (шум, химические вещества II–IV классов опасности в воздухе рабочей зоны, повышенная тяжесть труда, охлаждающий микроклимат), выполнено согласно МУК 4.3.1895–04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания»<sup>2</sup> до начала и после 2 ч проведения трудовых операций в условиях холодного воздействия. Исследования проводились только в холодный период года с ноября по март (2018–2019 гг.).

Основными индексами теплового статуса у работающих были выбраны: аксиллярная температура тела ( $T_m$ , °C), температура кожи ( $T_{ck}$ , °C), тепловые ощущения ( $T_o$ , балл),

тепловое содержание ( $Q_{tc}$ , кДж/кг). Температуру тела ( $T_m$ , °C) измеряли с помощью ртутного термометра. Температуру кожи определяли на пяти участках: лоб ( $T_1$ ), грудь ( $T_2$ ), тыл кисти ( $T_7$ ), середина наружной поверхности бедра ( $T_8$ ) и голени ( $T_{10}$ ) с использованием электрического термометра ТПЭМ-1. В дни проведения измерений работники применяли стандартную защитную одежду и обувь, предусмотренные правилами техники безопасности предприятия (табл. 1).

Кожная термометрия проводилась у 54 работников в помещении при стабильной температуре воздуха плюс 19–21 °C и отсутствии сквозняков. Термометрии предшествовала обязательная адаптация обследуемого лица к температуре помещения в положении сидя в течение 10 мин. Температуру кожи измеряли в восьми точках:  $T_1$  – плечо,  $T_2$  – предплечье,  $T_3$  – внутренняя поверхность кисти,  $T_{4-8}$  – внутренние поверхности дистальных фаланг I–V пальцев правой кисти.

Холодовую пробу выполняли согласно методическим указаниям МР «Вопросы ранней диагностики и профилактики при сосудистых нарушениях у горнорабочих Заполярья»<sup>3</sup>. Она включала нахождение кисти обследуемого лица в течение 3 мин в холодной воде (температура плюс 5–8 °C) с последующей оценкой через каждые 5 мин динамики восстановления температуры кожи и цвета пальцев рук на протяжении 25–30 мин. Слабоположительная проба считается в случае появления пятен белого цвета на пальцах кистей рук; положительной – при появлении белого цвета концевых фаланг; резко положительной – при полном побелении нескольких фаланг не менее одного пальца. При полной адаптации к холодному фактору (без признаков нейроциркуляторных нарушений) наблюдается кратковременное и незначительное снижение температуры кожи на 1,5–2 °C и её восстановление до исходных показателей

<sup>2</sup> МУК 4.3.1895–04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания». Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 03.03.2004 г. [Электронный ресурс]: доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

<sup>3</sup> Иванов А.В., Кононов А.С., Кашулин С.К. *Вопросы ранней диагностики и профилактики при сосудистых нарушениях у горнорабочих Заполярья: методические рекомендации*. Кировск: НИЛ комплексных проблем гигиены труда с клиникой профессиональных заболеваний Минздрава РСФСР, 1981. 17 с.

Таблица 2 / Table 2

Средние значения показателей теплового статуса работников до начала и после 2 ч проведения трудовых операций в условиях холодного воздействия ( $n = 76$ )

Average values of indicators of the thermal state of workers before and after 2 hours working in an open area during the cold season ( $n = 76$ )

Показатель теплового статуса человека An indicator of the thermal state of a person	Значения показателей до и после нахождения на холоде Values of indicators before and after working in the cold $Me (Q_1; Q_3)$		Критерии предельно допустимого теплового состояния человека при продолжительности воздействия не более 3 ч за рабочую смену Criteria for the maximum permissible thermal state of a person for a duration of not more than three hours per shift		Критерий Вилкоксона для парных выборок Wilcoxon test for paired samples $p$
	До Before	После After	Верхняя граница Upper limit	Нижняя граница Lower limit	
Температура тела ( $T_m$ ), °C Axillary temperature ( $T_m$ ), °C	36.5 (36.4; 36.6)	36.7 (36.4; 36.6)	36.6	36.6	0.097
Средневзвешенная температура кожи ( $T_k$ ), °C Weighted average skin temperature ( $T_k$ ), °C	33.2 ± 0.2	29.9 (29.9; 30.0)	34.1 (34.5*)	28.5 (30.5*)	< 0.001
Изменение теплосодержания ( $\Delta Q_{тс}$ ), кДж/кг, $M \pm SD$ Heat content change ( $\Delta Q_{тс}$ ), kJ/kg, $M \pm SD$		3.7 ± 1.2	4.0	4.82	—
Тепловые ощущения ( $T_o$ ), баллы Heat sensations ( $T_o$ ), points	4.0	4.0 (3.0; 4.0)	6.0	2.0	0.066

Примечание. \* – критерии предельно допустимого теплового состояния человека для категории энергозатрат Па.

Note: \* – criteria for the maximum permissible thermal state of a person for energy consumption category Pa.

в течение 5 мин после прекращения воздействия. Для начальных нейроциркуляторных нарушений характерны более выраженный сдвиг показателей температуры кожи на 3–4 °C и замедленное восстановление в течение 10 мин, а более длительный период восстановления температуры кожи свидетельствует о стойких патологических изменениях [23].

Было изучено влияние на тепловое состояние обследованных лиц их индивидуальных характеристик: пола, возраста, индекса массы тела (ИМТ), табакокурения (число выкуриваемых сигарет в день, длительность регулярного курения в годах), продолжительности ежедневной работы на открытой территории, стажа работы на предприятии и в профессии.

Результаты выполненного исследования были обработаны методами параметрической и непараметрической статистики с применением пакетов прикладных программ Office Std 2013 RUSOLPNLAcDmc: 021–10232 (Microsoft Excel 2010), Statistica 10 (лицензия на статистическое программное обеспечение – Statistica версия 10 (расширенная версия). Контракт № 305/2013-ОА от 17.09.2013 г.). Использовали методы описательной статистики: величина средней арифметической, мода, медиана, среднее квадратическое отклонение, ошибка средней, коэффициент асимметрии, эксцесса<sup>4</sup>. Различия средних арифметических показателей оценивали однофакторным дисперсионным анализом с определением коэффициента ( $t$ ) Стьюдента. При отсутствии нормального распределения показателей в выборочных совокупностях их сравнение проводили с использованием  $T$ -критерия Вилкоксона.

При оценке рисков для здоровья обследованных лиц определяли относительный риск (RR), отношение шансов (OR) и их 95%-е доверительные интервалы, чувствительность (Se), специфичность (Sp), этиологическую долю (EF) с использованием таблиц сопряженности [24]. Критерий статистической надёжности установлен на уровне не менее 95%-го доверительного интервала ( $p < 0,05$ ).

<sup>4</sup> Гржибовский А.М., Унгуриян Т.Н. Анализ биомедицинских данных с использованием пакета статистических программ SPSS: учебное пособие. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2017. 293 с.

## Результаты

На предварительном этапе была выполнена оценка группового профессионального риска, позволившая ранжировать рабочие места «от наиболее вредного к менее вредному» и разработать медико-профилактические мероприятия, которые необходимо провести в первую очередь для предотвращения негативных последствий для здоровья работников [25–27]. Однако в большинстве случаев для разработки медико-профилактических мероприятий наряду с оценкой группового риска для здоровья требуется персонализированный подход.

Оценка теплового статуса работников позволила определить у обследуемой группы работников среднюю температуру в подмышечной впадине до начала и после 2 ч проведения трудовых операций в условиях холодного воздействия: соответственно плюс 36,5 °C (плюс 36,4 °C; плюс 36,6 °C) и плюс 36,7 °C (плюс 36,4 °C; плюс 36,6 °C). Установленные различия по данному показателю не были статистически значимы ( $p = 0,097$ ) (табл. 2). В качестве комфортной (для состояния относительного покоя) подмышечная температура принимается равной плюс 36,6 ± 0,3 °C согласно методическим указаниям.

В соответствии с МУК 4.3.1895–04 рассчитанный показатель средневзвешенной температуры до начала проведения трудовых операций в условиях холодного воздействия у обследуемой группы работников соответствовал допустимым значениям для категории работ Па–Пб (плюс 33,2 ± 0,2 °C), а после 2 ч соответствовал предельно допустимым значениям для данных категорий работ – плюс 29,9 °C (плюс 29,9 °C; плюс 30 °C). Установленные различия по данному показателю были статистически значимы ( $p < 0,001$ ) (см. табл. 2).

Субъективный показатель теплового ощущения, который работники оценивали в баллах по шкале от 1 («холодно») до 7 («жарко»), не имел статистически значимых различий до начала и после 2 ч проведения трудовых операций в условиях холодного воздействия ( $p = 0,066$ ), усреднённый показатель в группах исследования составил 4 балла и не выходил за пределы установленных предельно допустимых значений. При этом после холодного воздействия 21% работников субъективно отмечали охлаждение (1 балл – «холодно»), что не соответствует установленным предельно допустимым значениям (см. табл. 2).

Таблица 3 / Table 3

**Средние значения температур на внутренней поверхности дистальных фаланг пальцев руки до и после проведения холодной нагрузки у работников****Average values of temperatures on the inner surface of the distal phalanges of the fingers before and after a cold test in workers performing labor operations in an open area**

Время измерения температуры после холодной нагрузки Temperature measurement time after cold load	Показатель Index	Точка измерения – внутренняя поверхность дистальных фаланг пальцев Measuring point – the inner surface of the distal phalanges of the fingers				
		I	II	III	IV	V
$T_0$ (исход, температура до холодной нагрузки reference temperature, temperature of skin areas before immersion in cold water)	$M \pm SE$	$32.3 \pm 0.5$	$32.3 \pm 0.5$	$31.9 \pm 0.5$	$32.4 \pm 0.5$	$31.9 \pm 0.6$
$T_1$ через 1 мин / after 1 min	$M \pm SE$	<b><math>21.1 \pm 1.5</math></b>	<b><math>20.1 \pm 1.3</math></b>	<b><math>21.2 \pm 1.4</math></b>	<b><math>20.9 \pm 1.4</math></b>	<b><math>22.2 \pm 1.5</math></b>
	Min–Max	6.0–29.0	7.0–29.2	9.0–28.5	7.8–29.2	8.7–30.5
	$p$	<b>&lt; 0.001</b>	<b>&lt; 0.001</b>	<b>&lt; 0.001</b>	<b>&lt; 0.001</b>	<b>&lt; 0.001</b>
	$SD$	7.6	6.8	7.0	7.2	7.9
$T_5$ через 5 мин / after 5 min	$M \pm SE$	<b><math>29.4 \pm 1.2</math></b>	<b><math>29.4 \pm 0.9</math></b>	<b><math>29.2 \pm 0.9</math></b>	<b><math>29.7 \pm 0.9</math></b>	$30.1 \pm 1.1$
	Min–Max	14.6–36.0	16.7–36.3	15.8–35.0	16.8–35.4	13.5–36.0
	$p$	<b>0.04</b>	<b>0.025</b>	<b>0.014</b>	<b>0.016</b>	0.105
	$SD$	6.0	4.9	4.8	4.9	5.5
$T_{10}$ через 10 мин / after 10 min	$M \pm SE$	$31.9 \pm 0.8$	$31.3 \pm 0.8$	$31.6 \pm 0.8$	$31.6 \pm 0.9$	$31.6 \pm 0.9$
	Min–Max	20.5–36.4	20.6–36.4	19.7–36.6	20.4–36.6	20.7–36.5
	$p$	0.76	0.37	0.73	0.31	0.74
	$SD$	3.9	4.0	4.3	4.7	4.5
$T_{20}$ через 20 мин / after 20 min	$M \pm SE$	$32.9 \pm 0.5$	$32.4 \pm 0.6$	$32.5 \pm 0.5$	$32.2 \pm 0.6$	$32.9 \pm 0.5$
	Min–Max	24.8–36.7	24.3–36.5	26.8–36.5	24.8–36.4	27.5–36.6
	$p$	0.27	0.75	0.17	0.72	0.11
	$SD$	2.6	3.0	2.7	3.1	2.8

Примечание. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ).Note: Bold font – statistically significant differences ( $p < 0.05$ ).

Расчитанный показатель изменения теплосодержания ( $\Delta Q_{тс}$ ) не выходил за критерии предельно допустимых значений и соответствовал умеренному риску охлаждения ( $3,7 \pm 1,2$  кДж/кг). Изменение теплосодержания рассчитывается по отношению к его исходным показателям, определенным в условиях теплового комфорта у человека, находящегося в состоянии относительного физического покоя в положении сидя. При расчёте данного показателя учитывается разница температур тела и кожи до начала и после 2 ч проведения трудовых операций в условиях холодного воздействия (см. табл. 2). Персональные значения данного показателя выходили за пределы установленных в методических указаниях предельно допустимых значений (у 18,8% работников). В данной группе работников более 50% составили лица с продолжительностью проведения трудовых операций в условиях холодного воздействия от 24 до 31 ч на протяжении 40-часовой рабочей недели, и риск развития общих нарушений терморегуляции у них был значительно выше ( $OR = 3,0$ ; ДИ 1,20–7,45;  $p = 0,017$ ).

Оценка влияния индивидуальных характеристик у работников позволила установить продолжительность работы в условиях холодного воздействия более 60% рабочего времени как фактор риска развития нарушений терморегуляции.

Результаты измерения температуры кожи с холодной пробой показали, что измеренные значения температур внутренней поверхности дистальных фаланг I–V пальцев правой руки на первой минуте после холодной нагрузки имели выраженный сдвиг на  $9,7–12,1$  °C в сравнении с исходными значениями ( $p < 0,001$ ). Статистически значимое снижение на  $2,7–2,9$  °C от исходной средней температуры отмечалось и на пятой минуте исследования ( $p = 0,014–0,040$ ), исклю-

чение составила лишь температура внутренней поверхности дистальной фаланги V пальца правой руки ( $p = 0,105$ ). На десятой минуте исследования показатели не имели достоверных различий в сравнении с исходными ( $p = 0,31–0,76$ ). Следует отметить, что средние значения температур характеризовались большими значениями стандартного отклонения (SD) от 7,9 до 2,6, что говорит о значительном разбросе данных (табл. 3).

При визуальном осмотре у 62,9% испытуемых отмечалось побеление пальцев в виде отдельных пятен, что говорит о слабоположительной холодной пробе, у 18,5% испытуемых отмечалось побеление концевых фаланг пальцев, что соответствует положительной холодной пробе.

Результаты измерения температуры кожи с холодной пробой терморегуляции у работников, осуществляющих добычу нефти на открытых площадках в охлаждающих метеорологических условиях, позволили установить наличие признаков начальных и патологических нейроциркуляторных нарушений в кистях и пальцах рук.

Следует отметить, что персональные значения показателей температуры различных участков кожи у отдельных работников не восстановились даже к 20-й минуте исследования, доля таких работников составила от 44,4 до 51,9%. В группе работников, у которых температура внутренней поверхности дистальных фаланг пальцев руки не восстановилась к 20-й минуте, 57,7% составили курящие ( $p = 0,007$ ). Риск развития локальных нейроциркуляторных нарушений терморегуляции у курящих работников был значительно выше ( $OR = 2,69$ ; ДИ 1,23–5,88;  $p = 0,007$ ). Риск значимо увеличивался при интенсивности курения от 11 до 20 сигарет в день ( $OR = 3,95$ ; ДИ 1,24–12,59;  $p = 0,009$ ). Выявлены

статистически значимые различия в группах исследования при стаже курения от 11 до 20 лет ( $p = 0,032$ ).

Установить зависимость развития локальных нейроциркуляторных нарушений от стажа работы не удалось. Однако в группе работников со стажем работы от 5 до 10 лет отмечалось увеличение риска развития локальных нейроциркуляторных нарушений (ОР = 3,23; ДИ 1,00–10,65;  $p = 0,035$ ).

Существенным фактором риска локальных нарушений терморегуляции у работников (как и при оценке теплового статуса) является продолжительность работы в условиях холодного воздействия более 60% рабочего времени. В группе работников, у которых температура внутренней поверхности дистальных фаланг пальцев руки не восстановилась к 20-й минуте исследования, преобладали лица, выполнявшие трудовые операции в условиях холодного воздействия от 24 до 31 ч в течение 40-часовой рабочей недели (23,1%) ( $p = 0,033$ ). Риск развития локальных нарушений терморегуляции у таких работников был выше (ОР = 2,01; ДИ 1,28–3,16;  $p = 0,033$ ).

## Обсуждение

Результаты оценки теплового статуса работников, осуществляющих добычу нефти на открытых площадках в охлаждающих метеорологических условиях, позволили определить группу работников (18,8%), персональные показатели которых не соответствовали предельно допустимым значениям, установленным в методических указаниях МУК 4.3.1895–04. Для этой группы работников характерно чрезмерное напряжение механизмов терморегуляции, что может привести к ухудшению состояния здоровья. Высокий риск развития нарушений терморегуляции всего организма работника обусловлен продолжительным проведением трудовых операций в условиях холодного воздействия от 24 до 31 ч в течение 40-часовой рабочей недели (60% и более от продолжительности рабочей смены) (ОР = 3,0; ДИ 1,20–7,45;  $p = 0,017$ ).

Результаты измерения температуры кожи с холодной нагрузкой у работников, осуществляющих добычу нефти на открытых площадках в охлаждающих метеорологических условиях, также позволили определить группу (более 40%) лиц, у которых отмечено отсутствие положительной динамики восстановления кожной температуры на внутренней поверхности дистальных фаланг пальцев кисти. Полученные результаты могут свидетельствовать о наличии признаков начальных и патологических нейроциркуляторных нарушений в кистях и пальцах рук у работников-не-

фтянников. Оценка индивидуальных характеристик данных работников позволила установить высокий риск развития таких нарушений в зависимости от продолжительности проведения трудовых операций в условиях холодного воздействия (более 60% рабочего времени) (ОР = 2,01; ДИ 1,28–3,16;  $p = 0,033$ ), наличия привычки табакокурения (ОР = 2,69; ДИ 1,23–5,88;  $p = 0,007$ ) и стажа работы 5–10 лет (ОР = 3,23; ДИ 1,00–10,65;  $p = 0,035$ ).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что индивидуальные факторы риска необходимо учитывать при разработке персональных профилактических мероприятий. В частности, в рамках реализуемых корпоративных программ сохранения здоровья и профилактики развития заболеваний у работников предприятия должны проводиться мероприятия по снижению распространённости табакокурения (социальные бонусы для некурящих, наглядная агитация, доступность санитарно-просветительной литературы, тематические беседы и др.). Мерой вторичной профилактики должна стать медицинская помощь в борьбе с никотиновой зависимостью на базе здравпунктов цехов предприятия.

Необходимо контролировать продолжительность трудовых операций в условиях холодного воздействия в группах работников, имеющих высокий риск развития общих и локальных нарушений терморегуляции. Одним из способов контроля продолжительности работы могут быть предложенные нами карты профилактических мероприятий по минимизации риска нарушений здоровья для каждого рабочего места, включающие административные методы ограничения времени воздействия опасностей на работников с указанием точек и периодичности контроля. Также должны быть предложены формы информирования о возможном риске [26].

## Заключение

По результатам оценки теплового статуса и измерения температуры кожи с холодной нагрузкой у работников, осуществляющих добычу нефти и газа на открытых площадках в климатических условиях Западной Сибири, впервые определены индивидуальные факторы риска, способствующие развитию локальных и общих нарушений терморегуляции. Полученные данные свидетельствуют о необходимости их учёта в рамках оценки риска нарушений здоровья у данной категории работников, что позволит разработать целенаправленные медико-профилактические мероприятия и определить соответствие установленным требованиям состояния здоровья лица, поступающего на работу в условиях воздействия охлаждающих метеорологических факторов.

## Литература

(пп. 2, 3, 11–22, 25 см. References)

1. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р., Каримова Л.К., Бейгул Н.А., Маврина Л.Н. Заболевания костно-мышечной и периферической нервной систем у нефтянников в условиях сочетанного воздействия вибрации и тяжести трудового процесса. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(6): 552–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-6-552-555>
4. Нагибович О.А., Уховский Д.М., Жекалов А.Н., Ткачук Н.А., Аржавкина Л.Г., Богданова Е.Г. и др. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2016; (2): 202–5.
5. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Величковский Б.Т. Физиологические нормы напряжения организма при физическом труде в высоких широтах. *Журнал медико-биологических исследований*. 2017; 5(1): 25–36. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2017.5.1.25>
6. Чашин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике. *Экология человека*. 2014; (1): 3–12.
7. Алексеев В.Б., Зайцева Н.В., Шур П.З. Перспективы управления профессиональными рисками в условиях реформ нормативно-правовой базы. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; (10): 39–44. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-10-39-44>
8. Шляпников Д.М., Шур П.З., Алексеев В.Б., Лебедева Т.М., Костарев В.Г. Методические подходы к комплексному анализу экспозиции и стажа в оценке профессионального риска. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(1): 33–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-1-33-36>
9. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Кузьмина Л.П. Сбережение здоровья работающих и предиктивно-превентивно-персонализированная медицина. *Медицина труда и промышленная экология*. 2013; (6): 7–12.
10. Чашин В.П., Гудков А.Б., Чашин М.В., Попова О.Н. Предиктивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода. *Экология человека*. 2017; (5): 3–13. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-5-3-13>
23. Дмитрук Л.И., Любченко П.Н., Рогаткин Д.А. Модификация функциональной холодовой пробы, используемой для диагностики вибрационной болезни, на основе новейших методов спектродофотометрии *in vivo*. *Альманах клинической медицины*. 2008; (17–2): 180–3.
24. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Денисов Э.И. Оценка профессиональных рисков для здоровья в системе доказательной медицины. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2016; (1): 14–20.
26. Мельцер А.В., Полякова Е.М., Якубова И.Ш., Ерастова Н.В., Кропот А.И. Разработка профилактических мероприятий при работе на открытой территории в холодный период года. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(8): 947–53. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-947-953>
27. Мельцер А.В., Полякова Е.М. Оценка комбинированного профессионального риска при выполнении трудовых операций на открытой территории в холодный период года. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2019; (3): 4–13.

## References

- Gimranova G.G., Bakirov A.B., Shaykhlislamova E.R., Karimova L.K., Beygul N.A., Mavrina L.N. Musculo-skeletal and peripheral nervous diseases in employees of the oil industry in conditions of the combined impact of vibration and the heavy working process. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(6): 552–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-6-552-555> (in Russian)
- Mäkinen T.M. Health problems in cold work. *Ind. Health*. 2009; 47(3): 207–20. <https://doi.org/10.2486/indhealth.47.207>
- Korhonen I. Blood pressure and heart rate responses in men exposed to arm and leg cold pressor tests and whole-body cold exposure. *Int. J. Circumpolar Health*. 2006; 65(2): 178–84. <https://doi.org/10.3402/ijch.v65i2.18090>
- Nagibovich O.A., Ukhovskiy D.M., Zhekalov A.N., Tkachuk N.A., Arzhavkina L.G., Bogdanova E.G., et al. Mechanisms of hypoxia in Arctic zone of Russian Federation. *Vestnik Rossiyskoy VoЕННО-meditsinskoy akademii*. 2016; (2): 202–5. (in Russian)
- Solonin Yu.G., Boyko E.R., Velichkovskiy B.T. Physiological stress standards at manual labour in high latitudes. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*. 2017; 5(1): 25–36. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2017.5.1.25> (in Russian)
- Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Yu.O., Kovshov A.A. Description of main health deterioration risk factors for population living on territories of active natural management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka*. 2014; (1): 3–12. (in Russian)
- Alekseev V.B., Zaytseva N.V., Shur P.Z. The prospects of occupational risk management during reforms of regulatory legislation basis. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (10): 39–44. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-10-39-44> (in Russian)
- Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Alekseev V.B., Lebedeva T.M., Kostarev V.G. Methodological approaches to the integrated evaluation of the exposure and length of service in the occupational risk assessment. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(1): 33–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-1-33-36> (in Russian)
- Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V., Kuz'mina L.P. Protecting health of workers and predictive preventive personified medicine. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2013; (6): 7–12. (in Russian)
- Chashchin V.P., Gudkov A.B., Chashchin M.V., Popova O.N. Predictive assessment of individual human susceptibility to damaging cold exposure. *Ekologiya cheloveka*. 2017; (5): 3–13. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-5-3-13> (in Russian)
- Buijze G.A., Sierrevelt I.N., van der Heijden B.C.J.M., Dijkgraaf M.G., Frings-Dresen M.H.W. The effect of cold showering on health and work: a randomized controlled trial. *PLoS One*. 2016; 11(9): e0161749. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161749>
- Burström L., Nilsson T., Wahlström J. Whole-body vibration and the risk of low back pain and sciatica: a systematic review and meta-analysis. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 2014; 88(4): 403–18. <https://doi.org/10.1007/s00420-014-0971-4>
- Kim F., Nichol G., Maynard C., Hallstrom A., Kudenchuk P.J., Rea T., et al. Effect of prehospital induction of mild hypothermia on survival and neurological status among adults with cardiac arrest: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2014; 311(1): 45–52. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.282173>
- Kraemer H.C. Statistical issues in assessing comorbidity. *Stat. Med.* 1995; 14(8): 721–33. <https://doi.org/10.1002/sim.4780140803>
- Lim S.T., Sohn M.H., Jeong H.J. Cold exposure-induced rhabdomyolysis demonstrated by bone scintigraphy. *Clin. Nucl. Med.* 2008; 33(5): 349–50. <https://doi.org/10.1097/RLU.0b013e31816a78f8>
- Long W.B. III, Edlich R.F., Winters K.L., Britt L.D. Cold injuries. *J. Long Term Eff. Med. Implants*. 2005; 15(1): 67–78. <https://doi.org/10.1615/jlongtermeffmedimplants.v15.i1.80>
- Petrone P., Asensio J.A., Marini C.P. Management of accidental hypothermia and cold injury. *Curr. Probl. Surg.* 2014; 51(10): 417–31. <https://doi.org/10.1067/j.cpsurg.2014.07.004>
- SPRINT Research Group, Wright J.T. Jr., Williamson J.D., Whelton P.K., Snyder J.K., Sink K.M., Rocco M.V., et al. A randomized trial of intensive versus standard blood-pressure control. *N. Engl. J. Med.* 2015; 373(22): 2103–16. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1511939>
- Mäkinen T.M., Hassi J. Health problems in cold work. *Ind. Health*. 2009; 47(3): 207–20. <https://doi.org/10.2486/indhealth.47.207>
- Pienimäki T. Cold exposure and musculoskeletal disorders and diseases. A review. *Int. J. Circumpolar Health*. 2002; 61(2): 173–82. <https://doi.org/10.3402/ijch.v61i2.17450>
- Näyhä S. Cold and the risk of cardiovascular diseases. A review. *Int. J. Circumpolar Health*. 2002; 61(4): 373–80. <https://doi.org/10.3402/ijch.v61i4.17495>
- Holmér I., Hassi J., Ikäheimo T.M., Jaakkola J.J. Cold Stress: Effects on Performance and Health. In: *Patty's Toxicology*. John Wiley & Sons; 2012: 1–26. <https://doi.org/10.1002/0471435139.tox097.pub2>
- Dmitruk L.I., Lyubchenko P.N., Rogatkin D.A. Modification of the functional cold test used to diagnose vibration disease based on the latest methods of *in vivo* spectrophotometry. *Al'manakh klinicheskoy meditsiny*. 2008; (17–2): 180–3. (in Russian)
- Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I. Evaluation of occupational risks in the system of evidence-based medicine. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2016; (1): 14–20. (in Russian)
- Polyakova E.M., Meltser A.V., Iakubova I.S., Erastova N.V., Suvorova A.V. Integrated model of health risk assessment for workers having to work outdoors under exposure to cooling meteorological factors. *Health Risk Analysis*. 2022; (2): 88–97. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.2.08.eng>
- Mel'tser A.V., Polyakova E.M., Yakubova I.Sh., Erastova N.V., Kropot A.I. The elaboration of preventive measures when working in an open area during the cold season of the year. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(8): 947–53. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-947-953> (in Russian)
- Mel'tser A.V., Polyakova E.M. Assessment of the combined professional risk working in open territory in the cold period of the year. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2019; (3): 4–13. (in Russian)