



Шеенкова М.В., Рушкевич О.П., Яцына И.В.

## Особенности метаболической патологии печени в условиях воздействия промышленных аэрозолей

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Россия

**Введение.** Статья посвящена изучению особенностей метаболической патологии печени в условиях воздействия вредных производственных факторов. Актуальность исследования неалкогольной жировой болезни печени работающих в контакте с промышленными аэрозолями обусловлена высокой распространенностью заболевания среди населения трудоспособного возраста, полиэтиологичностью патологии, в том числе патогенетической связью с внешними бытовыми и профессиональными токсическими воздействиями.

**Материалы и методы.** Обследованы 204 рабочих промышленных производств, распределённых на четыре группы в соответствии с составом возмущающего аэрозоля: пыль медно-никелевых руд, сварочный аэрозоль, кварцсодержащая пыль, углеродная пыль. Проведены анкетирование с применением опросника AUDIT, осмотр пациентов, антропометрия, ультразвуковое исследование органов брюшной полости, биохимический анализ крови, определение маркеров вирусных гепатитов В и С, иммуноглобулинов сыворотки крови.

**Результаты.** У обследованных, контактировавших с пылью медно-никелевого аэрозоля, частота выявления ультразвуковых признаков поражения печени достоверно превышает аналогичный показатель обследованных, контактировавших с кварцсодержащей пылью ( $p < 0,05$ ), а также частоту выявления в группе работающих в условиях воздействия углеродного и сварочного аэрозоля ( $p > 0,05$ ). Чаще всего повышение активности печёночных ферментов отмечалось среди работающих в контакте с пылью медно-никелевой руды. Выявлены достоверные различия между 1-й и 3-й; 1-й и 4-й группами ( $p < 0,05$ ). По частоте нарушений липидного и углеводного обмена, патологии желчевыводящих путей достоверных различий между группами не выявлено.

**Заключение.** Установлено превалирование заболеваний печени в группе контактировавших с медно-никелевой пылью. Выявленные изменения не зависят от особенностей липидного и углеводного обмена, патологии желчевыводящих путей. Для детального изучения поражения печени у рабочих промышленных предприятий необходимо проведение углублённого исследования.

**Ключевые слова:** неалкогольная жировая болезнь печени; вредные производственные факторы; метаболическая патология печени; промышленный аэрозоль

**Для цитирования:** Шеенкова М.В., Рушкевич О.П., Яцына И.В. Особенности метаболической патологии печени в условиях воздействия промышленных аэрозолей. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (9): 943–946. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-943-946>

**Для корреспонденции:** Шеенкова Мария Викторовна, канд. мед. наук, зав. терапевтическим отделением Института общей и профессиональной патологии им. академика РАМН А.И. Потапова ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи. E-mail: sheenkovamv@fferisman.ru

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

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

**Участие авторов:** Шеенкова М.В. — сбор и обработка материала, статистический анализ, написание текста, сбор данных литературы; Рушкевич О.П. — обработка данных, написание текста, обсуждение результатов, сбор данных литературы; Яцына И.В. — обработка данных, написание текста, обсуждение результатов, редактирование статьи. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 15.06.2021 / Принята к печати 17.08.2021 / Опубликована 20.09.2021

Marina V. Sheenkova, Oksana P. Rushkevich, Irina V. Yatsyna

## Features of metabolic pathology of the liver under the influence of industrial aerosols

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation

**Introduction.** The article is devoted to the study of the features of the metabolic pathology of the liver under the influence of harmful industrial factors. The relevance of the study of nonalcoholic fatty liver disease of workers in contact with industrial aerosols is due to the high prevalence of the disease among the working-age population, the polyetiological nature of the pathology, including the pathogenetic relationship with external household and occupational toxic effects.

**Materials and methods.** They were examined two hundred four industrial production workers, divided into four groups according to the composition of the affected aerosol: copper-nickel ore dust, welding aerosol, quartz-containing dust, carbon-based dust. The survey was conducted using the AUDIT questionnaire, examination of patients, anthropometry, ultrasound examination of the abdominal organs, biochemical blood analysis, determination of viral hepatitis B and C markers, and serum immunoglobulins.

**Results.** The frequency of detection of ultrasonic signs of liver damage in the examined patients who came into contact with copper-nickel aerosol dust significantly exceeds the same indicator of the studied patients who came into contact with quartz-containing dust ( $p < 0.05$ ) and also exceeds the frequency of detection in the group working under the influence of carbon-based and welding aerosol ( $p > 0.05$ ). Most often, an increase in the activity of liver enzymes was noted among those working in contact with copper-nickel ore dust. Significant differences were found between groups 1 and 3; 1 and 4 ( $p < 0.05$ ). There were no significant differences between the groups in the frequency of lipid and carbohydrate metabolism disorders and biliary tract pathology.

**Discussion.** The results of the study may be related to the toxic effects of the copper-nickel aerosol but may also be associated with the climatogeographic features of the workers' habitat.

**Conclusion.** The prevalence of liver diseases in the group that came into contact with copper-nickel dust was established. The revealed changes do not depend on lipid and carbohydrate metabolism features, pathology of the biliary tract. For a detailed study of liver damage in industrial workers, it is necessary to conduct an in-depth study.

**Keywords:** nonalcoholic fatty liver disease; harmful production factors; metabolic liver pathology; industrial aerosol

**For citation:** Sheenkova M.V., Rushkevich O.P., Yatsyna I.V. Features of metabolic pathology of the liver under the influence of industrial aerosols. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100 (9): 943–946. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-943-946> (In Russ.)

**For correspondence:** *Maria V. Sheenkova*, MD, PhD, Head of the Therapeutic Department of the Institute of General and Professional Pathology named after Academician A.I. Potapov, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. E-mail: sheenkovamv@ferisman.ru

**Information about the authors:**

Sheenkova M.V., <https://orcid.org/0000-0002-4266-9410> Yatsyna I.V., <https://orcid.org/0000-0002-8650-8803>

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

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

**Contribution:** *Sheenkova M.V.* – collection of material, data processing, statistical analysis, text writing, collection of literary data; *Rushkevich O.P.* – data processing, text writing, discussion of results, collection of literary data; *Yatsyna I.V.* – data processing, text writing, results discussion, article editing. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Received: June 15, 2021 / Accepted: August 17, 2021 / Published: September 20, 2021

## Введение

Исследования, посвящённые сохранению здоровья работающего населения, актуальны на современном этапе развития профилактической медицины, способствуют продлению профессионального долголетия. Согласно Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 г.\*, необходим постоянный мониторинг состояния здоровья работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами, организация и развитие системы профилактики профессиональных рисков [1, 2]. Неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБ) является полиэтиологической патологией, лидирующей в структуре заболеваний внутренних органов в Российской Федерации [3] с максимальной распространённостью в возрастной группе 40–59 лет [4]. По результатам международного эпидемиологического исследования, с 1997 г. и на протяжении 20 лет отмечается пятикратное увеличение заболеваемости НАЖБ в возрастной когорте 18–39 лет [5]. В основе патогенеза НАЖБП лежит нарушение углеводного и липидного метаболизма [6]. Развитие метаболической патологии печени зависит от генетической предрасположенности, наличия хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта с синдромом избыточного бактериального роста, внешних токсических воздействий, в том числе приёма препаратов, вызывающих повреждение гепатоцитов, воздействия химических веществ бытового или промышленного генеза [7]. Многообразие факторов риска развития и прогрессирования заболевания, широкая распространённость метаболической патологии среди населения трудоспособного возраста делают актуальным изучение особенностей поражения печени у рабочих промышленных производств [8, 9], детальное сопоставление выявляемых изменений с воздействием профессиональных факторов.

Цель исследования – проанализировать частоту и особенности метаболической патологии печени у работающих в условиях воздействия промышленных аэрозолей различных физико-химических свойств.

## Материалы и методы

В условиях Института общей и профессиональной патологии ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана обследованы 204 рабочих горнодобывающей и машиностроительной промышленности, средний возраст обследованных составил  $53,6 \pm 4,7$  года, средний стаж работы по специальности –  $22,7 \pm 7,1$  года. Все обследованные – представители мужского пола.

Критериями исключения из исследования являлись: потребление алкоголя в гепатотоксичных дозах (более 16 баллов по опроснику AUDIT [10]), морбидное ожирение (ИМТ более  $35 \text{ кг/м}^2$ ), сахарный диабет, выявление маркеров вирусных гепатитов В и С (HBsAg, HCVAb),

определение скрининговых маркеров аутоиммунного гепатита (повышение IgG в 1,5 раза и выше).

Обследованные были распределены на группы с учётом физико-химического состава промышленного аэрозоля. В 1-ю группу из 45 человек (средний возраст –  $53,5 \pm 4,1$  года, стаж –  $22,7 \pm 6,9$  года) вошли подземные горнорабочие, подвергавшиеся воздействию пылевых выбросов медно-никелевого производства. Во 2-ю группу из 46 человек (средний возраст –  $54 \pm 5,3$  года, стаж –  $22,8 \pm 8,1$  года) вошли газэлектросварщики, подвергавшиеся воздействию сварочного аэрозоля. 3-ю группу из 73 человек (средний возраст –  $53,2 \pm 5,1$  года, стаж –  $22,3 \pm 6,9$  года) составили рабочие, подвергавшиеся воздействию кварцсодержащей пыли. 4-я группа из 40 человек (средний возраст –  $56,6 \pm 2,5$  года, стаж –  $23,4 \pm 3,8$  года) – горнорабочие, подвергавшиеся воздействию углеродной пыли.

В ходе исследования проводились анкетирование для выявления количества потребляемого алкоголя с применением опросника AUDIT, осмотр пациентов, антропометрия с расчётом индекса массы тела (ИМТ), ультразвуковое исследование органов брюшной полости, биохимический анализ крови, определение антител к вирусу гепатита С (HCVAb), поверхностного антигена вируса гепатита В (HBsAg), количественное определение иммуноглобулинов сыворотки крови с использованием иммуноферментного анализа. К ультразвуковым (УЗ) признакам НАЖБП были отнесены изменения паренхимы печени в виде гиперэхогенности и неоднородности структуры, изменения сосудистого рисунка, дистального затухания эхосигнала. К УЗ-признакам патологии желчевыводящих путей были отнесены признаки холелитиаза и дискинезии желчевыводящих путей в виде деформации или изменения объёма желчного пузыря, наличия гиперэхогенной взвеси в полости, расширения холедоха. К изменениям функциональных печёночных проб были отнесены повышение уровня аланинаминотрансферазы (АлАТ) более 40 Ед/л, аспаратаминотрансферазы (АсАТ) более 36 Ед/л, общего билирубина более  $20,5 \text{ мкмоль/л}$ . Оценивалось диагностически значимое повышение уровня глюкозы венозной крови натощак более  $5,5 \text{ ммоль/л}$ , повышение триглицеридов (ТГ) от  $1,7 \text{ ммоль/л}$  и более, снижение липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) ниже  $0,9 \text{ ммоль/л}$ .

Исследования выполнены на лицензированном оборудовании по стандартным методикам в условиях ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора.

Обследование выполнено с соблюдением этических норм, определёнными Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (2013) и Приказом Минздрава РФ № 200н от 01.04.2016 г.

Статистический анализ проводился с применением программы Microsoft Excel 2013 AtteStat 9.2 с использованием критерия нормальности распределения измеряемых переменных Колмогорова–Смирнова, значений средней величины ( $M$ ) и стандартной ошибки ( $m$ ). Достоверность различий оценивалась с применением критерия Фишера ( $\varphi$ ). Различия считались статистически значимыми при достижении уровня значимости  $p < 0,05$ .

\* Указ Президента РФ от 6 июня 2019 г. № 254 «О стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года». Официальный сайт Правительства Российской Федерации. Доступно по: <https://government.ru/docs/all/122274/>

### Частота ультразвуковых признаков и биохимических показателей гепатобилиарной патологии у различных групп обследованных Frequency of ultrasound signs and biochemical parameters of hepatobiliary pathology in the examined different groups

Показатель Index	Номер группы Group number								
	1		2		3		4		
	Пыль медно-никелевой руды Copper-nickel ore dust n = 45		Сварочный аэрозоль Welding aerosol n = 46		Кварцсодержащая пыль Quartz-containing dust n = 73		Углеродная пыль Ore dust n = 40		
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	
Ультразвуковые признаки неалкогольной жировой болезни печени Ultrasound signs of non-alcoholic fatty liver disease	36	80.0	26	56.5	33	45.2	22	55.0	$\varphi_{1-3} = 1,67$
Ультразвуковые признаки патологии желчевыводящих путей Ultrasound signs of biliary tract pathology	16	35.5	13	28.2	25	31.6	9	22.5	$\varphi < 1,64$
Повышение активности аланинаминотрансферазы Increased activity of alanine aminotransferase	11	24.4	8	17.4	7	9.5	2	5.0	$\varphi_{1-3} = 1,71; \varphi_{1-4} = 1,95$
Повышение активности аспаратаминотрансферазы Increased activity of aspartate aminotransferase	12	26.6	6	13.0	7	9.5	2	5.0	$\varphi_{1-3} = 1,74; \varphi_{1-4} = 1,97$
Повышение общего билирубина Increased bilirubin total	6	13.3	6	13.0	8	10.9	2	5.0	$\varphi < 1,64$
Повышение глюкозы Increased glucose	9	20.0	8	17.4	8	10.9	4	10.0	$\varphi < 1,64$
Повышение триглицеридов и/или снижение липопротеидов высокой плотности Increased triglycerides and/or decreased high density lipoproteins	34	75.5	38	82.6	66	90.0	18	90.0	$\varphi < 1,64$

Примечание.  $\varphi$  – критическое значение критерия Фишера ( $p < 0,05$ ).

Note.  $\varphi$  – critical value of the Fisher criterion ( $p < 0.05$ ).

## Результаты

У обследованных, контактировавших с пылью медно-никелевого аэрозоля, в 80% случаев выявлены УЗ-признаки НАЖБП (см. таблицу), что достоверно превышает частоту выявления (45,2%) в группе контактировавших с кварцсодержащей пылью ( $\varphi_{1-3} = 1,67; p < 0,05$ ); а также превышает частоту выявления (55%) в группе работающих в условиях воздействия углеродной пыли и сварочного аэрозоля (56,5%), различия не достигают статистически значимого уровня ( $p > 0,05$ ).

При анализе результатов ультразвукового исследования желчевыводящих путей достоверных различий между группами по частоте выявления УЗ-признаков патологии желчевыводящих путей не выявлено ( $p > 0,05$ ), изменения отмечены в 35,5% случаев среди обследованных 1-й группы, в 28,2% случаев среди обследованных 2-й группы, в 31,6 и в 22,5% случаев соответственно среди обследованных 3-й и 4-й групп.

Наибольшая доля лиц с повышением активности печёночных ферментов выявлена среди работающих в контакте с пылью медно-никелевой руды. Содержание в сыворотке крови АЛАТ, превышающее референтное значение, отмечено у 24,4% обследованных 1-й группы. При этом выявлены достоверные различия между 1-й и 3-й (повышение активности АЛАТ отмечено в 9,5% случаев) группами  $\varphi_{1-3} = 1,71, p < 0,05$ ; а также между 1-й и 4-й (повышение активности АЛАТ отмечено в 5% случаев) группами  $\varphi_{1-4} = 1,71, p < 0,05$ . Превышение нормальных значений уровня АЛАТ среди обследованных 3-й группы выявлено в 9,5% случаев и не имело достоверных различий при сравнении с другими группами ( $p > 0,05$ ).

Концентрация в сыворотке крови АсАТ, превышающая нормальные значения, чаще всего отмечалась среди работающих в контакте с пылью медно-никелевой руды (26,6% случаев). У работающих в условиях воздействия сварочного аэрозоля повышение активности АсАТ отмечено в 13% случаев. Показатели АсАТ контактировавших с кварцсодержащей пылью повышены в 9,5%, что достоверно меньше, чем в группе контактировавших с пылью медно-никелевой руды ( $\varphi_{1-3} = 1,74; p < 0,05$ ). Реже всего наблюдалось превышение нормальных значений АсАТ в группе работающих в условиях воздействия углеродной пыли (5%), при этом отмечалось достоверное различие при сравнении с группой контактировавших с пылью медно-никелевой руды ( $\varphi_{1-4} = 1,97; p < 0,05$ ).

Уровень общего билирубина превышал нормальные значения в 13,3% случаев среди обследованных 1-й группы, в 13% случаев среди обследованных 2-й группы, в 10,9% случаев среди обследованных 3-й группы, в 5% случаев среди обследованных 4-й группы. Достоверных различий между группами по распространённости гипербилирубинемии не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Содержание глюкозы в пределах 5,6–6 ммоль/л отмечено в 20% случаев при обследовании пациентов 1-й группы, в 17,4% случаев – 2-й группы, в 10,9 и в 10% случаев при обследовании 3-й и 4-й групп соответственно, без достоверных различий между группами ( $p > 0,05$ ).

У большинства обследованных отмечалось изменение липидного профиля в виде повышения триглицеридов и/или снижения холестерина липопротеинов высокой плотности. Нарушение липидного обмена отмечено у 75,5% 1-й группы, у 82,6% обследованных 2-й группы, у 90% обследованных 3-й и 4-й групп, без достоверных различий между группами ( $p > 0,05$ ).

## Обсуждение

Результаты проведённого исследования свидетельствуют о значительной распространённости метаболических поражений печени у обследованных, подвергавшихся промышленным аэрозолям различного состава. Наиболее частой формой нарушения обмена веществ, имеющей доказанное влияние на развитие патологии печени, оказалось изменение липидного профиля с повышением уровня ТГ и/или снижением ЛПВП. Значительно реже встречалась гипергликемия, отмеченная в рамках инсулинорезистентности, также являющаяся несомненным фактором патогенеза поражения печени. Между группами обследованных рабочих не было выявлено достоверных различий по частоте определения нарушений липидного и углеводного обмена. Частота определения УЗ-признаков патологии желчевыводящих путей, выявляемой в качестве вероятной причины повышения активности трансаминаз, также не имела достоверных различий между группами. Одновременно с этим выявлено превалирование УЗ-признаков патологии печени и уровня сывороточных АлАТ и АсАТ в группе контактировавших с пылью медно-никелевой руды в сравнении с другими группами обследованных. Различия между 1-й и 3-й, а также 1-й и 4-й группами по активности трансаминаз статистически достоверны. Полученные результаты исследования могут быть связаны с токсическим влиянием на гепатоциты вдыхаемого аэрозо-

ля медно-никелевого рудного сырья сложного химического состава, содержащего помимо меди и никеля более десятка основных химических компонентов, характеризующихся высокой летучестью, лёгкостью перехода в газовую фазу в процессе переработки [11]. Одновременно с этим метаболические изменения печени, выявляемые у обследованных 1-й группы, могут быть связаны с климатогеографическими особенностями места обитания, поскольку все обследованные первой группы являются жителями Заполярья.

## Заключение

Таким образом, изучение особенностей метаболической патологии печени работающих в контакте с различными производственными аэрозолями позволило установить превалирование распространённости заболевания в группе контактировавших с медно-никелевой пылью. Выявленные изменения не зависят от особенностей липидного и углеводного обмена, патологии желчевыводящих путей. Для детального изучения особенностей поражения печени у рабочих промышленных предприятий необходимо проведение углублённого проспективного исследования, поскольку использованная в работе структура серии клинических наблюдений не даёт возможности сделать однозначные выводы о влиянии физико-химического состава промышленного аэрозоля на метаболические изменения печени.

## Литература

1. Титова Е.Я., Голубь С.А. Современные проблемы охраны здоровья сотрудников крупного промышленного предприятия, работающих в условиях профессиональных вредностей. *Анализ риска здоровью*. 2017; (4): 83–90. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.4.09>
2. Базарова Е.Л., Рослый О.Ф., Ошеров И.С., Рослая Н.А., Тартаковская Л.Я., Лихачева Е.И. Распространённость общесоматической патологии у работников металлургического предприятия. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(12): 1167–71. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1167-1171>
3. Лазебник Л.Б., Радченко В.Г., Голованова Е.В., Звенигородская Л.А., Конев Ю.В., Селиверстов П.В. и соавт. Неалкогольная жировая болезнь печени: клиника, диагностика, лечение (рекомендации для терапевтов, 2-я версия). *Терапия*. 2017; (3): 6–23.
4. Ивашкин В.Т., Маевская М.В., Павлов Ч.С., Тихонов И.Н., Широкова Е.Н., Буеверов А.О. и соавт. Клинические рекомендации по диагностике и лечению неалкогольной жировой болезни печени Российской общества по изучению печени и Российской гастроэнтерологической ассоциации. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2016; 26(2): 24–42.
5. Allen A.M., Therneau T.M., Larson J.J., Coward A., Somers V.K., Kamath P.S. Nonalcoholic fatty liver disease incidence and impact on metabolic burden and death: A 20 year-community study. *Hepatology*. 2018; 67(5): 1726–36. <https://doi.org/10.1002/hep.29546>
6. Волкова Н.И., Поркшеян М.И. Неалкогольная жировая болезнь печени: что мы знаем и что предстоит узнать. *Терапевтический архив*. 2017; 89(2): 91–8. <https://doi.org/10.17116/terarkh201789291-98>
7. Винницкая Е.В., Сандлер Ю.Г., Бордин Д.С. Новая парадигма неалкогольной жировой болезни печени: фенотипическое многообразие метаболически ассоциированной жировой болезни печени. *Эффективная фармакотерапия*. 2020; 16(24): 54–63. <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2020-16-24-54-63>
8. Садртдинова Г.Р., Масыгутова Л.М., Чудновец Г.М., Газизова Н.Р. Состояние ферментативной функции печени у работников при наличии хрома в воздухе рабочей зоны. *Медицина труда и экология человека*. 2019; (2): 57–62. <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10022>
9. Антоненко О.М. Токсические поражения печени: пути фармакологической коррекции. *Медицинский совет*. 2013; (6): 45–51. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2013-6-45-51>
10. Bohn M.J., Babor T.F., Kranzler H.R. The Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT): validation of a screening instrument for use in medical settings. *J. Stud. Alcohol*. 1995; 56(4): 423–32. <https://doi.org/10.15288/jsa.1995.56.423>
11. Касиков А.Г. Пылевые выбросы медно-никелевого производства и последствия их воздействия на организм человека в условиях Крайнего Севера. *Вестник Кольского научного центра РАН*. 2017; (4): 58–63.

## References

1. Titova E.Ya., Golub' S.A. Contemporary problems of health protection for workers employed at a large industrial enterprise and working under occupational hazards. *Analiz riska zdorov'yu*. 2017; (4): 83–90. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.4.09> (in Russian)
2. Bazarova E.L., Roslyy O.F., Oshero V.I.S., Roslaya N.A., Tartakovskaya L.Ya., Likhacheva E.I. The dynamics of the prevalence rate of general somatic diseases based on periodic medical examinations of metallurgical workers. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(12): 1167–71. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-12-1167-1171> (in Russian)
3. Lazebnik L.B., Radchenko V.G., Golovanova E.V., Zvenigorodskaya L.A., Konev Yu.V., Seliverstov P.V., et al. Nonalcoholic fatty liver disease: clinic, diagnostics, treatment (recommendations for therapists, 2<sup>nd</sup> edition). *Terapiya*. 2017; (3): 6–23. (in Russian)
4. Ivashkin V.T., Maevskaya M.V., Pavlov Ch.S., Tikhonov I.N., Shirokova E.N., Bueverov A.O., et al. Diagnostics and treatment of non-alcoholic fatty liver disease: clinical guidelines of the Russian Scientific Liver Society and the Russian gastroenterological association. *Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii*. 2016; 26(2): 24–42. (in Russian)
5. Allen A.M., Therneau T.M., Larson J.J., Coward A., Somers V.K., Kamath P.S. Nonalcoholic fatty liver disease incidence and impact on metabolic burden and death: A 20 year-community study. *Hepatology*. 2018; 67(5): 1726–36. <https://doi.org/10.1002/hep.29546>
6. Volkova N.I., Porksheyana M.I. Nonalcoholic fatty liver disease: what do we know and what will we have to learn? *Terapevticheskiy arkhiv*. 2017; 89(2): 91–8. <https://doi.org/10.17116/terarkh201789291-98> (in Russian)
7. Vinnitskaya E.V., Sandler Yu.G., Bordin D.S. The new paradigm of non-alcoholic fatty liver disease: phenotypic diversity of metabolically associated fatty liver disease. *Effektivnaya farmakoterapiya*. 2020; 16(24): 54–63. <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2020-16-24-54-63> (in Russian)
8. Sadrtidinova G.R., Masyagutova L.M., Chudnovets G.M., Gazizova N.R. The condition of the liver enzymatic function in workers exposed to chrome in the work environment zone. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2019; (2): 57–62. <https://doi.org/10.24411/2411-3794-2019-10022> (in Russian)
9. Antonenko O.M. Hepatotoxicity: options for pharmacological correction. *Meditsinskiy sovet*. 2013; (6): 45–51. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2013-6-45-51> (in Russian)
10. Bohn M.J., Babor T.F., Kranzler H.R. The Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT): validation of a screening instrument for use in medical settings. *J. Stud. Alcohol*. 1995; 56(4): 423–32. <https://doi.org/10.15288/jsa.1995.56.423>
11. Kasikov A.G. Particulate emissions from copper-nickel production and the consequences of their impact on human body in the Far North. *Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN*. 2017; (4): 58–63. (in Russian)