



## Гигиеническая оценка загрязнения воздушной среды, состояния здоровья и лабораторных параметров у работников и проживающих в районе нефтедобычи лиц

А.В. Барышников<sup>1</sup>, М.Б. Цинберг<sup>2</sup>, Д.А. Кряжев<sup>3</sup>, В.М. Боев<sup>3</sup>,  
А.И. Смолягин<sup>3</sup>, М.Н. Ненашева<sup>2</sup>, К.Л. Негребецких<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ООО «Сладковско-Заречное», ул. Комсомольская, д. 40, г. Оренбург, 460006, Российская Федерация

<sup>2</sup>ООО «Инновационная компания “Экобиос”»,  
ул. Новая, д. 4, г. Оренбург, 460022, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
ул. Советская, д. 6, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация

### Резюме

**Введение.** Нефтяная промышленность является основополагающей частью экономики Российской Федерации. Одним из подходов современной оценки действия подпороговых концентраций поллютантов на организм человека является определение изменений иммунного и гормонального статуса у лиц, проживающих или работающих в условиях антропогенной нагрузки.

**Целью** настоящей работы явилось определение особенностей индексов массы тела, гормонального и иммунного статусов у работников предприятия нефтедобычи и населения, находящихся в условиях внешнесредового воздействия (малых доз) поллютантов от объектов нефтедобычи.

**Материалы и методы:** Объектом обследования явилось население, проживающее в зоне воздействия объектов нефтедобычи, и работники нефтедобывающей отрасли (131 человек). Предмет обследования – определение индекса массы тела (ИМТ), анализы сыворотки крови населения и работников. В сыворотке определялись иммуноглобулины классов А, М, G, E (IgA, IgM, IgG, IgE), циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), уровень тиреотропного гормона (ТТГ), тироксина (Т4 свободный), кортизола.

**В результате** работы установлено, что обследованные группы населения (группа наблюдения (работники, I группа); группа наблюдения (жители, II группа); группа сравнения) имеют избыточный вес, у работников предприятия индекс массы тела соответствует норме. Показано, что гормональные показатели обследованных групп населения и работников не имеют статистически значимых отличий и отклонений в уровне гормонов, при этом важно отметить, что уровень гормона стресса – кортизола ниже у работников предприятия. У населения, проживающего в зоне влияния объектов нефтедобычи, содержание IgA, IgE достоверно выше. Высокий уровень ЦИК у населения (группа сравнения и группа наблюдения) свидетельствует о наличии хронических заболеваний у населения.

**Заключение:** Проведенное обследование показало необходимость углубленного изучения показателей эндокринной и иммунной систем совместно с клиническим обследованием как населения, так и работников. Особенно важным остается изучение в биосредах населения маркеров экспозиции, связанных с воздействием поллютантов, образующихся в результате деятельности нефтедобывающего предприятия.

**Ключевые слова:** иммунная система, эндокринная система, нефтедобывающая промышленность, дизрапторы, загрязнение атмосферного воздуха.

**Для цитирования:** Барышников А.В., Цинберг М.Б., Кряжев Д.А., Боев В.М., Смолягин А.И., Ненашева М.Н., Негребецких К.Л. Гигиеническая оценка загрязнения воздушной среды, состояния здоровья и лабораторных параметров у работников и проживающих в районе нефтедобычи лиц // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 1. С. 36–42. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-1-36-42>

### Сведения об авторах:

✉ **Барышников** Андрей Владимирович – к.т.н., генеральный директор ООО «Сладковско-Заречное»; e-mail: [NegrebetskihKL@sla-zar.ru](mailto:NegrebetskihKL@sla-zar.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3267-3050>.

**Цинберг** Марк Беньяминович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕН, ЕАЕН, президент ООО «Инновационная компания “Экобиос”»; e-mail: [icsecobios@list.ru](mailto:icsecobios@list.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4890-3615>.

**Кряжев** Дмитрий Александрович – к.м.н., доцент кафедры общей и коммунальной гигиены кафедрой ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4592-3848>.

**Боев** Виктор Михайлович – д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ заведующий кафедрой общей и коммунальной гигиены ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: [k\\_com.gig@orgma.ru](mailto:k_com.gig@orgma.ru); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3684-1149>.

**Смолягин** Александр Иванович – д.м.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий проблемной лабораторией ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России; [probllab.orenburg@mail.ru](mailto:probllab.orenburg@mail.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5573-6646>.

**Ненашева** Марина Николаевна – к.т.н., вице-президент по науке и инновационному развитию-директор экологических проектов ООО «Инновационная компания “Экобиос”»; e-mail: [icsecobios@list.ru](mailto:icsecobios@list.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0718-5357>.

**Негребецких** Константин Леонидович – заместитель главного инженера по ПБ, ОТ и ООС ООО «Сладковско-Заречное», e-mail: [NegrebetskihKL@sla-zar.ru](mailto:NegrebetskihKL@sla-zar.ru); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8856-4027>.

**Информация о вкладе авторов:** концепция и дизайн исследования: Барышников А.В., Негребецких К.Л., Цинберг М.Б., Боев В.М.; сбор данных: Барышников А.В., Негребецких К.Л., Цинберг М.Б., Боев В.М.; анализ и интерпретация результатов: Боев В.М., Смолягин А.И., Кряжев Д.А.; обзор литературы: Кряжев Д.А., Ненашева М.Н.; подготовка рукописи: Кряжев Д.А., Ненашева М.Н., Смолягин А.И. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

**Финансирование:** исследование выполнено при финансовой поддержке ООО «Сладковско-Заречное».

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Соблюдение прав пациентов:** пациенты подписали информированное согласие. Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (Протокол № 10 от 05.06.2021). Все обследованные подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Статья получена: 15.06.21 / Принята к публикации: 30.12.21 / Опубликована: 31.01.22

## Hygienic Assessment of Ambient Air Pollution, Health Status and Laboratory Parameters of Workers and Residents of the Oil Production Area

Andrey V. Baryshnikov,<sup>1</sup> Mark B. Zinberg,<sup>2</sup> Dmitrii A. Kryazhev,<sup>3</sup> Viktor M. Boev,<sup>3</sup>  
Alexander I. Smolyagin,<sup>3</sup> Marina N. Nenasheva,<sup>2</sup> Konstantin L. Negrebetskih<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sladkovsko-Zarechnoye LLC, 40 Komsomolskaya Street, Orenburg, 460006, Russian Federation

<sup>2</sup>Innovation Company “Ecobios” LLC, 4 Novaya Street, Orenburg, 460022, Russian Federation

<sup>3</sup>Orenburg State Medical University, 6 Sovetskaya Street, Orenburg, 460000, Russian Federation

### Summary

**Introduction:** Petroleum industry is a fundamental part of the economy of the Russian Federation. One of the approaches to up-to-date assessment of human health effects of subthreshold concentrations of pollutants is to determine changes in the immune and hormonal status in people with non-occupational or occupational exposure to industrial contaminants.

**Objective:** To establish body mass indices, hormonal and immune status in workers of an oil producing enterprise and the population environmentally exposed to low concentrations of airborne pollutants emitted by oil production facilities.

**Materials and methods:** The survey covered the population living in the area affected by oil production facilities and 131 oil extraction workers. We estimated the body mass index (BMI) of the subjects and tested their blood serum for the four main classes of antibodies (immunoglobulins IgA, IgM, IgG, and IgE), circulating immune complexes (CICs), and the levels of thyroid-stimulating hormone (TSH), thyroxine (free T4), and cortisol.

**Results:** We established that all the subjects (in both observation groups (workers (group I) and residents (group II)), and the comparison group) were overweight but BMI of the industrial workers was within the normal range. We also found that the hormonal parameters did not differ significantly between the groups but the level of the stress hormone cortisol was lower among the workers. IgA and IgE levels were significantly higher in the exposed residents. A high level of circulating immune complexes in both population groups indicates high prevalence of chronic disorders.

**Conclusions:** The study proves the need for an in-depth study of indices of the endocrine and immune systems and a clinical examination of both the exposed population and industrial workers. It is especially important to study the markers of exposure to oil production emissions in the biological media of the general population.

**Keywords:** immune system, endocrine system, oil industry, disruptors, ambient air pollution.

**For citation:** Baryshnikov AV, Zinberg MB, Kryazhev DA, Boev VM, Smolyagin AI, Nenasheva MN, Negrebetskikh KL. Hygienic assessment of ambient air pollution, health status and laboratory parameters of workers and residents of the oil production area. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022; 30(1):36–42. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-1-36-42>

### Author information:

✉ Andrey V. Baryshnikov, Cand. Sci. (Tech.), Director-General, Sladkovsko-Zarechnoye LLC; e-mail: NegrebetskikhKL@sla-zar.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3267-3050>.

Mark B. Zinberg, Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, President of Innovation Company “Ecobios” LLC; e-mail: icecobios@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4890-3615>.

Dmitrii A. Kryazhev, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of General and Communal Hygiene, Orenburg State Medical University; e-mail: k\_com.gig@orgma.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4592-3848>.

Viktor M. Boev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation; Head of the Department of General and Communal Hygiene, Orenburg State Medical University; e-mail: k\_com.gig@orgma.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3684-1149>.

Alexander I. Smolyagin, Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation; Head of the Problem Laboratory, Orenburg State Medical University; e-mail: problab.orenburg@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5573-6646>.

Marina N. Nenasheva, Cand. Sci. (Tech.), Vice President for Science and Innovative Development, Director of Environmental Projects, Innovation Company “Ecobios” LLC; e-mail: icecobios@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0718-5357>.

Konstantin L. Negrebetskikh, Deputy Chief Engineer for Occupational Safety and Health and Environmental Protection, Sladkovsko-Zarechnoye LLC; e-mail: NegrebetskikhKL@sla-zar.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8856-4027>.

**Author contributions:** study conception and design: Baryshnikov A.V., Negrebetskikh K.L., Zinberg M.B., Boev V.M.; data collection: Baryshnikov A.V., Negrebetskikh K.L., Zinberg M.B., Boev V.M.; analysis and interpretation of results: Boev V.M., Smolyagin A.I., Kryazhev D.A.; literature review: Kryazhev D.A., Nenasheva M.N.; draft manuscript preparation: Kryazhev D.A., Nenasheva M.N., Smolyagin A.I. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

**Funding:** The research was carried out with the financial support of Sladkovsko-Zarechnoye LLC, Orenburg, Russian Federation.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

**Respect for patients' rights and bioethics rules:** The study protocol was approved by the Biomedical Ethics Committee of the Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health (Minutes No. 10 of June 5, 2021). All subjects signed the informed consent to participate in the study.

Received: June 15, 2021 / Accepted: December 30, 2021 / Published: January 31, 2022

**Введение.** Известно, что для современной промышленной экологии характерно комбинированное комплексное действие факторов производственной и окружающей среды, которые приводят к полисистемному поражению организма [1–4]. Важность решения проблем, обусловленных влиянием химических веществ на организм, определяется еще и тем, что в связи с развитием промышленности создаются условия поступления в организм одновременно нескольких или многих химических веществ [5–7]. Нефтяная промышленность имеет значение в создании социально-экономического потенциала Российской Федерации и Оренбургской области [8–10]. Вместе с тем, несмотря на постоянное совершенствование и модернизацию технологического процесса нефтедобычи и переработки, исключить ее негативное влияние на окружающую среду и условия труда невозможно, особенно в случае возникновения аварийных ситуаций [11, 12]. При этом наибольшее загрязнение объектов окружающей среды происходит в непосредственной близости от нефтепромыслов [13, 14]. Зачастую вредные вещества, образующиеся при добыче

нефти, не превышают гигиенических нормативов в ближайшей селитебной зоне и на рабочих местах. Большинство исследователей сходятся во мнении, что изменение иммунологических и гормональных параметров — это наиболее ранний признак неблагоприятного действия химических факторов и может быть использован в оценке и прогнозировании состояния здоровья в условиях воздействия малых концентраций химических веществ [15–18]. Иммунная и эндокринная системы особенно чувствительны к действию гормоноподобных ксенобиотиков (дизрапторов), которые в большом количестве присутствуют в выбросах нефтедобывающих предприятий [19–22]. В связи с этим особенно актуальной остается задача по гигиенической оценке показателей эндокринной и иммунной систем в условиях действия малых доз ксенобиотиков на население и работников нефтедобывающей промышленности [23–26].

**Цель:** определение особенностей индексов массы тела, гормонального и иммунного статусов у работников предприятия нефтедобычи и населения, находящегося в условиях внешнесредового

воздействия (малых доз) поллютантов от объектов нефтедобычи.

**Материалы и методы.** Объектом настоящего обследования явилось население, проживающее в зоне воздействия объектов нефтедобычи, и работники нефтедобывающей отрасли. Предметом работы явилось определение индекса массы тела (ИМТ), анализы сыворотки крови обследованного населения и работников, данные моделирования рассеивания концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе.

Гигиеническая оценка атмосферного воздуха проведена по данным моделирования рассеивания среднесуточных концентраций в соответствии с МРР-2017<sup>1</sup> [13] при помощи унифицированной программы расчетов рассеивания «Эколог» (версия 4.60) на соответствие требований СанПиН 1.2.3685–21<sup>2</sup> в близлежащих населенных пунктах (с. Бородинск, с. Болдырево, с. Луговое), находящихся на расстоянии 1–2 км (территория наблюдения), и в районном центре Ташла, находящемся на расстоянии 8 км (территория сравнения).

В ходе работы проведено обследование взрослого населения, проживающего в зоне воздействия объектов нефтепромысла, и работников, занятых в нефтедобывающей отрасли. Для определения иммунного и гормонального статуса работников и жителей было обследовано 131 человек, за период 2015–2020 гг. из которых 51 – работники ООО «Сладковско-Заречное» и 80 человек населения. Всего обследовано три группы: работники вошли в первую группу (группа наблюдения, работники), жители близлежащих сел (с. Бородинск, с. Болдырево, с. Луговое) – во вторую (группа наблюдения, жители), в третью группу вошли жители (20 человек) райцентра Ташла (группа сравнения), в котором по данным моделирования установлено минимальное влияние объектов нефтедобычи. Критериями включения в исследуемую группу послужили следующие условия: возраст старше 18 лет; проживание на территории исследования (для работников – стаж работы) не менее 3 лет. Критерии досрочного исключения из числа участников исследования: обострение у испытываемых хронических воспалительных процессов; аутоиммунные заболевания, наследственные и психические болезни, тяжелая степень анемии; проживание на момент обследования на территории или (для работников – стаж) менее 3 лет; применение витаминных препаратов. Настоящее исследование выполнено в соответствии с правилами ICHGSP, с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации<sup>3</sup>, Национальным стандартом РФ ГОСТ Р 52379–2005<sup>4</sup>. Программа исследования была одобрена этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (протокол № 10 от 05.06.2021). Население и работники были информированы о цели проведения исследования, получено добровольное информированное согласие, в том числе на публикацию деперсонализированных данных.

В группах наблюдения и сравнения определялись: индекс массы тела (ИМТ) и степень ожирения по ИМТ в соответствии с классификацией ВОЗ (2004); в сыворотке крови – гормональные показатели эндокринной системы: тиреотропный гормон (ТТГ), тироксин свободный (Т4 свободный), кортизол; параметры гуморального иммунитета: количество иммуноглобулинов (IgA, IgM, IgG, IgE) и циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК).

Определение уровня гормонов ТТГ, Т4 свободного, кортизола и IgE проведено иммуноферментным методом с использованием наборов «АлкорБио»; уровня иммуноглобулинов А, М, G проведено методом иммунодиффузии с использованием наборов моноспецифических сывороток IgG(H), IgA(H), IgM(H), наборов «Микроген»; уровень ЦИК исследовали в реакции иммунопреципитации с полиэтиленгликолем с молекулярной массой 6000 с помощью набора ITW Reagents. Нормативные значения показателей использованы для условно здоровых лиц, проживающих в Оренбургской области.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программы Statistica 10.0. Описание полученных количественных признаков проводили в виде медианы (Me) и квартилей (Q25–75) с оценкой статистической значимости различий независимых групп по непараметрическому критерию Манна – Уитни.

Количественная оценка связи определена с помощью коэффициента корреляции по Спирмену ( $r$ ). Различия между показателями считали статистически значимыми при значении для  $p < 0,05$  и вычисляли с помощью Fisher's exact test.

**Результаты и обсуждение.** По данным моделирования рассеивания загрязнения веществ в атмосферном воздухе в населенных пунктах превышения максимально разовых и среднесуточных ПДК не выявлено (табл. 1). Установлено, что концентрации азота диоксида, азота оксида, серы диоксида и формальдегида в 2 раза выше на территории наблюдения, при этом концентрации бензола и смеси углеводородов С1–С5 практически одинаковые на обеих территориях. Важно отметить, что формальдегид, бензол и бенз(а)пирен являются эндокринными дизрапторами и обладают иммуноотропным действием, что даже в малых концентрациях влияет на метаболические процессы.

В результате оценки физиологических показателей населения установлено, что на территориях наблюдения и сравнения группы сопоставимы по возрасту и полу, при этом средний возраст во второй группе составил 51,5 [41; 59] года, а в третьей – 50,5 [37,5; 57]. Работники оказались достоверно моложе остальных групп, их средний возраст составил 29,0 [33; 44] года.

Установлено, что средняя масса тела в группах наблюдения выше, чем в группе сравнения, при этом соответствует норме. Показано, что

<sup>1</sup> Приказ Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии РФ) от 06 июня 2017 г. № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».

<sup>2</sup> Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (от 28.01.2021).

<sup>3</sup> Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации 1964 год (с изменениями и дополнениями на 2008 год).

<sup>4</sup> Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 сентября 2005 г. № 232–ст).

у работников ИМТ соответствует нормальному диапазону, в то время как у лиц 2-й и 3-й групп ИМТ выше нормы, что свидетельствует об избыточной массе тела у данных групп.

Оценка гормонального статуса у населения показала, что во второй группе уровень ТТГ на 16 % выше, чем в группе сравнения, что имеет статистически значимую взаимосвязь с ИМТ (Спирмена  $R = 0,44$ ;  $p < 0,05$ ) и массой тела (Спирмена  $R = 0,30$ ;  $p < 0,05$ ). Стоит отметить, что уровень ТТГ имеет статистически значимую отрицательную связь слабой силы с ростом (Спирмена  $R = -0,30$ ;  $p < 0,05$ ) и положительную достоверную связь с возрастом (Спирмена  $R = 0,24$ ;  $p < 0,05$ ). Тем не менее как во второй, так и в третьей группе все исследуемые гормоны находятся в пределах допустимого диапазона, не превышая среднеобластной норматив. Уровень гормона Т4 у населения обеих групп соответствует норме и не имеет статистически значимых отличий. Важен тот факт, что уровень ТТГ во второй группе несколько выше, а уровень Т4 одинаков, это создает необходимость регулярного мониторинга и скрининга населения, проживающего на территории наблюдения, поскольку изменение количества ТТГ в большую сторону может свидетельствовать о проблемах и патологиях многих органов и структур.

Уровень кортизола у населения обследованных групп соответствует нормативному значению и не имеет статистической связи с возрастом, индексом массы тела.

Работники при этом имеют более низкий уровень кортизола – гормона стресса (табл. 3).

В результате обследования установлено, что во второй группе содержание иммуноглобулинов класса А достоверно выше ( $p < 0,05$ ), чем в группе сравнения, в 2 раза. Вместе с тем невысокое содержание IgA в группе сравнения создает необходимость более детального клинического изучения обследованного населения. У работников содержание IgA находилось в пределах нормативных значений.

Для населения, проживающего на территории наблюдения, содержание IgM соответствует нормативному значению, в то же время в группе сравнения содержание сывороточного IgM находится на нижней границе нормы 1,10 [0,66; 1,29] ( $p < 0,05$ ), при этом статистически достоверно установлена отрицательная связь с массой тела (Спирмена  $R = -0,26$ ;  $p < 0,05$ ). У работников предприятия установлен статистически незначимый дефицит IgM в сыворотке крови. Вместе с тем у групп населения и наблюдения концентрация сывороточного IgG в крови находилась в пределах нормы в одинаковом диапазоне (табл. 3).

Анализ содержания сывороточного глобулина IgE показал отсутствие достоверных различий у населения, проживающего на территории сравнения и наблюдения, при этом во второй группе содержание IgE несколько выше, в связи с этим у 17 человек установлено превышение нормативных значений, что может быть связано с предрасположенностью данных лиц к развитию аллергических реакций. У работников установлен самый низкий уровень IgE, который достоверно ( $p < 0,05$ ) отличается от группы сравнения и свидетельствует о низкой степени алергизации.

Таблица 1. Значение среднесуточных концентраций веществ на исследуемых территориях (доли ПДК,  $M \pm m$ )

Table 1. Average daily concentrations of chemicals in the studied areas (% of maximum permissible concentrations,  $M \pm m$ )

Наименование вещества / Chemical	Территория наблюдения / Observation area	Территория сравнения / Comparison area
Азота диоксид / Nitrogen dioxide	<b>0,02 ± 0,001*</b>	0,01 ± 0,002
Азота оксид / Nitrogen oxide	<b>0,04 ± 0,003*</b>	0,02 ± 0,001
Серы диоксид / Sulfur dioxide	<b>0,16 ± 0,01*</b>	0,08 ± 0,003
Углерода оксид / Carbon oxide	<b>0,01 ± 0,001*</b>	0,001 ± 0,0001
Смесь углеводородов C1–C5 / Hydrocarbons, C1–C5	0,001 ± 0,0001	0,001 ± 0,0001
Смесь углеводородов C6–C10 / Hydrocarbons, C6–C10	0,01 ± 0,001	0,001 ± 0,0001
Бензол / Benzene	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,003
Бенз(а)пирен / Benzo(a)pyrene	0,001 ± 0,0001	0,0001 ± 0,00001
Формальдегид / Formaldehyde	<b>0,06 ± 0,002*</b>	0,03 ± 0,006
Сероводород (учет по м.р. ПДК) / Hydrogen sulfide (% of maximum single MPC)	<b>0,03 ± 0,004*</b>	0,01 ± 0,002

Примечание: \* – достоверность различия с территорией сравнения  $p < 0,05$ .

Note: \* – statistical significance of differences with the comparison group,  $p < 0.05$ .

Таблица 2. Физиологические показатели населения и работников общества (медиана [Q 25%;75%])

Table 2. Physiological indicators of the population and employees of the company (median [Q 25 %; 75 %])

Группы / Groups	Возраст, годы / Age, years	Масса тела, кг / Body weight, kg	Рост, см / Height, cm	ИМТ / BMI
Группа наблюдения (работники, I группа) / Observation group (workers, group I)	<b>29,0 [33; 44]*</b>	<b>78 [83; 94]*</b>	<b>172 [178; 182]*</b>	24,7 [27,4; 30,6]
Группа наблюдения (жители, II группа) / Observation group (residents, group II)	51,5 [41; 59]	79,5 [65; 90]	164 [160; 168]	29,0 [23,8; 33,5]
Группа сравнения (III группа) / Comparison group (group III)	50,5 [37,5; 57]	72,5 [68; 83,5]	164 [162; 171,5]	26,6 [24,0; 29,6]
Норма / Normal range				18,5–25

Примечание: \* – достоверность различия с территорией сравнения  $p < 0,05$ .

Note: \* – statistical significance of differences with the comparison group,  $p < 0.05$ ; BMI, body mass index.

Статистически значимых различий по уровню ЦИК у населения, проживающего на территории сравнения и наблюдения, не установлено, тем не менее в третьей группе их содержание в сыворотке крови несколько выше, что может свидетельствовать о наличии хронических заболеваний у обследованных лиц и требует более глубокого клинического обследования. Стоит отметить, что на обеих территориях у населения уровень ЦИК выше нормативного значения. В то же время у работников уровень ЦИК в сыворотке крови не превышает нормативных значений и достоверно ниже ( $p < 0,05$ ), чем у населения.

**Обсуждение полученных результатов.** Нефтедобывающую промышленность относят к отраслям, негативно влияющим на здоровье населения как работников, так и населения, проживающего в районе нефтедобычи [1, 6, 11, 14]. Полученные данные свидетельствуют о разнонаправленных изменениях в первую очередь у населения, при этом, чтобы сделать вывод о негативном влиянии объектов нефтедобычи, необходимо повторить аналогичные исследования через несколько лет. Тем не менее многочисленные аналогичные исследования подтверждают негативное воздействие на работников при увеличении стажа, выражающееся в повышении артериального давления, специфической сенсibilизации к химическим поллютантам, отходящим от объектов нефтедобычи, дефиците содержания апоптотических факторов и др. [1, 2, 4, 14]. В то же время негативное воздействие объектов нефтедобычи на население, как правило, не имеет четкой тенденции в изменениях показателей здоровья. С одной стороны, это негативные эффекты со стороны органов и систем, выражающиеся в формировании до-

полнительных неканцерогенных и канцерогенных рисков здоровью населения [8, 10, 11], с другой стороны, это улучшение демографических показателей и показателей здоровья населения в связи с улучшением материального благосостояния и социально-экономических условий проживания, в том числе и уровня медицинского обслуживания [9, 14]. Недостатком проведенного исследования является однократность скрининга, а также отсутствие оценки других факторов окружающей среды, влияющих на показатели здоровья населения и работников. Перспективой дальнейшей разработки темы является проведение повторного обследования населения и работников с определением маркеров экспозиции в биосредах организма (углеводороды и др.), а также учет действия всего многообразия факторов, что позволит более точно определить причинно-следственные связи.

**Заключение и выводы.** Проведенное исследование показывает отсутствие влияния малых доз поллютантов на лабораторные параметры иммунной и эндокринной систем работников, занятых на объектах нефтедобычи, что связано с применением средств индивидуальной защиты, а также работой вахтовым методом, что позволяет организму использовать адаптационные резервы. При этом установлено, что население, проживающее в ближайших к объектам нефтедобычи селах, имеет ряд отклонений лабораторных параметров иммунной и эндокринной систем, что, возможно, связано с постоянным воздействием низких доз поллютантов, отходящих от объектов нефтедобычи.

В результате обследования установлено, что группы населения (наблюдения и сравнения) имеют избыточный вес, что в первую очередь связано как с возрастным составом обследованных

Таблица 3. Содержание гормонов у населения и работников общества (медиана [Q 25 %; 75 %])

Table 3. Hormone levels in the population and workers of the company (median [Q 25 %; 75 %])

Группы / Groups	ТТГ (мкМЕ/мл) / Thyroid stimulating hormone (μIU/mL)	Т4 (пмоль/л) / Thyroxine (pmol/L)	Кортизол (нмоль/л) / Cortisol (nmol/L)
Группа наблюдения (работники, I группа) / Observation group (workers, group I)	<b>1,4</b> [1,8; 2,5]*	12,0 [13,1; 14,3]	<b>355,0</b> [497,0; 578,0]*
Группа наблюдения (жители, II группа) / Observation group (residents, group II)	2,20 [1,3; 2,8]	12,0 [10,95; 13,5]	516,0 [422,5; 563,5]
Группа сравнения (III группа) / Comparison group (group III)	1,85 [1,5; 2,95]	12,0 [10,85; 12,95]	490,0 [428,5; 530,0]
Норма / Normal range	<b>0,23–3,4</b>	<b>10,0–23,2</b>	<b>150–660</b>

Примечание: \* – достоверность различия с территорией сравнения  $p < 0,05$ .

Note: \* – statistical significance of differences with the comparison group,  $p < 0,05$ .

Таблица 4. Показатели иммунной системы населения и работников общества (медиана [Q 25 %; 75 %])

Table 4. Indicators of the immune system of the population and employees of the company (median [Q 25 %; 75 %])

Группы / Groups	IgA (г/л) / IgA (g/L)	IgM (г/л) / IgM (g/L)	IgG (г/л) / IgG (g/L)	IgE (г/л) / IgE (g/L)	ЦИК / CICs
Группа наблюдения (работники, I группа) / Observation group (workers, group I)	<b>1,76</b> [2,0; 2,8]*	0,81 [1,12; 1,31]	11,0 [12,0; 14,96]	29,0 [78,0; 169,0]	<b>130,0</b> [149,0; 165,0]*
Группа наблюдения (жители, II группа) / Observation group (residents, group II)	<b>2,32</b> [2,06; 3,65]*	1,31 [0,66; 1,59]	11,75 [10,6; 16,32]	<b>41,00</b> [18,0; 149,5]*	165,00 [129,0; 220,5]
Группа сравнения (III группа) / Comparison group (group III)	1,12 [0,80; 2,32]	1,10 [0,66; 1,29]	11,16 [9,12; 13,81]	30,50 [16,0; 69,0]	207,0 [163,0; 272,0]
Норма / Normal range	<b>1,5–2,5</b>	<b>1,1–1,9</b>	<b>8,0–18,0</b>	<b>0–100</b>	<b>0–150</b>

Примечание: \* – достоверность различия с территорией сравнения  $p < 0,05$ .

Note: \* – statistical significance of differences with the comparison group,  $p < 0,05$ ; CICs, circulating immune complexes.

групп (50–51 год), так и с наличием хронических заболеваний, тогда как у работников предприятия ИМТ соответствует норме. Известно, что увеличение массы тела свидетельствует об ожирении, которое, в свою очередь, способствует нарушениям параметров иммунной и эндокринной систем.

Установлено, что гормональные показатели обследованных групп населения и работников не имеют статистически значимых отличий и отклонений (соответствуют норме) в уровне гормонов, при этом необходимо отметить, что уровень гормона стресса – кортизола ниже у работников предприятия. Показано, что у населения, проживающего в зоне влияния объектов нефтедобычи, уровень IgA достоверно выше. Высокий уровень ЦИК у второй и третьей групп населения свидетельствует о наличии хронических заболеваний, что в первую очередь связано с возрастом обследованного населения.

Проведенное исследование показало необходимость углубленного изучения показателей эндокринной и иммунной систем совместно с клиническим обследованием как населения, так и работников. Особенно важным остается изучение в биосредах населения маркеров экспозиции, связанных с воздействием поллютантов, образующихся в результате деятельности нефтедобывающего предприятия. Весьма актуальной остается задача по оценке вредного воздействия объектов нефтедобычи на детское население.

#### Список литературы

- Аликина И.Н., Казакова О.А. Оценка клеточного иммунитета у операторов добычи нефти с дисбалансом липидного обмена // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т. 60. № 11. С. 717–719. doi:10.31089/1026-9428-2020-60-11-717-719
- Аликина И.Н., Долгих О.В. Иммунный профиль работников нефтедобывающего предприятия // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59. № 11. С. 937–939. doi:10.31089/1026-9428-2019-59-11-937-939
- Галкин А.Ф., Хусаинова Р.Г. Оценка и ранжирование неблагоприятных производственных факторов на нефтегазовом предприятии Севера // Фундаментальные исследования. 2012. № 6–3. С. 637–641.
- Долгих О.В., Отавина Е.А., Казакова О.А., Гусельников М.А. Особенности иммунной регуляции у работающих в условиях комбинированного воздействия вредных физических и химических факторов // Здравоохранение Российской Федерации. 2017. Т. 61. № 6. С. 330–333. doi:10.18821/0044-197X-2017-61-6-330-333
- Долгих О.В., Уланова Т.С., Карнажицкая Т.Д., Пермьякова Т.С., Отавина Е.А. Особенности воздействия вредных производственных химических факторов на иммунную систему работников производства продуктов органического синтеза // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 11. С. 36–41.
- Зайцева Н.В., Уланова Т.С., Долгих О.В., Нурисламова Т.В. Ассоциативный анализ результатов исследования уровня контаминации биосред ароматическими углеводородами и иммуотропных эффектов у работников нефтегазодобывающих предприятий в различных стажевых группах // Якутский медицинский журнал. 2020. № 3 (71). С. 25–28. doi:10.25789/УМЖ.2020.71.06
- Каримова Л.М., Башарова Г.Р., Валеева Э.Т., Галимова Р.Р., Власова Н.В., Газизова Н.Р. Уровень здоровья здоровых работников в нефтяной и химической отраслях промышленности // Медицина труда и экология человека. 2015. № 4. С. 270–275.
- Барышников А.В., Цинберг М.Б., Боев В.М., Кряжев Д.А., Ненашева М.Н., Негребецких К.Л. Экологическая оценка риска здоровья населения, проживающего в непосредственной близости от нефтепромыслов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2021. № 3 (300). С. 19–24. doi:10.33285/2411-7013-2021-3(300)-19-24
- Конторович А.Э., Эдер Л.В. Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2015. № 5. С. 8–17.
- Порваткин Р.Б., Борщук Е.Л., Верещагин А.И., Боев М.В. Типизация нефтяных месторождений при оценке воздействия на окружающую среду и здоровье населения // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 11 (248). С. 22–24.
- Кокоулина А.А., Балашов С.Ю., Загороднов С.Ю., Кошурников Д.Н. Гигиеническая оценка объектов добычи, подготовки и первичной переработки нефти с учетом показателей риска для здоровья // Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 12. С. 34–38.
- Долгих О.В., Кривцов А.В., Старкова К.Г. и др. Иммуно-генетические изменения у работающих в условиях сочетанного воздействия производственного шума и пыли // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 12. С. 21–25.
- Зайцева Н.В., Землянова М.А., Тарантин А.В. Нарушения белкового состава крови человека в условиях воздействия ароматических углеводородов // Экология человека. 2013. № 7. С. 15–26.
- Сулейманов Р.А., Бактыбаева З.Б., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Иванов Д.Е., Спирин В.Ф. Экологическая характеристика окружающей среды и состояние здоровья населения на территориях добычи и транспорта нефти // Ульяновский медико-биологический журнал. 2018. № 4. С. 124–142. doi:10.23648/UMBJ.2018.32.22703
- Боев В.М., Кряжев Д.А., Суменко В.В., Кряжева Е.А., Смолягин А.И. Реакция иммунной системы и лимфоидной ткани на воздействие химических факторов окружающей среды // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. С. 10.
- Боев М.В., Кряжев Д.А., Боев В.М. Влияние факторов окружающей среды на формирование поствакцинального иммунитета // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 5. С. 52–54.
- Долгих О.В., Старкова К.Г., Аликина И.Н., Челакова Ю.А., Гусельников М.А., Никоношина Н.А. Особенности иммунной регуляции и апоптоза у детей в условиях промышленного воздействия // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2019. № 1. С. 84–89. doi:10.17072/1994-9952-2019-1-84-89
- Ward JB Jr, Ammenheuser MM, Bechtold WE, Whorton EB Jr, Legator MS. hprt mutant lymphocyte frequencies in workers at a 1,3-butadiene production plant. *Environ Health Perspect.* 1994;102 Suppl 9(Suppl 9):79–85. doi: 10.1289/ehp.94102s979
- Duramam P, Holland NT. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research. *Int J Environ Res Public Health.* 2011;8(5):1388–1401. doi: 10.3390/ijerph8051388
- Дианова Д.Г., Зайцева Н.В., Долгих О.В. Иммунологические показатели у детей на территории интенсивного промышленного освоения // Санитарный врач. 2012. № 6. С. 52–56.
- Яглова Н.В., Яглов В.В. Эндокринные дизрапторы – новое направление исследований в эндокринологии // Вестник Российской академии медицинских наук. 2012. Т. 67. № 3. С. 56–61. doi:10.15690/vramn.v67i3.186
- Лебедева Е.Н., Красиков С.И., Чеснокова Л.А. Адипозопатии как дисфункциональные нарушения жировой ткани и их связь с загрязнением окружающей

- среды // Экология урбанизированных территорий. 2013. № 2. С. 34–40.
23. Долгих О.В., Старкова К.Г., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Вариабельность иммунорегуляторных и генетических маркеров в условиях комбинированного воздействия факторов производственной среды. // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 1. С. 45–48.
  24. Оруджев Р.А., Джафарова Р.Э. Особенности токсического действия углеводородов нефти на организм человека // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2017. Т. 16. № 4. С. 8–15. doi: 10.22263/2312-4156.2017.4.8
  25. Челакова Ю.А., Долгих О.В. Особенности иммунного статуса рабочих нефтехимического производства с патологией сердечно-сосудистой системы // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 5 (326). С. 47–51. doi: 10.35627/2219-5238/2020-326-5-47-51.
  26. Шамсиахметова Г.И. Профессиональные заболевания на предприятиях нефтяной промышленности // Молодой ученый. 2016. № 16 (120). С. 460–463.
  11. Kokoulina AA, Balashov SYu, Zagorodnov SYu, Kos-hurnikov DN. Hygienic evaluation of objects concerning extraction, preparation and primary processing of oil, considering health risk parameters. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2016;(12):34–38. (In Russ.)
  12. Dolgikh OV, Krivtsov AV, Starkova KG, et al. Immune and genetic changes in workers exposed to industrial noise and dust. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2015;(12):21–25. (In Russ.)
  13. Zaytseva NV, Zemlyanova MA, Tarantin AV. Human protein blood count disorders under impact of aromatic hydrocarbons. *Ekologiya Cheloveka [Human Ecology]*. 2013;(7):15–26. (In Russ.)
  14. Suleymanov RA, Baktybaeva ZB, Valeev TK, Rakhmatullin NR, Ivanov DE, Spirin VF. Environmental and hygienic environmental characteristics and public health on the territories of crude oil production and transportation *Ul'yanovskiy Mediko-Biologicheskii Zhurnal*. 2018;(4):124–142. (In Russ.) doi: 10.23648/UMBJ.2018.32.22703
  15. Boev VM, Kryazhev DA, Sumenko VV, Kryazheva EA, Smolyagin AI. Reaction of the immune system and lymphoid tissue on the impact of chemical factors in the environment. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2017;(4):10. (In Russ.)
  16. Boev MV, Kryazhev DA, Boev VM. Effect of environmental factors on the formation of postvaccinal immunity. *Gigiena i Sanitariya*. 2014;93(5):52–54. (In Russ.)
  17. Dolgikh OV, Starkova KG, Alikina IN, Chelakova YuA, Guselnikov MA, Nikonoshina NA. Features of immune regulation and apoptosis in children under industrial exposure. *Vestnik Permskogo Universiteta. Seriya: Biologiya*. 2019;(1):84–89. (In Russ.) doi: 10.17072/1994-9952-2019-1-84-89
  18. Ward JB Jr, Ammenheuser MM, Bechtold WE, Whorton EB Jr, Legator MS. hprt mutant lymphocyte frequencies in workers at a 1,3-butadiene production plant. *Environ Health Perspect*. 1994;102 Suppl 9(Suppl 9):79–85. doi: 10.1289/ehp.94102s979
  19. Duramad P, Holland NT. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research. *Int J Environ Res Public Health*. 2011;8(5):1388–1401. doi: 10.3390/ijerph8051388
  20. Dianova DG, Zaitseva NV, Dolgikh OV. [Immunological indicators in children living on the territory of intensive industrial development.] *Sanitarnyy Vrach*. 2012;(6):52–56. (In Russ.)
  21. Yaglova NV, Yaglov VV. Endocrine disruptors are a novel direction of endocrinologic scientific investigation. *Vestnik Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2012;67(3):56–61. (In Russ.) doi: 10.15690/vramn.v67i3.186
  22. Lebedeva EN, Krasikov CI, Chesnokova LA. Adiposopathy – the dysfunctional adipose tissue and breach of their relationship with pollution. *Ekologiya Urbani-zirovannykh Territoriy*. 2013;(2):34–40. (In Russ.)
  23. Dolgikh OV, Starkova KG, Kryvtsov AV, Bubnova OA. Variability of immunoregulatory and genetic markers in conditions of the combined effects of industrial environmental factors. *Gigiena i Sanitariya*. 2016;95(1):45–48. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-45-48
  24. Orujov RA, Jafarova RA. The peculiarities of the toxic effect of petroleum hydrocarbons on the human organism. *Vestnik Vitebskogo Gosudarstvennogo Meditsinskogo Universiteta*. 2017;16(4):8–15. (In Russ.) doi: 10.22263/2312-4156.2017.4.8
  25. Chelakova YuA, Dolgikh OV. Peculiarities of the immune status of petrochemical workers with cardiovascular diseases. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(5(326)):47–51. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-326-5-47-51
  26. Shamsiakhmetova GI. [Occupational diseases at oil industry enterprises.] *Molodoy Uchenyy*. 2016;(16(120)):460–463. (In Russ.)

## References

1. Alikina IN, Kazakova OA. Assessment of cellular immunity in oil production operators with an imbalance of lipid metabolism *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2020;60(11):717–719. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2020-60-11-717-719
2. Alikina IN, Dolgikh OV. Immune profile of oil production enterprise employees. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(11):937–939. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-11-937-939
3. Galkin AF, Khusainova RG. Estimation and ranging of adverse production factors at the oil and gas enterprise of the North. *Fundamental'nye Issledovaniya*. 2012;(6-3):637–641. (In Russ.)
4. Dolgikh OV, Otavina EA, Kazakova OA, Guselnikov MA. The characteristics of immune regulations in individuals working in conditions of combined impact of harmful physical and chemical factors. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2017;61(6):330–333. (In Russ.) doi: 10.18821/0044-197X-2017-61-6-330-333
5. Dolgikh OV, Ulanova TS, Karnazhitskaya TD, Permyakova TS, Otavina EA. Features of chemical occupational hazards influence on immune system of workers engaged into the organic synthesis production. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2017;(11):36–41. (In Russ.)
6. Zaitseva NV, Ulanova TS, Dolgikh OV, Nurislamova TV. Association analysis-based study results in evaluating the aromatic hydrocarbons contamination level of bio media and immunotropic effects of oil and gas enterprises employees from various work experience groups. *Yakutskiy Meditsinskiy Zhurnal*. 2020;(3(71)):25–28. (In Russ.) doi: 10.25789/YMJ.2020.71.06
7. Karamova LM, Basharova GR, Valeyeva ET, Galimova RR, Vlasova NV, Gazizova NR. Health status of healthy oil and petrochemical workers. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka*. 2015;(4):270–275. (In Russ.)
8. Baryshnikov AV, Tsinberg MB, Boev VM, Kryazhev DA, Nenasheva MN, Negrebetskikh KL. Ecological and hygienic health risk assessment of the population living in the immediate vicinity of oil fields. *Zashchita Okruzhayushchey Sredy v Neftegazovom Komplekse*. 2021;(3(300)):19–24. (In Russ.) doi: 10.33285/2411-7013-2021-3(300)-19-24
9. Kontorovich AE, Eder LV. A new paradigm of the development strategy for the mineral resource base of the oil producing industry in the Russian Federation. *Mineral'nye Resursy Rossii. Ekonomika i Upravlenie*. 2015;(5):8–17. (In Russ.)
10. Porvatkin RB, Borshchuk EL, Vereschagin AI, Boev MV. Typification of oil fields at an assessment of impact on environment and population health. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2013;(11(248)):22–24. (In Russ.)

