

EDN: <https://elibrary.ru/hnvr1g>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-10-659-665>

УДК 613.62

© Коллектив авторов, 2024

Измерова Н.И., Кузьмина А.П., Чистова И.Я.

## Патологические изменения на коже при сочетанном воздействии полициклических ароматических углеводородов и ультрафиолетового облучения

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, 105275

**Введение.** В Национальном проекте «Здравоохранение» одним из ключевых направлений является федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями на 2019–2024 годы». Влияние характера трудовой деятельности работающих в контакте с производственными канцерогенами — полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) — существенно повышает риск возникновения новообразований кожи, о чём свидетельствуют различия в показателях частоты их встречаемости среди представителей разных трудовых категорий. Ведущим фактором в развитии новообразований кожи считается ультрафиолетовое излучение (УФИ) спектра А и В. Существуют литературные данные о возможном взаимном усилении сочетанного воздействия ПАУ и УФИ в возникновении новообразований кожи и их малигнизации.

**Цель исследования** — оценить роль сочетанного воздействия полициклических ароматических углеводородов и ультрафиолетового облучения (УФО) в возникновении пигментных новообразований кожи у работников, занятых в строительстве автомобильных дорог и автомагистралей и жилищно-коммунального хозяйства.

**Материалы и методы.** При проведении периодических медицинских осмотров (ПМО) в 2022–2024 гг. осмотрены 140 человек, сформировавших 4 группы исследования. Проводилось физикальное обследование новообразований кожи; осмотр в лучах лампы Вуда; дерматоскопия новообразований кожи с применением дерматоскопа Heine Delta 20. Оценка гиперпигментации проводилась согласно индексу площади и тяжести гиперпигментации (НАСИ).

**Результаты.** При клиническом осмотре проводилась оценка наличия пигментации и новообразований кожи (лентиго, эфелиды, себорейные кератомы). Наиболее частыми локализациями пигментации и новообразований кожи явились открытые участки тела: лицо, кисти, верхняя треть спины. При этом у асфальтобетонщиков (I группа), работающих в условиях воздействия ПАУ и солнечной инсоляции (спектра А и В, в диапазоне 320–400 нм и 280–320 нм), пигментные новообразования выявлены достоверно у большего количества лиц в сравнении с популяционным контролем по всем локализациям на коже. Индекс НАСИ (в обследованных группах показал, что наиболее высоки показатели (24–48) НАСИ отмечались у большего количества лиц — 57,1% — I группы (УФО+ПАУ), в сравнении с группами лиц (II, III, IV), не работающих в условиях воздействия солнечной инсоляции (спектра А и В, в диапазоне 320–400 нм и 280–320 нм). При этом отмечается, что интенсивность пигментации выше, а площадь поражения больше при оценке очагов гиперпигментации в лучах лампы Вуда в сравнении с клиническим осмотром во всех обследованных группах.

**Ограничения исследования.** Исследование ограничено количеством обследованных, соответствующих дизайну исследования, и временным интервалом исследования.

**Заключение.** Для получения объективных результатов исследований роли сочетанного воздействия ПАУ и УФО в возникновении пигментных новообразований кожи был использован метод определения индекса площади гиперпигментации и индекса тяжести (НАСИ) в лучах лампы Вуда. При сопоставлении полученных результатов было выявлено увеличение площади гиперпигментации и её интенсивности с локализацией на открытых участках тела, у работников, занятых в строительстве автомобильных дорог и автомагистралей и жилищно-коммунального хозяйства, контактирующих в условиях сочетанного воздействия канцерогенов (ПАУ) и УФО А и В.

Необходимы дальнейшие углублённые исследования для изучения этиопатогенеза фотогенотоксичности в зависимости от дозы-эффекта.

**Этика.** Работа выполнена в соответствии с этическим стандартом, изложенным в Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации 1964 г. (с изменениями и дополнениями от 2013 г.). Все исследования проводились после получения Информированного согласия и решения Локального комитета по этике (Выписка из протокола № 7 от 21/10/2020 г.).

**Ключевые слова:** производственные канцерогены; синканцерогенный эффект; новообразования кожи

**Для цитирования:** Измерова Н.И., Кузьмина А.П., Чистова И.Я. Патологические изменения на коже при сочетанном воздействии полициклических ароматических углеводородов и ультрафиолетового облучения. *Мед. труда и пром. экол.* 2024; 64(10): 659–665. <https://elibrary.ru/hnvr1g> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-10-659-665>

**Для корреспонденции:** Измерова Наталья Ивановна, e-mail: [nizmerova@yandex.ru](mailto:nizmerova@yandex.ru)

**Участие авторов:**

Измерова Н.И. — концепция и дизайн, сбор и обработка данных, написание текста, редактирование;

Кузьмина А.П. — концепция и дизайн, написание текста, редактирование;

Чистова И.Я. — сбор и обработка данных, написание текста.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Дата поступления: 26.09.2024 / Дата принятия к печати: 07.10.2024 / Дата публикации: 08.11.2024

Natalia I. Izmerova, Ludmila P. Kuzmina, Ilona Ya. Chistova

## Pathological changes on the skin due to the combined effects of polycyclic aromatic hydrocarbons and ultraviolet radiation

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave, Moscow, 105275

**Introduction.** In the National Healthcare Project, one of the key areas is the federal project "Fight against oncological diseases for 2019-2024". The influence of the nature of work activities of workers in contact with industrial carcinogens —

polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) significantly increases the risk of skin neoplasms, as evidenced by differences in the frequency of their occurrence among representatives of different labor categories. The leading factor in the development of skin neoplasms is ultraviolet radiation (UV) of the A and B spectrum. There is literature evidence of a possible mutual enhancement of the combined effects of PAHs and UV in the occurrence of skin neoplasms and their malignancy.

**The study aims** to evaluate the role of the combined effects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and ultraviolet radiation (UV) in the occurrence of pigmented skin tumors in workers engaged in the construction of highways and highways and in housing and communal services.

**Materials and methods.** During periodic medical examinations (PMEs) in 2022–2024, specialists have examined 140 people who formed 4 study groups. The researchers have conducted a physical examination of skin tumors; examination in the rays of a Wood lamp; dermatoscopy of skin tumors using a Heine Delta 20 dermatoscope. Hyperpigmentation was assessed according to the hyperpigmentation area and severity index (NASI).

**Results.** During the clinical examination, the authors assessed the presence of pigmentation and skin neoplasms (lentigo, ephelides, seborrheic keratomas). The most frequent localizations of pigmentation and skin neoplasms were open areas of the body: face, hands, upper third of the back. At the same time, in asphalt concrete workers — group I, working under the influence of PAHs and solar insolation (spectrum A and B, in the range of 320–400 nm and 280–320 nm), specialists revealed pigmented neoplasms in a larger number of individuals compared with the population control for all skin localizations. The HASI index (in the surveyed groups) showed that the highest rates (24–48) of HASI were observed in a larger number of individuals — 57.1% — from group I (UV+PAHs), compared with groups of individuals (II, III, IV) who do not work under conditions of exposure to solar insolation (spectra A and B, in the range of 320–400 nm and 280–320 nm). The authors noted that the intensity of pigmentation is higher and the lesion area is larger when assessing the foci of hyperpigmentation in the rays of the Wood lamp compared with the clinical examination in all the examined groups.

**Limitations.** The study is limited by the number of subjects examined, corresponding to the design of the study and the time interval of the study.

**Conclusion.** To obtain objective results of the study of the role of the combined effects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and ultraviolet irradiation (UV) in the occurrence of pigmented skin tumors, scientists used a method for determining the hyperpigmentation area index and severity index (HASI) in the rays of a Wood's lamp. When comparing the results obtained, experts revealed an increase in the area of hyperpigmentation and its intensity with localization in open areas of the body in workers engaged in the construction of highways and housing and communal services, in contact with the combined effects of carcinogens (PAHs) and ultraviolet irradiation (UV A and B).

Further in-depth studies are needed to study the etiopathogenesis of photogenotoxicity depending on the dose-effect ratio.

**Ethics.** The work was performed in accordance with the ethical standard set out in the Helsinki Declaration of the World Medical Association of 1964 (as amended and supplemented in 2013). The authors conducted all the studies after receiving informed consent and a decision of the Local Ethics Committee (extract from Protocol No. 7 dated 10/21/2020).

**Keywords:** industrial carcinogens; syncarcinogenic effect; skin neoplasms

**For citation:** Izmerova N.I., Kuzmina L.P., Chistova I.Ya. Pathological changes on the skin due to the combined effects of polycyclic aromatic hydrocarbons and ultraviolet radiation. *Med. truda i prom. ekol.* 2024; 64(10): 659–665. <https://elibrary.ru/hnvr1g> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-10-659-665> (in Russian)

**For correspondence:** Natalia I. Izmerova, e-mail: nizmerova@yandex.ru

**Contribution:**

Izmerova N.I. — concept and design, data collection and processing, text writing, editing;

Kuzmina L.P. — concept and design, text writing, editing;

Chistova I.Ya. — data collection and processing, text writing.

**Funding.** The study had no funding.

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

Received: 26.09.2024 / Accepted: 07.10.2024 / Published: 08.11.2024

**Введение.** Проблема заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) остаётся актуальной, что отражено в Национальном проекте «Здравоохранение» и созданных на его основе региональных проектах, в которых одним из ключевых направлений является федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями на 2019–2024 годы». Одной из приоритетных задач этих проектов остаётся ранняя диагностика ЗНО [1].

Пациенты с опухолями визуальных локализаций в 2022 г. составили 46,2% (2021 г. – 48,8%) от пациентов с опухолевым процессом I–II стадии, выявленных активно. Об эффективности проводимых профилактических мероприятий свидетельствуют такие индикаторные показатели, как доля ЗНО, выявленных на I–II стадиях, и доля ЗНО, выявленных активно. Показатель активного выявления злокачественных новообразований в 2022 г. составил 24,5% (в 2021 г. — 24,1%).

Самые высокие показатели раннего выявления *in situ* наблюдались при опухолях кожи (кроме меланомы) — 96,8%, меланоме кожи — 79,6%.

Причины возникновения большинства опухолей хорошо изучены, что даёт возможность предотвратить не

менее 1/3 всех случаев заболевания. Перечень предотвратимых злокачественных новообразований будет расширяться по мере изучения причин и факторов риска [2].

Одной из важных и актуальных направлений медицины труда на современном этапе является объективная оценка предрасположенности и ранней диагностики онкологической патологии среди работающего населения. Однако, влияние производственных факторов на возникновение новообразований кожи у работающих с производственными химическими и физическими канцерогенами недостаточно изучено. Регистрируется низкое выявление профессиональных злокачественных новообразований кожи [3–6].

Анализ влияния характера трудовой деятельности на заболеваемость и структуру новообразований кожи лиц трудоспособного возраста показал, что фактор профессиональной вредности существенно повышает риск заболеваемости новообразований кожи, о чём свидетельствовали различия частоты их встречаемости среди представителей разных трудовых категорий. Общая распространенность различных эпителиальных новообразований кожи (ЭНОК) у работников профессионально-вредных

производств, достигавшая величины 75,7 (74,1–77,3), была достоверно более высокой, чем у работников обычных предприятий, где она составляла 40,2 (39,4–41,1) на 100 обследованных ( $p < 0,05$ ). Эпителиальные новообразования являются наиболее частыми, составляя более 60% всех опухолей кожного покрова. При этом опасная с точки зрения малигнизации доля эпителиальных опухолей достигает 30%, а истинных злокачественных — 8–10%. Наиболее часто из эпителиальных опухолей встречаются бородавки, папилломы, остроконечные кондиломы, фиброэпителиальные полипы и себорейные кератомы). Длительное воздействие канцерогенного фактора часто приводит у работающего к первоначальному появлению изменений кожи, которые гистологически проявляются как метаплазия и атипическое разрастание эпителия. Это позволило причислить профессиональную вредность к значимым факторам риска развития данных заболеваний [6–9]. Международным агентством по изучению рака (МАИР, IARC) в «Списке локализаций рака с достаточной и ограниченной доказанностью у людей» («List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans») приводятся варианты развития опухолей различных локализаций под воздействием канцерогенов в том числе профессиональных.

Одними из наиболее изученных и признанных канцерогенов являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые включают сотни химических веществ. В России рекомендуется контролировать на вредных производствах одно соединение из группы ПАУ — бенз(а)пирен, который образуется при горении органического сырья.

Ведущим фактором в развитии новообразований кожи считается ультрафиолетовое излучение (УФИ) спектра А и В, в диапазоне 320–400 нм и 280–320 нм, соответственно, способствующим развитию как доброкачественных, так и злокачественных образований кожи — меланомы, базально-клеточного и плоско-клеточного рака кожи [10]. УФИ спектра С 200–280 нм практически полностью поглощается атмосферой, УФ-А составляет 7,5–8% солнечной интенсивности, УФ-В — 1–1,5% солнечной интенсивности, УФ-С — не проникает. Облучение УФ-лучами диапазонов В и С опасно для глаз и кожи ожогами и риском развития рака кожи, УФ-А и УФ-В оказывают биологическое воздействие на человека, причём УФ-В оказывает наиболее выраженное воздействие на организм человека [11–13].

Воздействие УФИ сопровождается избыточной продукцией кератиноцитами провоспалительных цитокинов семейства ИЛ-1, в результате чего активируется вторичный каскад патологических изменений, приводящих к клеточному апоптозу. При хроническом воздействии УФИ повреждаются клетки Лангерганса, что обуславливает нарушение их антиген-презентативной функции и иммуносупрессивного действия [13, 14].

В последнее время обсуждается возможный синканцерогенный эффект этих воздействий в развитии плоскоклеточного рака у людей при сочетанном действии полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), таких как смолы и сажа в совокупности с ультрафиолетовым излучением. Имеются указания на (сверх) аддитивный эффект воздействия УФ-излучения и ПАУ, полученные в исследованиях на животных и механических исследованиях, синканцерогенез представляется возможным [15]. Дорожные строители одновременно подвергаются воздействию двух

канцерогенов: солнечного ультрафиолетового излучения (УФИ) и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в выбросах битума. Комбинированное воздействие может привести к фотогенотоксичности и увеличению скорости проникновения ПАУ в кожу [16].

При комбинированном воздействии на кератиноциты кожи человека *in vitro* УФИ в сочетании с бензапиреном вызывали повышенную гибель клеток. При этом воздействие отдельно бензапирена или УФИ не вызывали значительного повреждения кератиноцитов, измеренного с помощью анализа хвостовой ДНК в контрольных клетках. Как УФ-А, так и УФ-В повреждение может быть усилено предварительным воздействием бензапирена, хотя эффекты, наблюдаемые при воздействии УФ-А, были сильнее. Эти результаты показывают зависящее от длины волны различие в эффектах комбинированного воздействия на нормальные кератиноциты человека [17].

Генетические факторы играют значимую роль в патогенезе опухолей. У больных РК наследственная предрасположенность к опухолям установлена в 28% случаев. Из них более чем в ¾ случаев онкологическая патология выявлена среди родственников 1-й степени родства и у остальных (21,4%) — 2-й степени [18].

Изменение кожи под действием УФИ зависит от её фототипа — реакции кожи на воздействие солнца. Наиболее широкое применение получила классификация Т. Фитцпатрика, согласно которой выделяют 6 фототипов кожи. Наибольший риск возникновения ЗНО кожи имеют люди с I (кельтским) и II (светлокожим европейским) фототипами кожи. Увеличение количества солнечных ожогов в анамнезе напрямую связано с увеличением риска развития опухолей кожи в течение всей жизни. Так, пациенты с актиническим кератозом, как правило, имеют кожу I или II типа по Фитцпатрику, которая склонна к солнечным ожогам. Распространённость актинического кератоза резко снижается у лиц с кожей III, IV, V типов и отсутствует у лиц с кожей VI типа по Фитцпатрику [19, 20].

**Цель исследования** — оценить роль сочетанного воздействия полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и ультрафиолетового облучения (УФО) в возникновении пигментных новообразований кожи у работников, занятых в строительстве автомобильных дорог и автомагистралей и жилищно-коммунального хозяйства.

**Материалы и методы.** На основании проведённого аналитического обзора современной научно-технической, нормативной, методической литературы по проблеме диагностики новообразований кожи с применением клинико-лабораторных маркеров малигнизации доброкачественных новообразований кожи, разработан дизайн выполнения запланированного исследования.

Работа выполнена в соответствии с этическим стандартом, изложенным в Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации 1964 г. (с изменениями и дополнениями от 2013 г.). Все участники дали информированное согласие на участие в исследовании, одобренное в установленном порядке локальным этическим комитетом.

При проведении периодических медицинских осмотров (ПМО) в 2022–2024 гг. осмотрены 140 человек сформировавших 4 группы исследования.

В I группу вошли 35 асфальтобетонщиков — работников ГБУ Автомобильные дороги. Согласно СОУТ, имели контакт с ПАУ: технические смеси углеводородов: нефти, бензины Р, коксы Ф, керосины, уайт-спирит Р, мазуты,

битумы. Согласно анамнезу, работа производилась под воздействием солнечной инсоляции (УФИ) спектра А и В, в диапазоне 320–400 нм и 280–320 нм).

Во II группу вошли 35 слесарей по ремонту оборудования котельных и пылеприготовительных цехов — работников ПАО МОСЭНЕРГО. Согласно СОУТ, имели контакт с ПАУ: технические смеси углеводородов: нефти, бензины Р, коксы Р, керосины, уайт-спирит Р, мазуты, битумы.

В III группу вошли 35 электрогазосварщиков ООО «Москва Карго». Согласно СОУТ, имели контакт с электромагнитное излучение оптического диапазона (ультрафиолетовое излучение УФО С 200–280 нм).

В IV группу вошли 35 работников офисов, не имеющих контакт с ПАУ и УФИ на рабочем месте согласно СОУТ.

Клинико-анамнестические и диагностические методы включали: клиническое исследование-опрос больного, изучение данных анамнеза, жалоб больного, наследственности, конституции, профессиональной деятельности, типа кожи и вредных воздействий; длительности существования и динамику изменения размеров новообразования; визуальный осмотр кожных покровов пациента при естественном и боковом освещении; физикальное обследование новообразований кожи; осмотр в лучах лампы Вуда; эпилюминисцентную поверхностную микроскопию (дерматоскопию) новообразований с применением дерматоскопа Heine Delta 20.

УФ-излучение (320–400 нм), индуцируемое лампой Вуда, позволяет визуализировать в коже и волосах флюоресценцию, в основе которой лежит поглощение света электронами и переход их в возбуждённое, нестабильное состояние. Свет Вуда применяется для определения глубины залегания пигмента меланина в коже при гипермеланозе: контрастность эпидермальной пигментации увеличивается, в то время как контрастность дермальной пигментации уменьшается при освещении лампой Вуда по сравнению с окружающим видимым светом. Оценивались новообразования в виде пигментации, солнечных лентиг и эфелидов.

Оценка гиперпигментации проводилась согласно индексу площади и тяжести гиперпигментации (HASI). Индекс HASI вычислялся путём оценивания трех факторов: площади поражённых участков, их интенсивности и гомогенности. При этом для более удобных и точных вычислений расчёты осуществлялись по отдельности для четырёх частей лица: лоб, правая, левая скуловые области и подбородок, которые от общей площади поверхности лица составляют соответственно 30%, 30%, 30% и 10%. Площади гиперпигментации каждого из этих четырёх участков присваивалось числовое значение от 0 до 6: 0 = отсутствует; 1 = < 10%; 2 = 10–29%; 3 = 30–49%; 4 = 50–69%; 5 = 70–89%; 6 = 90–100%. Интенсивность и гомогенность оценивались по шкале от 0 до 4: 0 = отсутствует; 1 = незначительно; 2 = умеренно; 3 = заметно; 4 = сильно. Для каждой из частей и лица индекс HASI вычисляется путём суммы оценок степени интенсивности и гомогенности, умноженной на величину площади поражения в процентах:  $HASI = 0.3A(f)[D(f) + H(f)] + 0.3A(lm)[D(lm) + H(lm)] + 0.3A(rm)[D(rm) + H(rm)] + 0.1A(c)[D(c) + H(c)]$ , где А — площадь пигментации на участке; D — пигментные пятна; H — гомогенность пигментации на участке; f — лоб; lm — левая скуловая область; rm — правая скуловая область; c — подбородок. Показатель HASI рассчитывался для каждой из четырёх зон по формуле:  $P = (D+H) \times A$ . Затем использовалась формула

для лица:  $HASI = 0,3 \times P \text{ лоб} + 0,3 \times P \text{ правая щека и скула} + 0,3 \times P \text{ левая щека и скула} + 0,3 \times P \text{ подбородок}$ . Полученные значения интерпретировались, как 0–11 — лёгкая пигментация, 12–23 — умеренная, 24–36 — выраженная и 37–48 — сильная пигментация [21–24].

Дерматоскопия — оптический метод прижизненной визуализации структур кожи, придатков кожи и слизистых оболочек. Данный метод позволяет с высокой точностью оценивать состояние микрососудистой сети пигментных новообразований кожи и выявляет характерный для злокачественных опухолей кожи (беспигментная меланома, базальноклеточный рак) тип кровеносных сосудов. Занимая промежуточное положение между клиническим и гистологическим исследованием, дерматоскопия дополняет первое, но не исключает необходимость патоморфологической верификации диагноза при новообразованиях кожи [10, 11]. Для уменьшения отражения света от поверхности кожи и улучшения визуализации новообразования на поверхность кожи в области ЭНОК наносили тонкий слой иммерсионного масла или гель, содержащий 70% изопропилового спирта. После этого прислоняли дерматоскоп с небольшим нажатием к поверхности ЭНОК. Посредством фокусирующего кольца настраивали резкость изображения, после чего изучали ЭНОК при освещении встроенными светодиодами (LED) дерматоскопа. Данная методика позволяет чётко визуализировать различные структурные особенности и патологические отклонения в эпидермисе, эпидермально-дермальной области, ретикулярном слое дермы.

В настоящее время дерматоскопия и осмотр в лучах лампы Вуда применяется в повседневной клинической практике и входит в стандарт оснащения кабинета врача-дерматовенеролога согласно приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 ноября 2012 г. № 924н.

Цифровые фотографии при проведении дерматоскопии выполняются с помощью цифрового фотоаппарата Nikon D3100 18–55 II Kit, который соединялся с дерматоскопом переходным кольцом Nikon UR-E15. Для оценки меланоцитарных образований использовался при помощи алгоритма CASH (оцениваются цвет, архитектура, симметрия и гомогенность новообразования). Оценка немеланоцитарных новообразований оценивалась по наличию или отсутствию одного из дерматоскопических признаков, таких как глобулярные структуры по периферии образования, наличие двух и более цветов, асимметрия, диаметр.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием электронной программы Microsoft Office Excel 2020.

Результаты и обсуждение. Для исключения влияния возраста и фототипа кожи на результаты проводимого исследования были отобраны и осмотрены 140 человек с I и II фототипами кожи в возрасте 35–45 лет.

Согласно анамнестическим данным и данным специальной оценки условий труда (СОУТ) разделение на группы проведено в соответствии с воздействующим производственным фактором: I группа 35 человек — УФО+ПАУ, II группа — 35 человек — ПАУ, III группа — 35 человек — УФО, IV группа (контрольная группа) — 35 человек — отсутствие контакта с ПАУ и УФО. Стаж работы в контакте с производственными канцерогенами составил более 5 лет.

При сборе анамнеза особое внимание уделялось истории солнечных ожогов и фотодерматита в период работы. Солнечные ожоги во время отпуска исключались. Так, в I груп-

пе (УФО+ПАУ) у 31 человека (88,57%) отмечались солнечные ожоги в весенне-летнее время, при этом у 12 человек (34,29%) диагностировался фотодерматит. Во II группе (ПАУ) у 23 человек (65,71%) отмечались солнечные ожоги в весенне-летнее время, фотодерматит был диагностирован у 3 человек (8,57%). Осмотренные лица III группы (УФО) отрицали солнечные ожоги и фотодерматит на рабочем месте, так же, как и осмотренные группы контроля.

При клиническом осмотре проводилась оценка наличия пигментации и новообразований кожи (лентиги, эфелиды, себорейные кератомы) (*табл. 1*).

Наиболее частыми локализациями пигментации и новообразований кожи явились открытые участки тела: лицо, кисти, верхняя треть спины. При этом у асфальтобетонщиков — I группа, работающих в условиях воздействия ПАУ и солнечной инсоляции (спектра А и В, в диапазоне 320–400 нм и 280–320 нм), пигментные новообразования выявлены достоверно у большего количества лиц в сравнении с популяционным контролем по всем локализациям на коже.

Оценка площади и индекса тяжести гиперпигментации у обследованных проводилась в соответствии с индексом HASI при визуальном клиническом осмотре и с использованием лампы Вуда (*табл. 2*).

Индекс HASI (в обследованных группах показал, что наиболее высоки показатели (24–48) HASI отмечались у большего количества лиц — 57,1% — I группы (УФО+ПАУ), в сравнении с группами лиц (II, III, IV), не работающих в условиях воздействия солнечной инсоляции

(спектра А и В, в диапазоне 320–400 нм и 280–320 нм). При этом отмечается, что интенсивность пигментации выше, а площадь поражения больше при оценке очагов гиперпигментации в лучах лампы Вуда в сравнении с клиническим осмотром во всех обследованных группах.

Дерматоскопическая диагностика применялась для дифференциальной диагностики имеющихся новообразований кожи. Доброкачественные образования кожи в обследованных группах включали: кератомы — четко отграниченные, округло-овальные, выступающие над поверхностью кожи образования, имеют широкое основание с матовой перфорированной поверхностью и роговыми пробками. Дерматоскопически имеющие четкие границы, комедоноподобные структуры, милиумподобные кисты, мозговидные структуры; меланоз — пятна округлой или овальной формы, от светло-коричневого до черного цвета, обусловленные избытком меланина в кератиноцитах базального слоя эпидермиса. При дерматоскопии отмечаются сосуды слизистой в виде петель, пигментация в виде параллельных структур; лентиги — пятна диаметром 1–3 см, цвета от светло-желтого до темно-коричневого, нерезко неравномерно окрашенные, пестрые пятна. Дерматоскопически различают диффузные светло-коричневые бесструктурные области, четко отграниченный или «изъеденный молью» край структуры по типу отпечатка пальцев, сетчатый рисунок с тонкими линиями, которые могут быть короткими и беспорядочно прерывающимися. Злокачественных новообразований кожи у лиц обследованных групп не выявлено.

Таблица 1 / Table 1

#### Локализации пигментации и новообразований кожи, выявленные при клиническом осмотре Localization of pigmentation and skin neoplasms revealed during clinical examination

| Расположение ЭНОК   | I группа (УФО+ПАУ), человек | II группа ПАУ | III группа УФО | IV группа контроль |
|---------------------|-----------------------------|---------------|----------------|--------------------|
| Лицо                | 29 (82,9%)*                 | 23 (65,7%)    | 17 (48,6%)     | 15 (42,9%)         |
| Шея                 | 31 (88,6%)*                 | 22 (62,0%)*   | 16 (45,7%)     | 13 (37,1%)         |
| Кисти               | 35 (100%)*                  | 33 (94,3%)*   | 19 (54,3%)*    | 9 (25,7%)          |
| Плечо, предплечье   | 22 (62,0%)*                 | 18 (51,4%)    | 19 (54,3%)*    | 10 (28,6%)         |
| Верхняя треть спины | 33 (94,3%)*                 | 20 (57,1%)    | 12 (34,3%)     | 9 (25,7%)          |
| Нижние конечности   | 9 (25,7%)                   | 9 (25,7%)     | 5 (14,3%)      | 6 (17,1%)          |

Примечание: \* — достоверное отличие от популяционного контроля при уровне достоверности  $p < 0,05$ .

Note: \* — significant difference from population control at a confidence level of  $p < 0.05$ .

Таблица 2 / Table 2

#### Показатели площади гиперпигментации и индекса тяжести (HASI) в обследованных группах при клиническом осмотре (КО) и в лучах лампы Вуда (ЛВ) Indicators of hyperpigmentation area and severity index (HASI) in the examined groups during clinical examination and under Wood's lamp

| Группы обследованных | I группа (УФО+ПАУ), человек |             | II группа ПАУ, человек |             | III группа УФО, человек |            | IV группа Контроль, человек |            |
|----------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------|------------|
|                      | КО                          | ЛВ          | КО                     | ЛВ          | КО                      | ЛВ         | КО                          | ЛВ         |
| Индекс HASI          |                             |             |                        |             |                         |            |                             |            |
| 0–11 — лёгкая        | 5 (14,3%)                   | 1 (2,9%)    | 7 (20,0%)              | 3 (8,6%)    | 12 (34,3%)              | 9 (25,7%)  | 17 (48,6%)                  | 12 (34,3%) |
| 12–23 — умеренная    | 8 (22,9%)                   | 3 (8,6%)    | 12 (34,3%)             | 7 (20,0%)   | 16 (45,7%)              | 12 (34,3%) | 15 (42,9%)                  | 13 (37,1%) |
| 24–36 — выраженная   | 16 (45,7%)                  | 22 (62,9%)  | 15 (42,9%)             | 19 (54,3%)  | 7 (20,0%)               | 13 (37,1%) | 3 (8,6%)                    | 9 (25,7%)  |
| 37–48 — сильная      | 4 (11,4%)                   | 9 ° (25,7%) | 1 (2,9%)               | 6 ° (17,1%) | 0 (0,0%)                | 1 (2,9%)   | 0 (0,0%)                    | 1 (2,9%)   |

Примечание: \* — достоверное отличие от популяционного контроля при уровне достоверности  $p < 0,05$ ; ° — достоверное отличие от популяционного контроля при уровне достоверности  $p < 0,05$  (исследование в лучах лампы Вуда).

Note: \* — significant difference from population control at a confidence level of  $p < 0.05$ ; ° — significant difference from population control at a confidence level of  $p < 0.05$  (study in the rays of a Wood's lamp).

**Заключение.** Для получения объективных результатов исследований роли сочетанного воздействия полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и ультрафиолетового облучения (УФО) в возникновении пигментных новообразований кожи был использован метод определения индекса площади гиперпигментации и индекса тяжести (НАСИ) в лучах лампы Вуда, применяемой для определения глубины залегания пигмента в коже. При сопоставлении полученных результатов, было выявлено увеличение площади гиперпигментации и её интенсивности с локализацией на открытых участках тела, у работников, занятых в строительстве автомобильных дорог и автомагистралей и жилищно-коммунального хозяй-

ства, контактирующих в условиях сочетанного воздействия канцерогенов (ПАУ) и ультрафиолетового облучения (УФО А и В).

Для оценки риска малигнизации новообразований кожи (синканцерогенного эффекта) требуется дальнейшее динамическое наблюдение в длительном временном интервале и расширение эпидемиологических исследований. Поскольку полученные данные указывают на аддитивный эффект воздействия УФ-излучения и ПАУ в возникновении пигментных новообразований кожи необходимы дальнейшие углублённые исследования для изучения этиопатогенеза фотогенотоксичности в зависимости от дозы-эффекта.

### Список литературы (пп. 12–17, 20, 22–24 см. References)

1. Малишевская Н.П., Соколова А.В., Петкау В.В. и др. Современное состояние заболеваемости и диагностики меланомы и других злокачественных новообразований кожи в Российской Федерации и Уральском федеральном округе. *Эффективная фармакотерапия*. 2024; 20(5): 18–23.
2. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. ред. *Состояние онкологической помощи населению России в 2022 году*. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2022.
3. Измеров Н.Ф. ред. *Российская энциклопедия по медицине труда*. М.: Медицина; 2005.
4. Бухтияров И.В. ред. *Профессиональная патология. Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2024: 562–631.
5. Измерова Н.И., Селицкий Г.Д. *Национальное руководство: Профессиональные дерматозы и их профилактика*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011: 648–658.
6. Смуглевич В.Б. *Профессия и рак*. М.: Медицина; 2000.
7. Молочков В.А., Хлебникова А.Н., Кунцевич Ж.С., Молочков А.В. *Эпителиальные опухоли кожи*. М.: Бином; 2012.
8. Валеева Э.Т., Мухаммадиева Г.Ф., Тихонова Т.П., Каримова Л.К. Условия труда и профессиональные злокачественные новообразования у работников производства стекловолокна. *Здоровье населения и среда обитания*. 2011; 12(225): 28–30.
9. Валеева Э.Т., Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Гимранова Г.Г., Гайнуллина М.К., Тимашева Г.В., Масыгутова Л.М., Зотова Т.М. Факторы риска и особенности формирования профессиональной заболеваемости у работающих в нефтехимической промышленности. Пособие для врачей ФГУН УфНИИ МТ ЭЧ Роспотребнадзора. Уфа; 2008.
10. Измерова Н.И., Богачева Н.А., Петинати Я.А., Чистова И.Я. Преинвазивная диагностика меланомы кожи у работников, контактирующих с полициклическими ароматическими углеводородами. *Профессиональное здоровье и трудовое долголетие. Материалы Международной научно-практической конференции*. М.: 2018: 73–75.
11. Измерова Н.И., Чистова И.Я., Богачева Н.А., Петинати Я.А., Деревнина А.В. Значение дерматоскопической диагностики новообразований кожи у работающих с промышленными канцерогенами. *Медицина труда и промышленная экология*. М.: 2021; 61(4): 267–274.
12. Вавринчук А.С., Марочко А.Ю. Рак кожи: факторы риска, эпидемиология в России и в мире. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 6. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23142>
13. Кубанова А.А., Адашкевич В.П., Гантман М.В., ред. пер. с англ. *Дерматология Фицпатрика в клинической практике*. М.: Панфилова: БИНОМ; 2012.
14. Вашкевич Ю.И., Крумачев В.В. Анализ применения транексамовой кислоты для лечения мелазмы. *Клиническая дерматология и венерология*. 2021; 20(1): 157–163.

### References

1. Malishevskaya N.P., Sokolova A.V., Petkau V.V. et al. Current state of incidence and diagnosis of melanoma and other malignant skin neoplasms in the Russian Federation and the Ural Federal District. *Ehffektivnaya farmakotetapiya*. 2024; 20(5): 18–23.
2. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Shakhzadova A.O. eds. *The state of oncological care for the population of Russia in 2022*. Moscow: P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute — branch of the National Medical Research Center of Radiology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2022.
3. Izmerov N.F. ed. *Russian Encyclopedia of Occupational Medicine*. Moscow: Medicine; 2005.
4. Bukhtiyarov I.V. ed. *Occupational Pathology. National leadership*. М.: GEOTAR-Media; 2024: 562–631. S. Izmerova N.I., Selitsky G.D. National guidelines: Occupational dermatoses and their prevention. М.: GEOTAR-Media; 2011: 648–658.
5. Izmerova N.I., Selitsky G.D. *National guidelines: Occupational dermatoses and their prevention*. М.: GEOTAR-Media; 2011: 648–658.
6. Smulevich V.B. *Profession and cancer*. М.: Meditsina; 2000.
7. Molochkov V.A., Khlebnikova A.N., Kuntsevich Zh.S. Molochkov A.V. *Epithelial tumors of the skin*. М.: Binom; 2012.
8. Valeeva E.T., Muhammadieva G.F., Tikhonova T.P., Karimova L.K. Working conditions and occupational malignant neoplasms in fiberglass production workers. *Zdorovye naseleniya i sreda obitaniya*. 2011; 12(225): 28–30.
9. Valeeva E.T., Karimova L.K., Bakirov A.B., Gimranova G.G., Gainullina M.K., Timasheva G.V., Masyagutova L.M., Zotova T.M. Risk factors and features of formation of occupational morbidity in workers in the petrochemical industry. Manual for doctors of the Federal State Institution of Science Ufa Research Institute of Medicine and Epidemiology of Rospotrebnadzor. Ufa; 2008.
10. Izmerova N.I., Bogacheva N.A., Petinati Ya.A., Chistova I.Ya. Preinvasive diagnostics of skin melanoma in workers in contact with polycyclic aromatic hydrocarbons. *Professional health and working longevity. Proceedings of the International scientific and practical conference*. М.: 2018: 73–75.
11. Izmerova N.I., Chistova I.Ya., Bogacheva N.A., Petinati Ya.A., Deravnina A.V. *The Importance of Dermatoscopic Diagnostics of Skin Neoplasms in Workers with Industrial Carcinogens Occupational Medicine and Industrial Ecology*. Moscow: 2021; 61(4): 267–274
12. López-Camarillo C., Ocampo E.A., Casamichana M.L., Pérez-Plasencia C., Álvarez-Sánchez E., Marchat L.A. Protein kinases and transcription factors activation in response to UV-radiation of skin: Implications for carcinogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*. 2012; 13: 142–172. <https://doi.org/10.3390/ijms13010142>
13. Calzavara-Pinton P., Ortel B., Venturini M. Non-melanoma skin cancer, sun exposure and sun protection. *Giornale italiano di dermatologia e venerologia*. 2015; 150(4): 369–378.

14. Martens M.C., Seebode C., Lehmann J., Emmert S. Photocarcinogenesis and Skin Cancer Prevention Strategies: An Update. *Anticancer Res.* 2018; 38(2): 1153–1158. <https://doi.org/10.21873/anticancer>
15. Weistenhöfer W., Lutz R., Hiller J., Schmitz-Spanke S., Drexler H. Syncarcinogenesis of natural UV radiation and polycyclic aromatic hydrocarbons in the development of squamous cell carcinomas of the skin? *Deutschen Dermatologischen Gesellschaft.* 2022; 20(9): 1179–1186. <https://doi.org/10.1111/ddg.14818>
16. Hopf B.N., Spring P., Hirt-Burri N., Jimenez S., Sutter B., Vernez D., Berthet A. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) skin permeation rates change with simultaneous exposures to solar ultraviolet radiation (UV-S). Author links open overlay panel. *Nancy Toxicology Letters.* 2018; 287: 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2018.01.024>
17. Crallan A.R., Ingham E., Routledge M.N. Wavelength dependent responses of primary human keratinocytes to combined treatment with benzo[a]pyrene and UV light. *Mutagenesis.* 2005; 20(4): 305–10. <https://doi.org/10.1093/mutage/gei042>
18. Vavrinchuk A.S., Marochko A.Yu. Skin cancer: risk factors, epidemiology in Russia and in the world Modern problems of science and education 2015: 6. <https://science-education.ru/article/view?id=23142>
19. Kubanova A.A., Adaskevich V.P., Gantman M.V., eds. trans. from English. Fitzpatrick's Dermatology in Clinical Practice. Moscow: Panfilova: BINOM; 2012.
20. Wu Sh., Cho E., Li W.-Q., Weinstock M.A., Han J., Qureshi A.A. History of Severe Sunburn and Risk of Skin Cancer Among Women and Men in 2 Prospective Cohort Studies. *American Journal of Epidemiology.* 2016; 183(9): 824–33. <https://doi.org/10.1093/aje/kwv282>
21. Vashkevich Yu.I., Krumkachev V.V. Analysis of the Use of Tranexamic Acid for the Treatment of Melasma. *Clinical Dermatology and Venereology.* 2021; 20(1): 157–163.
22. Taylor S.C., Arsonnaud S., Czernielewski J. Hyperpigmentation Scale Study Group. The Taylor Hyperpigmentation Scale: a new visual assessment tool for the evaluation of skin color and pigmentation. *Cutis.* 2005; 76(4): 270–4.
23. Kothiwala S., Tiwary A.K., Kumar P. Series editor: Robert A. Norman. Tampa, FL. *Clinical cases in disorders of melanocytes.* Springer Nature Switzerland AG, 2020: 207.
24. Sarkar R., Puri P., Jain R.K. et al. Melasma in men: a clinical, aetiological and histological study. *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 2010; 24(7): 768–72. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2009.03524.x>

#### Сведения об авторах:

- Измерова Наталья Ивановна** главный научный сотрудник ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», Заслуженный врач РФ, д-р мед. наук, профессор.  
E-mail: [izmerova@irioh.ru](mailto:izmerova@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7053-568X>
- Кузьмина Людмила Павловна** заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», д-р биол. наук, профессор.  
E-mail: [kuzmina@irioh.ru](mailto:kuzmina@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-3186-8024>
- Чистова Илона Ярославовна** старший научный сотрудник клинического отдела профессиональных и производственно обусловленных заболеваний ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», канд. мед. наук.  
E-mail: [ilonachis@mail.ru](mailto:ilonachis@mail.ru)

#### About the authors:

- Natalia I. Izmerova** Chief Researcher, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Honored Doctor of the Russian Federation, Dr. of Sci. (Med.), Professor.  
E-mail: [izmerova@irioh.ru](mailto:izmerova@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0002-7053-568X>
- Lyudmila P. Kuzmina** Deputy Director for Scientific Work, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Dr. of Sci. (Biol.), Professor.  
E-mail: [kuzmina@irioh.ru](mailto:kuzmina@irioh.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-3186-8024>
- Ilona Ya. Chistova** Senior Researcher of the Clinical Department of Occupational and Work-related Diseases, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Cand. of Sci. (Med.)  
E-mail: [ilonachis@mail.ru](mailto:ilonachis@mail.ru)