

ГИГИЕНА / HYGIENE

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.14>

**СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ТРУДОВЫХ КОНТИНГЕНТОВ В СОВРЕМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА И КАРБАМИДА (ОБЗОР)**

Обзор

**Кузнецов П.А.<sup>1,\*</sup>, Ухабов В.М.<sup>2</sup>, Кириченко Л.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0009-0009-8839-5345;

<sup>2</sup>ORCID : 0009-0004-0762-8172;

<sup>3</sup>ORCID : 0000-0001-6306-1757;

<sup>1,2,3</sup> Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера, Пермь, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (pasha.kuz1997[at]gmail.com)

**Аннотация**

Цель: проанализировать отечественные и зарубежные литературные данные по состоянию здоровья работников современного производства аммиака и карбамида. Материалы и методы. Количество проанализированных источников – 110, из которых для обзора отобраны – 29, в их числе научные публикации, представленные на следующих интернет-ресурсах: eLibrary, PubMed, Cyberleninka, опубликованные в период за 2018-2023г. Результаты. Специальная оценка труда и аттестация рабочих мест в отечественном производстве не дает полного представления о вредностях в производстве, тем самым не отражает объективную санитарно-гигиеническую ситуацию на промышленном предприятии по производству аммиака и карбамида. Отсутствие комплексного анализа состояния здоровья работников и выявления причинно-следственных связей между их здоровьем и условиями труда является заметным пробелом как в России, так и за ее пределами. Заключение. Необходимо провести более детальные анализы и эксперименты, чтобы выявить все возможные риски и опасности, связанные с работой на производстве аммиака и карбамида. Важно также уделить внимание разработке эффективных мер по защите здоровья работников и улучшению санитарно-гигиенических условий на производстве. Результаты и выводы таких исследований могут послужить основой для разработки новых стандартов безопасности труда и профилактических мер, направленных на снижение рисков для здоровья работников, занятых на производстве аммиака и карбамида.

**Ключевые слова:** состояние здоровья, трудовые коллективы, аммиак, карбамид.

**HEALTH STATE OF LABOUR POPULATION IN MODERN AMMONIA AND UREA PRODUCTION (A REVIEW)**

Review article

**Kuznetsov P.A.<sup>1,\*</sup>, Ukhov V.M.<sup>2</sup>, Kirichenko L.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0009-0009-8839-5345;

<sup>2</sup>ORCID : 0009-0004-0762-8172;

<sup>3</sup>ORCID : 0000-0001-6306-1757;

<sup>1,2,3</sup> E.A. Vagner Perm State Medical University, Perm, Russian Federation

\* Corresponding author (pasha.kuz1997[at]gmail.com)

**Abstract**

Objective: to analyse domestic and foreign literature data on the health state of workers in modern ammonia and urea production. Materials and methods. The number of analysed sources is 110, of which 29 were selected for review, including scientific publications presented on the following Internet resources: eLibrary, PubMed, Cyberleninka, published in the period of 2018-2023. Results. Special labour assessment and certification of workplaces in domestic production does not provide a complete picture of hazards in production, thus does not reflect the objective sanitary and hygienic situation at the industrial enterprise for the production of ammonia and urea. The lack of a comprehensive analysis of the health of workers and identification of cause-and-effect relationships between their health and working conditions is a noticeable gap both in Russia and abroad. Conclusion. More detailed analyses and experiments are needed to identify all possible risks and hazards associated with working in ammonia and urea production. It is also important to pay attention to the development of effective measures to protect the health of workers and to improve the sanitary and hygienic conditions in the workplace. The results and conclusions of such studies can serve as a basis for the development of new labour safety standards and preventive measures aimed at reducing health risks for ammonia and urea production workers.

**Keywords:** health state, labour population, ammonia, urea.

**Введение**

Для каждой профессии характерны свои особенные условия труда, то есть комплекс химических, физических и биологических факторов, а также тяжести и напряженности. Труд – неотъемлемая часть человеческого общества. По Карлу Марксу «Труд – это целенаправленная деятельность человека по созданию социально-значимого продукта необходимого для людей» [1].

Сохранение здоровья сотрудников является важным аспектом во всех отраслях промышленности, особенно на химических предприятиях, например, в производстве аммиака и карбамида. Эти производственные процессы связаны с рядом рисков для здоровья работников из-за присутствия вредных веществ и особых условий труда. В производстве аммиака и карбамида основными рисками являются воздействие химических веществ, таких как аммиак, бензол и

окислы углерода, пыль карбамида, а также высокие температуры, давление, вибрация и шум. Длительное воздействие этих факторов может привести к серьезным заболеваниям дыхательной и сердечно-сосудистой систем, отравлениям, ожогам, травмам и другим проблемам со здоровьем у работающих [2].

Цель – проанализировать отечественные и зарубежные литературные данные по влиянию современного производства аммиака и карбамида на состояние здоровья работников.

Материалы и методы. Количество проанализированных источников – 110, из которых для обзора отобраны – 29, в их числе научные публикации, представленные на следующих интернет-ресурсах: eLibrary, PubMed, Cyberleninka, опубликованные в период за 2018-2023г. Критериями включения для написания обзорной статьи являлись ключевые слова: «состояние здоровья», «трудовые коллективы», «производство аммиака и карбамида», «специальная оценка условий труда (СОУТ)», «аттестация рабочих мест». Из выборки были исключены статьи, которые не относились к цели обзора, а также статьи с отсутствием четко сформулированных выводов.

### **Российский опыт**

Любые изменения в состоянии здоровья человека, как в положительную, так и в отрицательную сторону, всегда имеют причины. С начала 90-х годов XX века в Российской Федерации (РФ) началось внедрение системы социально-гигиенического мониторинга (СГМ), также известного как «гигиеническая диагностика», в сферу здравоохранения. Целью этой системы было предоставление оснований для разработки, финансирования и внедрения мероприятий, направленных на улучшение санитарной ситуации в стране [3].

С конца 90-х годов в России под руководством Министерства труда внедрена практика аттестации рабочих мест по условиям труда. Со второй половины 2010-х годов эта процедура была переименована в специальную оценку условий труда, с более гибкими критериями классификации факторов производственной среды по уровню условий труда [4].

Важно отметить, что как аттестация условий труда, так и специальная оценка условий труда проводятся один раз в пять лет и финансируются работодателем. Эти процедуры направлены на обеспечение безопасности и здоровья работников, а также на создание комфортных и безопасных условий труда. Система социально-гигиенического мониторинга играет важную роль в поддержании здоровья населения и обеспечении безопасности труда. Она помогает выявлять проблемные ситуации санитарного характера и принимать меры по их улучшению [5]. Меры по оценке условий труда и производственной среды способствуют повышению качества жизни работающих людей и содействуют созданию здоровой и безопасной трудовой среды. Внедрение таких систем мониторинга и оценки является важным шагом в обеспечении социальной защиты и заботы о здоровье граждан [6].

Контроль за соблюдением гигиенических правил и нормативов в России осуществляется Роспотребнадзором один раз в три года. Эти проверки, как и многие другие, являются кратковременными, разовыми и выборочными, что не дает полной картины санитарной обстановки на рабочих местах. Обычно результаты этих проверок склонны к более благоприятной оценке условий труда, чем на самом деле [7].

Текущий контроль за санитарными условиями труда лежит на плечах работодателя, который часто не заинтересован в том, чтобы предоставить объективные данные о производственном контроле. Следовательно, результаты аттестации и специальной оценки условий труда должны служить основанием для предоставления льгот и компенсаций в случае вредных условий труда, что гарантировано Трудовым кодексом Российской Федерации. Как показывают полученные результаты этих оценок получателей льгот и компенсаций было бы немного [4].

В настоящее время существует постановление Кабинета Министров СССР № 10 от 26 января 1991 года, которое до сих пор действует и утверждает список профессий, дающих право на льготное пенсионное обеспечение. Работники, занимающиеся этими профессиями, получают льготы без дополнительной оценки условий труда. Этот список делится на две части: список 1 включает профессии, признанные как особо вредные и тяжелые, в то время как список 2 включает профессии, считающиеся вредными и тяжелыми. Исходя из этого деления, вступает в силу положение Трудового кодекса Российской Федерации, касающееся «Охраны труда» [8].

Таким образом, полагаться на оценку условий труда по результатам аттестации и специальной оценки условий труда, а также на производственный контроль и годовые исследования плановых надзорных мероприятий Роспотребнадзора РФ следует с осторожностью. Важно учитывать, что эти меры могут не всегда дать полное представление о реальной санитарной обстановке на рабочих местах и условиях труда.

Производство аммиака и карбамида в России в настоящее время осуществляется на 40 установках, расположенных на 15 предприятиях. Всего на 2018 год пришлось около 17 миллионов тонн производства в год. Важность производства отражается тем, что три четверти произведенного аммиака и карбамида направляются на внутренний рынок, в основном для использования в производстве азотных удобрений. Внутри страны аммиак поступает в основном на предприятия по производству минеральных удобрений, которые сами не имеют возможности производить этот компонент. Среди таких предприятий можно отметить ООО «ЕвроХим — Белореченские Минудобрения», БФ АО «Апатя» (г. Балаково) и АО «Минудобрения» (г. Мелеуз).

Следует отметить, что аммиак является важным химическим продуктом, который находит применение в различных отраслях промышленности, начиная от сельского хозяйства и заканчивая производством удобрений и химических соединений. Российское производство аммиака имеет значительное влияние на внутренний рынок и экономику страны в целом. Более того, аммиак является важным элементом в производстве удобрений, играя ключевую роль в поддержании урожайности почвы и повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Это делает производство аммиака важным сектором для обеспечения продовольственной безопасности страны [9].

Карбамид, также известный как мочевины с химической формулой  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , является важным веществом, применяемым в различных отраслях промышленности. В первую очередь, его широко используют как минеральное удобрение для растений и для подкормки животных. Благодаря высокому содержанию азота (46,2% азота) карбамид является эффективным источником питательных веществ для растений, что способствует их здоровому росту и развитию на любых почвах и сельскохозяйственных культурах. Несмотря на широкий спектр применения,

производство карбамида требует определенных сырьевых материалов. Для производства карбамида используют диоксид углерода, аммиак, азот, силикагель и карбамидоформальдегидную смолу. Для обеспечения качества сырья существуют строгие стандарты [10].

Одним из важных аспектов производства карбамида является гранулометрический состав продукта. Гранулометрический состав определяется технологиями гранулирования и охлаждения. Однако существующие технологии не всегда позволяют достичь однородного гранулометрического состава, что может привести к разрушению гранул и образованию пыли [11].

Исследование, проведенное Каримовой Л.К. с соавторами в 2021 году, сосредоточилось на анализе условий труда работников в химической отрасли, а именно на производстве карбамида. Было установлено, что этот процесс сопровождается загрязнением воздушной среды сложным комплексом химических веществ. Данные факторы, вместе с шумом, тяжестью и напряженностью трудового процесса позволили отнести данные условия труда к различным классам и степеням вредности, в частности к классам 2 и 3.1. Авторы работы подчеркнули, что определение класса условий труда и категории профессионального риска являются ключевыми для разработки необходимых мероприятий по снижению рисков как для предприятия в целом, так и для отдельных категорий сотрудников. Авторы отмечают важность учета этих факторов при планировании мер по обеспечению безопасности и здоровья работников [12].

Механтьевой Л.Е. была произведена оценка факторов риска при производстве аммиака на примере ОАО «Минудобрения». Среди наиболее значимых факторов были выделены содержание аммиака на уровне 32,4 мг/м (превышение 1,6 ПДК), шумовая нагрузка до 88 дБ, а также дискомфортный нагревающий микроклимат с температурой до 32 °С. При анализе индекса бактерицидной активности было обнаружено снижение иммунной реактивности у 50,0% работников, а у 91,0% из них «биологический возраст» превышал реальные показатели. Эти результаты, по мнению автора, свидетельствовали о снижении адаптационных возможностей организма к воздействию вредных факторов [13].

В другом исследовании, проведенном Ашуровой М.Д., было изучено состояние здоровья работников, занятых на производстве азотных удобрений, с помощью детального анализа условий труда. Автор обнаружила значительную корреляцию между уровнем заболеваемости и повышенным уровнем запыленности и загазованности в рабочей зоне [14].

Исследование Николаевой А.С. подчеркивает важность использования средств индивидуальной защиты от проникновения вредных веществ, содержащихся в удобрениях. Эти вещества могут вызвать раздражение кожи и серьезные осложнения при попадании в организм через рот. При алиментарном пути поступления химических веществ симптомы могут быть разнообразными: боли в животе, тошнота, головокружение, слабость или возбужденное состояние. Иногда проявляются рвота и диарея, а также возможны нарушения сердечной деятельности и дыхания. Это подчеркивает важность соблюдения мер предосторожности при работе с удобрениями, включая использование защитной одежды, перчаток и масок. Кроме того, необходимо избегать контакта с удобрениями руками и не допускать случайного попадания их в рот. При работе с удобрениями следует соблюдать инструкции по безопасности и проветривать помещения. Стоит обращать внимание на то, что последствия контакта с удобрениями могут быть серьезными, поэтому необходимо быть предельно осторожным и внимательным. В случае возникновения каких-либо симптомов отравления удобрениями, необходимо обратиться за медицинской помощью незамедлительно, чтобы избежать возможных осложнений. Поддержание безопасности при работе с химическими веществами, включая удобрения, является ключевым аспектом здоровья и благополучия [15].

Профессиональная заболеваемость в России сегодня представляет собой сложную социально-экономическую, медицинскую и гигиеническую проблему. Это неотъемлемый аспект здравоохранения, который требует серьезного внимания и комплексного подхода. Изучение профессиональной заболеваемости включает в себя анализ эпидемиологических данных, выявление закономерностей формирования и распространения этих заболеваний, а также разработку мер по их профилактике и снижению. Особое внимание уделяется профессиональным заболеваниям, вызванным химическими факторами, так как они могут иметь серьезные последствия для здоровья работников. Среди заболеваний химического происхождения выделяют острые и хронические интоксикации, болезни кожи, катаракту, токсические поражения печени, бронхолегочной системы, центральной нервной системы, поражения кожи химической этиологии, онкологические заболевания и другие [16].

Необходимо также уделить внимание государственным приоритетам в области здравоохранения работающих, чтобы создать условия для предотвращения профессиональных заболеваний и обеспечения безопасности труда. Важно проводить систематические медицинские осмотры, обучать работников мерам предотвращения профессиональных рисков и соблюдению правил безопасности.

Следовательно, профессиональная заболеваемость, особенно вызванная химическими факторами, остается значительной проблемой в России, требующей комплексного подхода и согласованных усилий со стороны государства, работодателей и медицинских учреждений. Значимым является продолжение исследования в этой области и разрабатывать эффективные стратегии по борьбе с профессиональными заболеваниями для обеспечения здоровья и безопасности работающих.

### **Зарубежный опыт**

Проблема состояния здоровья работников в производстве аммиака и карбамида является актуальной не только для России, но также и для других стран, включая Европу, Америку, Словению и Индию. В настоящее время все страны активно разрабатывают политику, направленную на обеспечение оптимальных условий труда и внедрение эффективных механизмов мониторинга и контроля за состоянием здоровья работников, занятых в производстве аммиака и карбамида.

Учеными из Словении в 2019 году, был проанализирован ряд вредностей производственной среды, с которыми сталкиваются химические предприятия, специализирующиеся на производстве аммиака. Результаты исследования

показали, что потенциальное воздействие аммиака на рабочих может быть связано с различными факторами, такими как неправильное хранение, разлив при транспортировке, разбрызгивание остатков, непрерывная откачка и утечки. Все эти аспекты представляют собой серьезные угрозы для здоровья работников на химических производствах. Особенно важно отметить, что высокая концентрация производства в этой отрасли обусловлена как увеличением мощностей отдельных видов оборудования, так и укрупнением предприятий. Это создает дополнительные предпосылки для обеспечения безопасности и здоровья трудящихся. Каждый этап производства аммиака характеризуется специфической производственной средой, которая включает в себя комплекс газо-аэрозольных смесей, неблагоприятный микроклимат, шум и вибрацию [17]. Эти условия могут значительно увеличить риск для работников и требуют особого внимания со стороны управления предприятием и специалистов по охране труда. Необходимо также уделить внимание не только профилактике и управлению условиями труда на химических предприятиях, но и разработке более эффективных методов контроля и мониторинга производственной среды [18].

Индийские ученые Bhat M.R. и Ramaswamy S. провели исследование влияния аммиака, карбамида и диаммонийфосфата (ДАФ) на функции легких у рабочих завода по производству удобрений. Они использовали спирометрическое исследование, которое включало измерение форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), объема форсированного выдоха за первую секунду маневра форсированного выдоха (ОФВ<sub>1</sub>) и пиковой скорости выдоха в минуту (ПСВ/мин). Результаты исследования показали значительное снижение как ПСВ/мин, так и ОФВ<sub>1</sub> у рабочих, подвергавшихся воздействию указанных химических веществ. Интересно отметить, что снижение ПСВ/мин было более выраженным, что может указывать на наличие obstructивных изменений в легких, затрагивающих сначала верхние дыхательные пути, а затем приводящих к бронхоспазмам. Ученые также обнаружили, что существенное снижение ФЖЕЛ наблюдается у работников со профессиональным стажем более чем 10 лет. Вероятно, это связано с тем, что деструктивные изменения в легких проявляются только после продолжительного воздействия вредных веществ. Среди трех исследованных химических веществ наибольшее влияние на все три параметра оказал ДАФ, за которым следовали аммиак и карбамид. Исследование Bhat M.R. и Ramaswamy S. подчеркивает необходимость соблюдения мер безопасности и предосторожности при работе с химическими веществами, особенно в производственных отраслях, где существует риск негативного воздействия на здоровье работников [19].

Сходные результаты получены в исследовании Rahman M.H. с соавторами в Бангладеш. Оно проводилось с целью изучения воздействия аммиака на рабочих, занятых на заводе по производству карбамида, и его связи с острыми респираторными эффектами. Для измерения воздействия аммиака на человека в течение рабочей смены использовались прибор прямого считывания РАС III и диффузионные трубки фирмы Драгер. Симптомы респираторных заболеваний определялись путем анкетирования 113 рабочих, а также проведением спирометрии для оценки функции легких до и после смены. Рабочие на заводе по производству карбамида имели более высокий уровень воздействия аммиака и более часто сталкивались с острыми респираторными симптомами по сравнению с работниками на заводе по производству аммиака. Самыми распространенными симптомами среди рабочих на заводе по производству карбамида были чувство сдавления в груди (33%) и кашель (28%). Кроме того, у этих работников наблюдалось значительное снижение ФЖЕЛ и ОФВ<sub>1</sub> в течение рабочей смены [20].

В ходе эпидемиологических исследований, проведенных норвежскими учеными, было изучено воздействие пыли, кислотных паров и газов на здоровье работников заводов, занимающихся производством нитратных удобрений. Результаты исследований показали, что работа в данной отрасли может привести к серьезному ухудшению функции дыхательной системы, включая значительное снижение диффузионной способности легких и возникновение астмы. Особенно опасным фактором является сочетание воздействия химических веществ и шума на рабочих, причем степень воздействия зависит от уровня экспозиции и стажа работы, что отражает накопленную дозу воздействия на организм. Токсичность химических веществ может усиливаться при повышенных или пониженных температурных условиях окружающей среды. Вредные производственные факторы в химической промышленности могут оказывать негативное воздействие на здоровье работников и, при определенных условиях (таких как интенсивность воздействия, продолжительность работы и другие), могут вызывать профессиональные заболевания, временное или устойчивое снижение работоспособности, увеличивать частоту соматических и инфекционных заболеваний, а также влиять на здоровье будущих поколений [21].

Исследование Neghab M. и коллег обсуждает потенциальные последствия низкоуровневого воздействия аммиака на рабочем месте, связанные с возникновением хронического необратимого и острого обратимого снижения функциональной способности легких [22].

В рамках другого исследования было выявлено, что у парикмахеров, подвергавшихся профессиональному воздействию высоких концентраций аммиака (до 61 мг/м<sup>3</sup>), наблюдались признаки нейтрофильного воспаления дыхательных путей и повышения уровня С-реактивного белка [23].

В ходе проведения экспериментов на животных было зафиксировано значительное количество важных аспектов, связанных с воздействием аммиака на организм. Одним из них является возникновение воспалительных реакций, которые могут существенно повлиять на состояние клеток. Кроме того, исследования указывают на наличие апоптоза клеток и повреждения ДНК под воздействием данного вещества. Интересным фактом является обнаружение кальцификации почечных канальцев и пролиферации эпителиальных клеток в почечных канальцах у экспериментальных животных, подвергнутых воздействию высоких концентраций аммиака. Эти процессы могут иметь серьезные последствия для функционирования почек и общего здоровья организма [24].

Исследования Satpute R. выявили, что острое воздействие ацетата аммония на крыс приводит к некрозу почек и дегенерации канальцев [25].

Это связано с тем, что аммиак изменяет рост клеток почечных канальцев и метаболизм белка у кроликов, как отметил Rabkin R. [26]. Выявлено, что ингибирование пролиферации первичных эпителиальных клеток проксимальных канальцев вызывает подобные изменения. Недавний критический обзор токсичности аммиака

подтвердил, что это вещество способно воздействовать на различные органы и типы клеток, что может привести к их дисфункции. Особое внимание было уделено влиянию гипераммониемии на функцию и состояние почек [27]. Исследования показали, что диета с высоким содержанием белка и обезвоживание могут существенно влиять на уровень мочевины в организме [28].

Кроме того, в теплой среде обезвоживание может стать обычной физиологической реакцией, приводящей к реабсорбции мочевины из почек. Эти факторы могут оказывать значительное воздействие на функционирование почек и общее здоровье организма [29].

### Заключение

Исследования в области медицины труда и гигиены показывают, что существует недостаточное количество информации о состоянии здоровья работников, занятых на производстве аммиака и карбамида, как в России, так и за рубежом. Специальная оценка условий труда и аттестация рабочих мест в отечественном производстве не дает полного представления о вредностях в производстве, тем самым не отражает объективную санитарно-гигиеническую ситуацию на промышленном предприятии по производству аммиака и карбамида. Отсутствие комплексного анализа состояния здоровья работников и выявления причинно-следственных связей между их здоровьем и условиями труда является заметным пробелом как в России, так и за ее пределами. Изучено и установлено взаимосвязь симптомов дыхательной системы, некоторых нозологических форм и отдельных факторов производственной среды.

Дополнительные исследования в этой области могут привести к новым открытиям и более глубокому пониманию влияния производственных условий на здоровье работников. Необходимо провести более детальные анализы и эксперименты, чтобы выявить все возможные риски и опасности, связанные с работой на производстве аммиака и карбамида. Важно также уделить внимание разработке эффективных мер по защите здоровья работников и улучшению санитарно-гигиенических условий на производстве. Исследования в данной области могут способствовать не только повышению качества жизни работников, но и улучшению производственных процессов в целом. Результаты и выводы таких исследований могут послужить основой для разработки новых стандартов безопасности труда и профилактических мер, направленных на снижение рисков для здоровья работников, занятых на производстве аммиака и карбамида.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.14.1>

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

International Research Journal Reviewers Community  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.14.1>

### Список литературы / References

1. Маркс К. Капитал / К. Маркс. — М.: АСТ, 2001. — 565 с.
2. Горбанев С.А. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в районе расположения предприятия по производству минеральных удобрений / С.А. Горбанев, О.Л. Маркова, Г.Б. Еремин [и др.] // Гигиена и санитария. — 2021. — № 8. — С. 755–761. — DOI: [10.47470/0016-9900-2021-100-8](https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8).
3. Сигова Е.Л. Значение социально-гигиенического мониторинга в управлении качеством окружающей среды и здоровья населения / Е.Л. Сигова, Е.В. Жданова // Вестник научных конференций. — 2020. — № 3 (62). — С. 108–109.
4. Маскаев В.В. Вредные условия труда. Классификация условий труда / В.В. Маскаев, И.С. Сафронов // Проблемы научной мысли. — 2019. — № 3 (3). — С. 61–65.
5. Безрукова Г.А. Использование цифровых технологий в социально-гигиеническом мониторинге состояния здоровья работающих во вредных условиях труда / Г.А. Безрукова, М.В. Поздняков, Т.А. Новикова // Гигиена и санитария. — 2021. — № 100 (10). — С. 157–1162. — DOI: [10.47470/0016-9900-2021-100-10-1157-1162](https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1157-1162).
6. Данилов А.Н. Формирование групп риска здоровью среди работников, занятых во вредных условиях труда / А.Н. Данилов, Т.А. Новикова, Ю.А. Алешина [и др.] // Гигиена и санитария на страже здоровья человека: материалы межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. — 2019. — С. 72–77.
7. Зорина И.Г. Социально-гигиенический мониторинг как основа управления в контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора / И.Г. Зорина, В.В. Макарова // Гигиена и санитария. — 2020. — № 99 (1). — С. 13–19. — DOI: [10.33029/0016-9900-2020-99-1-13-19](https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-13-19).
8. Об утверждении Списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на льготное пенсионное обеспечение: Постановление Кабинета Министров СССР от 26.01.1991 № 10 (ред. от 02.10.1991). — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_136448/d98490134af413394c50a22ccba18e2784afb6a1/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136448/d98490134af413394c50a22ccba18e2784afb6a1/) (дата обращения: 10.05.2024).
9. Пат. 2803821 С2 Российская Федерация. Паровая сетевая система для установки, содержащей блок производства аммиака и блок производства карбамида / Франкеус Д., Порро Л.Д.; заявитель и патентообладатель ЯРА ИНТЕРНЭШНЛ АСА. — № 2021136124.
10. Титкова Е.В. Особенности обеспечения промышленной безопасности на производстве аммиачной селитры и карбамида / Е.В. Титкова // Символ науки: международный научный журнал. — 2019. — № 4. — С. 52–55.
11. Курмаева Л.Я. Экологические аспекты производства карбамида / Л.Я. Курмаева // Наука. Технология. Производство. — 2023. — С. 394–395.

12. Каримова Л.К. Сравнительный анализ профессионального риска для здоровья работников различных химических производств на основе оценки условий труда и мероприятия по его минимизации / Л.К. Каримова, Н.А. Мулдашева, И.И. Зайдуллин [и др.] // Медицина труда и экология человека. — 2021. — № 2 (26). — С. 23–36. — DOI: 10.24412/2411-3794-2021-10202.
13. Механтьева Л.Е. Приоритетные загрязнители атмосферного воздуха и их влияние на состояние здоровья населения. Комплексные проблемы техносферной безопасности / Л.Е. Механтьева // Научный и практический подходы к развитию и реализации технологий безопасности. — 2021. — С. 630–634.
14. Ашурова М.Д. Влияние производственных факторов и образа жизни на состояние здоровья работающих / М.Д. Ашурова // Академия Бизнеса. — 2019. — С. 134–143.
15. Николаева А.С. Гигиена труда при работе с пестицидами и минеральными удобрениями / А.С. Николаева // Мера профилактики отравлений при работе с пестицидами. Юность Большой Волги. — 2019. — С. 114–115.
16. Гурьев А.В. Здоровье работников, имеющих профессиональные заболевания, причинами которых стали вредные химические факторы / А.В. Гурьев, А.Р. Туков, А.С. Кретов // Токсикологический вестник. — 2021. — № 2 (167). — С. 41–45. — DOI: 10.36946/0869-7922-2021-2-41-45.
17. Azizan A.A. Safety Analysis of Ammonia Exposure at a Chemical Plant / A.A. Azizan, S. Chelliapan, H. Kamyab // Journal of Advanced Research in Occupational Safety and Health. — 2019. — № 4 (1). — С. 81–12.
18. Dovjak M. Identification of Health Risk Factors and Their Parameters / M. Dovjak, A. Kucek // Creating Healthy and Sustainable Buildings. — 2019. — P. 883–120.
19. Sridevi H. Removal of an agricultural herbicide (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid) using magnetic nanocomposite: A combined experimental and modeling studies / H. Sridevi, R. Bhat, R. Selvaraj // Environ Res. — 2023. — № 238. — Pt. 1. — P. 117124. — DOI: 10.1016/j.envres.2023.117124.
20. GBD Chronic Respiratory Disease Collaborators. Prevalence and attributable health burden of chronic respiratory diseases, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // Lancet Respir Med. — 2020. — № 8 (6). — P. 585–596. — DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30105-3.
21. Timasheva G.V. Early diagnostic and prognostic criteria for health disorders in chemical workers / G.V. Timasheva, E.T. Valeeva, L.M. Masyagutova [et al.] // Klin Lab Diagn. — 2020. — № 65 (12). — P. 750–756.
22. Neghab M. Ventilatory disorders associated with occupational inhalation exposure to nitrogen trihydride (ammonia) / M. Neghab, A. Mirzaei, F. Kargar Shouroki [et al.] // Ind Health. — 2018. — № 56. — P. 427–435.
23. Mangseth H. Comparison of different reference values for lung function: implications of inconsistent use among centers / H. Mangseth, L.I.B. Sikkeland, M.T. Durheim [et al.] // BMC Pulm Med. — 2023. — № 23 (1). — P. 137. — DOI: 10.1186/s12890-023-02430-7.
24. Cowart D.A. Environmental DNA from Marine Waters and Substrates: Protocols for Sampling and eDNA Extraction / D.A. Cowart, K.R. Murphy, C.C. Cheng // Methods Mol Biol. — 2022. — P. 225–251. — DOI: 10.1007/978-1-0716-2313-8\_11.
25. Camara T.E. Metal-free hydroxy and aminocyanation of furanos-3-uloses / T.E. Camara, D.S. Koffi Teki, V. Chagnault // Carbohydr Res. — 2022. — № 511. — DOI: 10.1016/j.carres.2021.108486.
26. Landau D. SOCS2 Silencing Improves Somatic Growth without Worsening Kidney Function in CKD / D. Landau, M.H. Assadi, R. Abu Hilal, [et al.] // Am J Nephrol. — 2020. — № 51 (7). — P. 520–526. — DOI: 10.1159/000508224.
27. Miramontes E. Skeletal Muscle and the Effects of Ammonia Toxicity in Fish, Mammalian, and Avian Species: A Comparative Review. Based on Molecular Research / E. Miramontes, P. Mozdziaik, J.N. Petite [et al.] // Int J Mol Sci. — 2020. — № 21 (13). — P. 46–41. — DOI: 10.3390/ijms21134641.
28. Zhang D. Multi-heterointerfaces for selective and efficient urea production / D. Zhang, Y. Xue, X. Zheng [et al.] // Natl Sci Rev. — 2022. — № 10 (2). — P. 209. — DOI: 10.1093/nsr/nwac209.
29. Timasheva G.V. Early diagnostic and prognostic criteria for health disorders in chemical workers / G.V. Timasheva, E.T. Valeeva, L.M. Masyagutova [et al.] // Klin Lab Diagn. — 2020. — № 65 (12). — P. 750–756.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Marx K. Kapital [Capital] / K. Marx. — М.: AST, 2001. — 565 p. [in Russian]
2. Gorbanev S.A. Gigienicheskaja ocenka kachestva atmosfernogo vozduha v rajone raspolozhenija predpriyatija po proizvodstvu mineral'nyh udobrenij [Hygienic assessment of atmospheric air quality in the area of mineral fertilizer production enterprise location] / S.A. Gorbanev, O.L. Markova, G.B. Eremin [et al.] // Gigiena i sanitarija [Hygiene and Sanitation]. — 2021. — № 8. — P. 755–761. — DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-8. [in Russian]
3. Sigova E.L. Znachenie social'no-gigienicheskogo monitoringa v upravlenii kachestvom okruzhajushhej sredy i zdorov'ja naselenija [Significance of socio-hygienic monitoring in the management of environmental quality and public health] / E.L. Sigova, E.V. Zhdanova // Vestnik nauchnyh konferencij [Bulletin of Scientific Conferences]. — 2020. — № 3 (62). — P. 108–109. [in Russian]
4. Maskaev V.V. Vrednye uslovija truda. klassifikacija uslovij truda [Harmful labor conditions. Classification of labor conditions] / V.V. Maskaev, I.S. Safronov // Problemy nauchnoj mysli [Problems of Scientific Thought]. — 2019. — № 3 (3). — P. 61–65. [in Russian]
5. Bezrukova G.A. Ispol'zovanie cifrovnyh tehnologij v social'no-gigienicheskom monitoringe sostojanija zdorov'ja rabotajushchih vo vrednyh uslovijah truda [Use of digital technologies in socio-hygienic monitoring of health status of workers in harmful labor conditions] / G.A. Bezrukova, M.V. Pozdnjakov, T.A. Novikova // Gigiena i sanitarija [Hygiene and Sanitation]. — 2021. — № 100 (10). — P. 157–1162. — DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1157-1162. [in Russian]
6. Danilov A.N. Formirovanie grupp riska zdorov'ju sredi rabotnikov, zanjatyh vo vrednyh uslovijah truda [Formation of health risk groups among workers engaged in harmful labor conditions] / A.N. Danilov, T.A. Novikova, Ju.A. Aleshina [et

al.] // *Gigiena i sanitarija na strazhe zdorov'ja cheloveka* [Hygiene and sanitation at the guardian of human health]: materials of the Interregional Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists. — 2019. — P. 72–77. [in Russian]

7. Zorina I.G. Social'no-gigienicheskiy monitoring kak osnova upravlenija v kontrol'no-nadzornoj dejatel'nosti Rospotrebnadzora [Social and hygienic monitoring as a basis for management in control and supervisory activities of Rospotrebnadzor] / I.G. Zorina, V.V. Makarova // *Gigiena i sanitarija* [Hygiene and Sanitation]. — 2020. — № 99 (1). — P. 13–19. — DOI: 10.33029/0016-9900-2020-99-1-13-19. [in Russian]

8. Ob utverzhdenii Spiskov proizvodstv, rabot, professij, dolzhnostej i pokazatelej, dajushih pravo na l'gotnoe pensionnoe obespechenie [On Approval of the List of industries, works, professions, positions and indicators entitling to preferential pension provision]: Decree of the Cabinet of Ministers of the USSR of 26.01.1991 № 10 (ed. 02.10.1991). — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_136448/d98490134af413394c50a22ccb18e2784afb6a1/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136448/d98490134af413394c50a22ccb18e2784afb6a1/) (accessed: 10.05.2024). [in Russian]

9. Pat. 2803821 C2 Rossijskaja Federacija.Parovaja setevaja sistema dlja ustanovki, sodержashhej blok proizvodstva ammiaka i blok proizvodstva karbamida [Pat. 2803821 C2 Russian Federation.Steam grid system for an installation containing an ammonia production unit and a carbamide production unit] / Frankeus D., Porro L.D.; applicant and patent holder of YARA INTERNATIONAL ASA. — № 2021136124. [in Russian]

10. Titkova E.V. Osobennosti obespechenija promyshlennoj bezopasnosti na proizvodstve ammiachnoj selitry i karbamida [Features of industrial safety at the production of ammonium nitrate and urea] / E.V. Titkova // *Simvol nauki: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal* [Symbol of Science: International Scientific Journal]. — 2019. — № 4. — P. 52–55. [in Russian]

11. Kurmaeva L.Ja. Jekologicheskie aspekty proizvodstva karbamida [Ecological aspects of urea production] / L.Ja. Kurmaeva // *Nauka. Tehnologija. Proizvodstvo* [Science. Technology. Production]. — 2023. — P. 394–395. [in Russian]

12. Karimova L.K. Sravnitel'nyj analiz professional'nogo riska dlja zdorov'ja rabotnikov razlichnyh himicheskikh proizvodstv na osnove ocenki uslovij truda i meroprijatija po ego minimizacii [Comparative analysis of occupational health risk for workers of different chemical industries based on assessment of working conditions and measures to minimize it] / L.K. Karimova, N.A. Muldasheva, I.I. Zajdullin [et al.] // *Medicina truda i jekologija cheloveka* [Labor Medicine and Human Ecology]. — 2021. — № 2 (26). — P. 23–36. — DOI: 10.24412/2411-3794-2021-10202. [in Russian]

13. Mehant'eva L.E. Prioritetnye zagrjazniteli atmosfernogo vozduha i ih vlijanie na sostojanie zdorov'ja naselenija. Kompleksnye problemy tehnosfernoj bezopasnosti [Priority pollutants of atmospheric air and their impact on public health. Complex problems of technosphere safety] / L.E. Mehant'eva // *Nauchnyj i prakticheskij podhody k razvitiyu i realizacii tehnologij bezopasnosti* [Scientific and practical approaches to the development and realization of safety technologies]. — 2021. — P. 630–634. [in Russian]

14. Ashurova M.D. Vlijanie proizvodstvennyh faktorov i obraza zhizni na sostojanie zdorov'ja rabotajushhih [Influence of production factors and lifestyle on the health status of workers] / M.D. Ashurova // *Akademija Biznesa* [Academy of Business]. — 2019. — P. 134–143. [in Russian]

15. Nikolaeva A.S. Gigiena truda pri rabote s pesticidami i mineral'nymi udobrenijami [Occupational hygiene when working with pesticides and mineral fertilizers] / A.S. Nikolaeva // *Mera profilaktiki otravlenij pri rabote s pesticidami. Junost' Bol'shoj Volgi* [Measures of prevention of poisoning when working with pesticides. Yunost Bolshoi Volga]. — 2019. — P. 114–115. [in Russian]

16. Gur'ev A.V. Zdorov'e rabotnikov, imejushhih professional'nye zabojevanija, prichinami kotoryh stali vrednye himicheskie faktory [Health of workers with occupational diseases caused by harmful chemical factors] / A.V. Gur'ev, A.R. Tukov, A.S. Kretov // *Toksikologicheskij vestnik* [Toxicological Bulletin]. — 2021. — № 2 (167). — P. 41–45. — DOI: 10.36946/0869-7922-2021-2-41-45. [in Russian]

17. Azizan A.A. Safety Analysis of Ammonia Exposure at a Chemical Plant / A.A. Azizan, S. Chelliapan, H. Kamyab // *Journal of Advanced Research in Occupational Safety and Health*. — 2019. — № 4 (1). — C. 81–12.

18. Dovjak M. Identification of Health Risk Factors and Their Parameters / M. Dovjak, A. Kukec // *Creating Healthy and Sustainable Buildings*. — 2019. — P. 883–120.

19. Sridevi H. Removal of an agricultural herbicide (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid) using magnetic nanocomposite: A combined experimental and modeling studies / H. Sridevi, R. Bhat, R. Selvaraj // *Environ Res*. — 2023. — № 238. — Pt. 1. — P. 117124. — DOI: 10.1016/j.envres.2023.117124.

20. GBD Chronic Respiratory Disease Collaborators. Prevalence and attributable health burden of chronic respiratory diseases, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // *Lancet Respir Med*. — 2020. — № 8 (6). — P. 585–596. — DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30105-3.

21. Timasheva G.V. Early diagnostic and prognostic criteria for health disorders in chemical workers / G.V. Timasheva, E.T. Valeeva, L.M. Masyagutova [et al.] // *Klin Lab Diagn*. — 2020. — № 65 (12). — P. 750–756.

22. Neghab M. Ventilatory disorders associated with occupational inhalation exposure to nitrogen trihydride (ammonia) / M. Neghab, A. Mirzaei, F. Kargar Shouroki [et al.] // *Ind Health*. — 2018. — № 56. — P. 427–435.

23. Mangseth H. Comparison of different reference values for lung function: implications of inconsistent use among centers / H. Mangseth, L.I.B. Sikkeland, M.T. Durheim [et al.] // *BMC Pulm Med*. — 2023. — № 23 (1). — P. 137. — DOI: 10.1186/s12890-023-02430-7.

24. Cowart D.A. Environmental DNA from Marine Waters and Substrates: Protocols for Sampling and eDNA Extraction / D.A. Cowart, K.R. Murphy, C.C. Cheng // *Methods Mol Biol*. — 2022. — P. 225–251. — DOI: 10.1007/978-1-0716-2313-8\_11.

25. Camara T.E. Metal-free hydroxy and aminocyanation of furanos-3-uloses / T.E. Camara, D.S. Koffi Teki, V. Chagnault // *Carbohydr Res*. — 2022. — № 511. — DOI: 10.1016/j.carres.2021.108486.

26. Landau D. SOCS2 Silencing Improves Somatic Growth without Worsening Kidney Function in CKD / D. Landau, M.H. Assadi, R. Abu Hilal, [et al.] // *Am J Nephrol*. — 2020. — № 51 (7). — P. 520–526. — DOI: 10.1159/000508224.

27. Miramontes E. Skeletal Muscle and the Effects of Ammonia Toxicity in Fish, Mammalian, and Avian Species: A Comparative Review. Based on Molecular Research / E. Miramontes, P. Mozdziak, J.N. Petitte [et al.] // Int J Mol Sci. — 2020. — № 21 (13). — P. 46–41. — DOI: 10.3390/ijms21134641.
28. Zhang D. Multi-heterointerfaces for selective and efficient urea production / D. Zhang, Y. Xue, X. Zheng [et al.] // Natl Sci Rev. — 2022. — № 10 (2). — P. 209. — DOI: 10.1093/nsr/nwac209.
29. Timasheva G.V. Early diagnostic and prognostic criteria for health disorders in chemical workers / G.V. Timasheva, E.T. Valeeva, L.M. Masyagutova [et al.] // Klin Lab Diagn. — 2020. — № 65 (12). — P. 750–756.