



Безрукова Г.А., Поздняков М.В., Новикова Т.А.

Использование цифровых технологий в социально-гигиеническом мониторинге состояния здоровья работающих во вредных условиях труда

Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 410022, Саратов, Россия

Введение. В целях повышения эффективности социально-гигиенического мониторинга состояния здоровья работающих во вредных и/или опасных условиях труда за счёт объективизации анализа состояния их здоровья и своевременного выявления преморбидных форм патологии предложена информационная медицинская консультативно-диагностическая система, обеспечивающая оперативность использования ранее разработанных нами МР 2.2.9.0148-19 «Оценка риска развития состояний дистресса у работающих во вредных условиях труда».

Материалы и методы. В основу дизайна разработанной программы для ЭВМ положены принципы интегральной оценки состояния здоровья работника; полипараметрической характеристики функциональных резервов организма; единства информационной базы; возможности динамического наблюдения состояния здоровья работников; автоматизации хранения и анализа данных; защиты персональных данных.

Результаты. Используемый информационной системой метод базируется на скоррелированной по степени адаптационного напряжения комплексной оценке функциональных резервов организма, включающей ранжирование состояния здоровья работника по группе диспансерного учёта, показателю адаптационного соответствия и уровню адаптивного иммунитета. Для облегчения работы оператора в информационное обеспечение системы интегрирован «Перечень вредных и (или) опасных производственных факторов, при наличии которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования)» и референтные значения массы тела, частоты сердечных сокращений и артериального давления, соответствующие физиологической норме с учётом пола и возраста работника.

Заключение. Предложенная информационная система может быть использована в ходе периодических медицинских осмотров для формирования групп риска развития профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости, а также оценки эффективности гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на оздоровление работающих во вредных условиях труда.

Ключевые слова: информационные технологии; социально-гигиенический мониторинг; вредные условия труда

Для цитирования: Безрукова Г.А., Поздняков М.В., Новикова Т.А. Использование цифровых технологий в социально-гигиеническом мониторинге состояния здоровья работающих во вредных условиях труда. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(10): 1157-1162. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1157-1162>

Для корреспонденции: Безрукова Галина Александровна, доктор мед. наук, доцент, гл. науч. сотр. отд. медицины труда Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 410022, Саратов. E-mail: bezrukovagala@yandex.ru

Участие авторов: Безрукова Г.А. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование; Поздняков М.В. — разработка структуры программного продукта; Новикова Т.А. — сбор данных, написание текста. *Все соавторы* — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила 08.07.2021 / Принята к печати 28.09.2021 / Опубликована 31.10.2021

Galina A. Bezrukova, Mikhail V. Pozdnyakov, Tamara A. Novikova

The use of digital technologies in social and hygienic monitoring of the health status of workers in harmful working conditions

Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Centre for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Saratov, 410022, Russian Federation

Introduction. To increase the effectiveness of social and hygienic monitoring of the health status of workers in harmful and/or dangerous occupation conditions by objectifying the analysis of the health status of workers and timely detection of premorbid forms of pathology, an informational medical advisory and diagnostic system is proposed that ensures the efficiency of using the previously developed methodological recommendations MR 2.2.9.0148-19 "Assessment of the risk of developing states of distress in workers in harmful working conditions".

Materials and methods. The design of the developed software is based on the principles of critical assessment of the employee's health status; multiparametric characteristics of the functional reserves of the body; unity of the information base; the possibility of dynamic monitoring of the health status of employees; automation of data storage and analysis; protection of personal data.

Results. The method used by the information system is based on a comprehensive assessment of the functional reserves of the body, correlated by the degree of adaptive stress, including the ranking of the employee health status according to the group of dispensary records, the indicator of adaptive compliance and the level of adaptive immunity. To facilitate the operator's information support system integrated the List of harmful and (or) hazardous occupation factors, the presence of which is a mandatory preliminary and periodic medical examinations (surveys) and reference weight values, heart rate and blood pressure corresponding to the physiological norm concerning gender and age of the employee.

Conclusion. The proposed information system can be used during periodic medical examinations to form risk groups for the development of occupational and production-related morbidity, as well as to assess the effectiveness of hygienic and therapeutic and preventive measures aimed at improving the health of workers in harmful occupation conditions.

Keywords: information technologies; social and hygienic monitoring; harmful working conditions

For citation: Bezrukova G.A., Pozdnyakov M.V., Novikova T.A. The use of digital technologies in social and hygienic monitoring of the health status of workers in harmful occupation conditions. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(10): 1157-1162. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1157-1162> (In Russ.)

For correspondence: Galina A. Bezrukova, MD, PhD, DSci, chief researcher of the Department of occupational medicine of the Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Centre for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Saratov, 410022, Russian Federation. E-mail: bezrukovagala@yandex.ru

Information about authors:

Bezrukova G.A., <https://orcid.org/0000-0001-9296-0233> Pozdnyakov M.V., <https://orcid.org/0000-0002-2067-3830>
Novikova T.A., <https://orcid.org/0000-0003-0366-856X>

Contribution: Bezrukova G.A. — the concept and design of the study, writing a text, editing; Pozdnyakov M.V. — software product structure development; Novikova T.A. — collection and processing of material, writing a text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: July 7, 2021 / Accepted: September 28, 2021 / Published: October 31, 2021

Введение

Несмотря на имеющуюся тенденцию снижения в ряде отраслей экономики удельного веса занятых на работах с вредными и/или опасными условиями труда, по данным Росстата, в 2020 году доля этой категории работников в целом по Российской Федерации составляла более 38%. В современных производственных условиях всё чаще наблюдается комбинированное, комплексное и сочетанное воздействие на работающих вредных факторов труда, приводящее к развитию полисиндромной картины заболеваний с малоизученными отдалёнными исходами [1]. Немаловажную роль в ухудшении здоровья работающего населения играют негативные средовые факторы экологического и психосоциального характера, которые в совокупности с производственными вредностями ведут к взаимоотягощению стрессующих воздействий, ослаблению и срыву адаптационных механизмов, изменению клинического течения профессиональных и производственно обусловленных заболеваний, появлению новых нозологических форм [2].

При развитии патологических процессов структурно-функциональные изменения, возникающие на тканевом и органном уровнях, какое-то время не проявляют себя субъективной и объективной симптоматикой, то есть клинической картине заболевания всегда предшествует бессимптомный донозологический период, длительность которого зависит как от мощности воздействия патогенного агента (стрессора), так и от адаптационного потенциала функциональных резервов организма [3, 4].

С позиций патофизиологии состояние здоровья принято рассматривать как состояние эффективной динамической адаптации к сумме постоянно меняющихся внешних и внутренних раздражителей, обусловленное сбалансированным соотношением процессов ассимиляции и диссимиляции, распада и синтеза метаболитов и интермедиатов, созревания и деградации клеточных элементов. Этот баланс поддерживается антагонистическим регулированием обменных процессов, дублированием функций, полифункциональностью клеток и клеточных систем, рекомбинантными преобразованиями их структурных элементов [5].

Перечисленные выше механизмы лежат в основе реализации адаптационного синдрома, являющегося, по Г. Селье [6], клиническим проявлением стресс-реакции, формирующейся в любых неблагоприятных условиях. При этом только адекватно развивающаяся адаптация к разнообразным факторам окружающей среды обеспечивает организму возможность сохранения постоянства гомеостаза и состояния здоровья. Следует отметить, что повторные экстремальные воздействия окружающей среды, негативные социальные и психоэмоциональные факторы, как правило, обладают кумулятивным эффектом и в конечном итоге ведут к снижению эффективности компенсаторно-приспособительных реакций, на фоне которых возникают первые доклинические проявления заболеваний [7].

Таким образом, в зависимости от исходного состояния организма и степени отклонения новых условий среды

обитания от прежних возможны различные варианты исхода адаптационного синдрома: от формирования стойкой адаптации (состояние здоровья) до развития патологических состояний, их хронизации, а в крайних случаях — гибели организма на фоне выраженной генерализации адаптационного синдрома и срыва компенсаторно-приспособительных механизмов [8].

В последние годы развитие методологии комплексной оценки функционально-адаптивных резервов организма и его стресс-устойчивости к условиям окружающей (в том числе производственной) среды всё чаще рассматривается экспертным сообществом в качестве одного из приоритетных направлений популяционного прогноза высокого риска развития социально значимых, общих, профессиональных и производственно обусловленных заболеваний, базирующегося на преморбидной донозологической диагностике патологических состояний [9].

В настоящее время предложены различные способы интегральной оценки общественного здоровья определённых этносов, групп и когорт: жителей Севера [10], трудовых мигрантов [11], военнослужащих [12], работников опасных профессий, спасателей МЧС [13], пожарных [14], детей школьного возраста [15] и лиц старших возрастных групп [16], в основе которых лежит методология определения адаптивного потенциала функциональных резервов организма к условиям жизнедеятельности. В большинстве приведённых выше научных работ были использованы современные информационные технологии, расширяющие возможности ранней индивидуализированной донозологической диагностики патологических состояний и прогноза профессионального, антропогенного и экологического риска здоровью. Как правило, это медицинские консультативно-диагностические системы (МКДС) [17], предназначенные для автоматизированной оценки и мониторинга функционального и психологического состояния пациентов, формирования групп риска нарушений здоровья, разработки лечебно-профилактических рекомендаций и оценки их эффективности [18].

Ранее нами были разработаны МР 2.2.9.0148-19 «Оценка риска развития состояний дистресса у работающих во вредных условиях труда» [19], позволяющие в ходе проведения периодических медицинских осмотров (ПМО) количественно определять вероятность индивидуального риска развития патологических состояний у работающих во вредных условиях труда. Однако большой объём вычислительных операций, заложенных в предложенных методических рекомендациях, существенно затруднял их практическое использование в качестве скринингового метода оценки адаптивно-функционального потенциала работающих при массовых обследованиях.

Цель исследования — разработка информационной медицинской консультативно-диагностической системы для автоматизированной оценки адаптационно-функциональных резервов организма работающих во вредных условиях труда в ходе ПМО, обеспечивающей оперативное получение дополнительной объективной информации о состоянии здоровья работника без расширения протокола регламентированных медицинских осмотров.

Таблица 1 / Table 1

Интегральная оценка адаптационно-функциональных резервов организма**Integral assessment of adaptive and functional reserves of the body**

Показатель Indicator	Группа диспансерного учёта Dispensary Accounting Group		
	Д-I Д-II	Д-III	Д-IV Д-V
Величина показателя адаптационного соответствия, усл. ед. The value of the adaptive compliance indicator, un.	≤ 0	0–0.3	> 0.3
Величина относительной энтропии лейкоцитарной формулы, % The value of the relative entropy of the leukocyte formula, %	от 56 до 67 from 56 to 67	от 67 до 75 from 67 to 75	> 75
Градация адаптационного напряжения Gradation of adaptive stress	Эустресс Eustress	Стресс-компенсация Stress-compensation	Дистресс Distress

Материалы и методы

В основу дизайна разрабатываемой МКДС были заложены следующие принципы: интегральная оценка состояния здоровья работника; полипараметрическая характеристика функциональных резервов организма; единство информационной базы; возможность динамичного наблюдения состояния здоровья работников; автоматизация хранения и анализа данных за счёт создания программных продуктов, обеспечивающих функциональность информационной системы; защита персональных данных.

Для интегральной оценки состояния здоровья работника по результатам периодических медицинских осмотров (ПМО) и прогноза индивидуального риска развития патологических состояний были выбраны следующие полипараметрические показатели:

- группа диспансерного наблюдения на основе данных о наличии/отсутствии хронических заболеваний и временной нетрудоспособности [20];
- показатель адаптационного соответствия (уровень функциональных резервов организма) [21];
- относительная энтропия лейкоцитарной формулы (степень дисбаланса лейкоцитарной системы) [22].

По каждому из вышеперечисленных полипараметрических показателей состояния здоровья организма работающего устанавливали степень адаптационного напряжения организма в трёх градациях: *эустресс* (функционирование организма не нарушено); *стресс-компенсация* (функционирование организма компенсировано за счёт собственных ресурсов или медикаментозной коррекции); *дистресс* (функционирование организма нарушено, ресурсы организма истощены, медикаментозные средства не полностью компенсируют имеющиеся нарушения). Комплементарность между значениями выбранных полипараметрических показателей и степенью адаптационного напряжения организма обследуемых представлена в табл. 1.

Для количественной оценки степени адаптационного напряжения каждой из его градаций был присвоен определённый балл: эустресс – 1 балл, стресс-компенсация – 2 балла, дистресс – 3 балла [19]. Учитывая, что суммарно максимальные величины (баллы) для состояния эустресса будут составлять 3 балла, стресс-компенсации – 6 баллов, а дистресса – 9 баллов, высокому индивидуальному риску развития состояния дистресса у обследованных лиц будут соответствовать значения выше 6 баллов (табл. 2).

Результаты

Для оперативного использования в ходе ПМО скринингового метода персонифицированной донозологической диагностики риска развития нарушений здоровья по уровню адаптационно-функционального потенциала организма работающих [19] нами была предложена программа для ЭВМ

«Оценка риска развития состояний дистресса у работающих во вредных условиях труда» [23]. Информационная система разработана с помощью кроссплатформенного инструментария для создания программного обеспечения «Qt 5».

Программный продукт обеспечивал выполнение следующих функций: однократный ввод первичной информации и многократное её использование; добавление в базу лиц, прошедших ПМО; редактирование записей о работниках; поиск работников по различным критериям; вывод на экран и печать подробной информации об интересующем работнике с учётом идентификационных признаков (фамилия, имя, отчество, дата рождения, пол, год прохождения ПМО, регион проживания (район), место работы, профессия, стаж работы в профессии) и гигиенической характеристики условий труда (химические, биологические, физические факторы, факторы трудового процесса). Функциональная схема разработанной МКДС представлена на рис. 1.

В целях унификации данных в информационное обеспечение МКДС были включены: справочно-информационный модуль, содержащий перечень вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся регламентированные медицинские осмотры; модуль «Группа диспансерного учёта» со стандартизированными показателями, характеризующими состояние здоровья; модуль «Адаптационное соответствие» с референтными значениями массы тела, частоты сердечных сокращений и артериального давления, соответствующими физиологической норме с учётом пола и возраста работника; модуль «Лейкоцитарная формула». Для удобства пользователя все данные МКДС расположены на соответствующих закладках. Программное обеспечение также содержит интегрированный конструктор запросов для извле-

Таблица 2 / Table 2

Количественная оценка степени адаптационного напряжения**Quantitative assessment of the degree of adaptive stress**

Степень адаптационного напряжения Degree of adaptive stress	Значение показателя степени адаптационного напряжения, балл The value of the indicator of the degree of adaptive stress, scores
Эустресс Eustress	3
Стресс-компенсация Stress-compensation	4–6
Риск развития состояний дистресса Risk of developing states of distress	7–8
Дистресс Distress	9

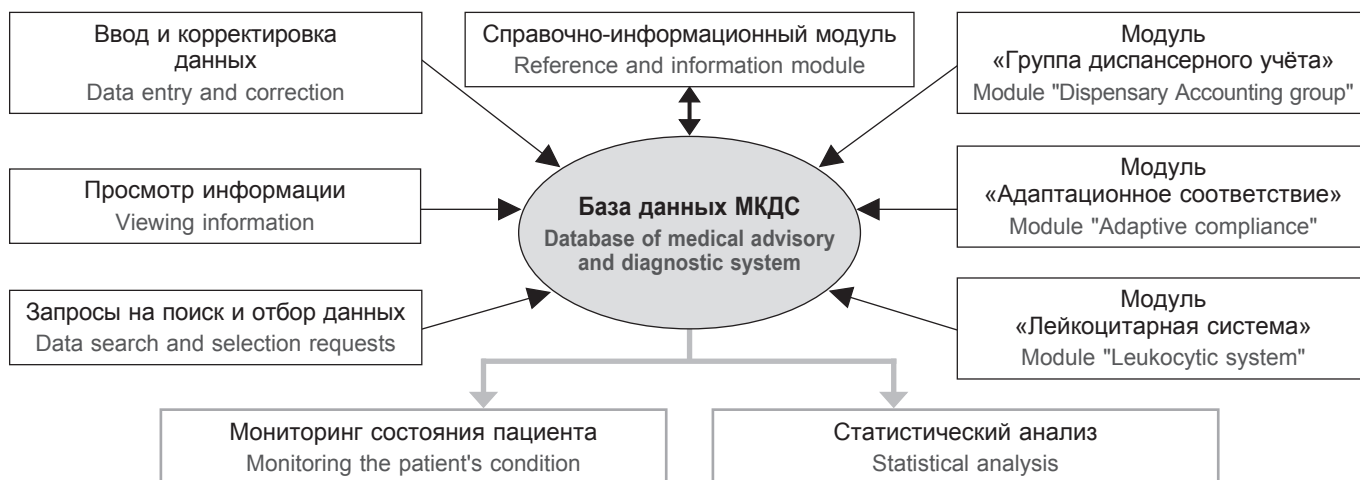


Рис. 1. Функциональная схема МКДС «Оценка риска развития состояний дистресса у работающих во вредных условиях труда».

Fig. 1. Functional diagram of the medical clinical and diagnostic system "Assessment of the risk of developing states of distress in workers in harmful working conditions".

чения информации о результатах обследования пациентов по вышеприведённым идентификационным признакам, позволяющий получать данные как по конкретному работнику, так и по определённой когорте работающих, объединённых выбранными пользователем признаками и их сочетаниями (пол, возраст, профессия, стаж работы в профессии, вредные факторы труда). Внешний вид главного окна МКДС представлен на рис. 2.

В левой части окна МКДС находится панель, содержащая три вкладки: модуль «Группа диспансерного учёта» (группа ДУ), модуль «Адаптационное соответствие» (ПАС),

модуль «Лейкоцитарная формула» (Лейкоциты), каждая из которых содержит поля для ввода исходных данных каждого из трёх полипараметрических показателей состояния здоровья работника, описанных в разделе «Материалы и методы». При изменении любого введённого параметра автоматически происходит пересчёт зависящего от него значения интегрального показателя, а также соответствующего ему балла степени адаптационного напряжения организма, что визуально отражается в правой части окна, где расположено поле для вывода результатов подсчёта по каждому из трёх модулей.

Рис. 2. Внешний вид главного окна медицинской клинко-диагностической системы.

Fig. 2. Appearance of the main window of the medical clinical and diagnostic system.

В зависимости от величины балла в окне выводится характеристика состояния здоровья работника, соответствующая степени адаптационного напряжения его организма по трём полипараметрическим показателям. Для удобства пользователя предусмотрены индикаторные цвета текста предварительного заключения: состояние эустресс (1 балл) соответствует зелёный цвет, стресс-компенсации (2 балла) — оранжевый, дистрессу (3 балла) — красный.

После вывода результатов по всем трём полипараметрическим показателям пользователь должен нажать кнопку «Готово», при этом происходит подсчёт суммы баллов, и в поле вывода заключительного результата отображается общая количественная оценка адаптационно-функциональных резервов организма обследованного работника в соответствии с табл. 2.

Программа предусматривает экспорт заключительных результатов обследования в виде таблицы, совместимой со стандартными табличными процессорами (LibreOffice Calc, Microsoft Excel) или профессиональными пакетами статистической обработки.

Обсуждение

Развитие цифровых технологий и повышение их доступности для широкого круга пользователей обуславливает современные аспекты и перспективы внедрения информационных систем в различные сферы жизнедеятельности, в том числе социально-гигиенический мониторинг общественного здоровья. При этом к программным продуктам, используемым в практическом здравоохранении, содержащим и обрабатывающим данные не только о состоянии здоровья пациента, но и о его социальном статусе, месте жительства, условиях трудовой деятельности, устанавливаются дополнительные требования, связанные с надёжной защитой персональных данных [17].

В 2016 году Минздравом России были утверждены методические рекомендации по проектированию, разработке, технической эксплуатации медицинских информационных систем (МИС) и возможным вариантам их функционала, в том числе формирования и ведения электронного документооборота при проведении различных видов медицинского осмотра, включая ПМО [24]. В настоящее время наиболее востребованными на рынке отечественных информационных технологий, используемых медицинскими организациями при проведении медосмотров, являются МИС «ЕС-ПРОФОСМОТР», «МЕДОХВАТ», «МедОсмотр» [17], сокращающие время оформления медицинской документации за счёт автоматизации рутинных процедур, но не оказывающие влияния на эффективность выявления риска развития заболеваний, ассоциированных с условиями труда в профессии, поскольку не предусматривают дополнительных опций, связанных с данной проблемой.

Большинство разработанных систем персонализированной донологической диагностики патологических состояний, базирующихся на определении степени адаптированности организма к условиям жизнедеятельности, предполагают значительное изменение регламентов диспансерных и/или профилактических осмотров за счёт рас-

ширения спектра анализируемых биомаркеров и параметров состояния здоровья обследуемых. В первую очередь это относится к оценке физической работоспособности пациента, тестирование которой многие исследователи рекомендуют осуществлять с привлечением разнообразных нагрузочных проб и тренажёров [9, 12–14, 18]. Несмотря на клинически доказанную ценность нагрузочных тестов для объективизации физической выносливости и работоспособности, у ряда обследуемых достижение максимальных нагрузок может сопровождаться нарушениями здоровья, требующими немедленной сердечно-лёгочной реанимации, что, по нашему мнению, свидетельствует о недопустимости их использования при массовых обследованиях.

Другим интегральным прогностическим критерием оценки адаптивно-функциональных резервов, наиболее часто встречающимся в научной литературе, является биологический возраст (темп старения), определяемый по методу В.П. Войтенко [8, 16]. В силу своей простоты и доступности данный метод получил широкое распространение в различных научных и клинических исследованиях. Однако в случае регламентированных медицинских осмотров применение указанного метода, включающего дополнительное тестирование (проба Штанге, исследование статической балансировки) и анкетирование пациента (определение величины индекса самооценки здоровья), увеличит затраты рабочего времени членов врачебной комиссии даже при использовании разработанных для этих целей информационных систем [13, 18].

Аналогичное влияние на хронометраж регламентированных медицинских осмотров способно оказывать включение в социально-гигиенический мониторинг здоровья работников информационных диагностических систем [18], предназначенных для оценки психической работоспособности, которые в случае ПМО представляются избыточными, так как в соответствии с действующим законодательством работающие во вредных условиях труда подлежат психиатрическому освидетельствованию.

Заключение

Внедрение в практику регламентированных медицинских осмотров разработанной МКДС «Оценка риска развития состояний дистресса у работающих во вредных условиях труда» позволит без расширения протокола регламентированных медицинских осмотров повысить эффективность социально-гигиенического мониторинга за счёт оперативного получения дополнительной объективной информации о состоянии здоровья работника и ранней диагностики риска развития профессиональных и общих заболеваний.

Предложенная информационная система может быть интегрирована с информационными системами, используемыми медицинскими организациями при проведении ПМО, и применяться при формировании групп риска развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний, а также при оценке эффективности гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на трудовое долголетие работающих и оздоровление условий труда.

Литература

1. Рослая Н.А., Базарова Е.Л. Современные тенденции оценки влияния вредных профессиональных факторов на состояние здоровья работающего населения. В кн.: *Демографическая и семейная политика в контексте целей устойчивого развития*. Екатеринбург; 2018: 652–64.
2. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Измерова Н.И., Кузьмина Л.П. Труд и здоровье. *Медицина труда и промышленная экология*. 2014; (6): 42–3.
3. Морозов В.Н., Хадарцев А.А. К современной трактовке механизмов стресса. *Вестник новых медицинских технологий*. 2010; 17(1): 15–8.
4. Торгашов М.Н., Мякотных В.С. Некоторые патогенетические механизмы развития стресс-индуцированной патологии. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2016; 57(2): 64–74. <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2016-14-2-64-74>
5. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. *Проблема адаптации и учение о здоровье*. М.: РУДН; 2006.
6. Селье Г. *Очерки об адапционном синдроме*. Пер. с англ. М.: Медгиз; 1960.
7. Спирин В.Ф., Безрукова Г.А. Патологические аспекты развития профессиональных заболеваний и их лабораторная диагностика (обзор литературы). *Медицина труда и промышленная экология*. 2003; (11): 7–13.
8. Тодоров И.Н., Тодоров Г.И. *Стресс, старение и их биохимическая коррекция*. М.: Наука; 2003.
9. Курзанов А.Н., Заболотских Н.В., Ковалев Д.В., Бузиашвили Л.А. Совершенствование оценки функциональных резервов организма — приоритетное направление развития донологической диагностики преморбидных состояний. *Международный журнал экспериментального образования*. 2015; (10-1): 67–70.

10. Петрова П.Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям Севера. *Вестник Северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки»*. 2019; (2): 29–35. [https://doi.org/10.25587/SVFU.2019.2\(15\).31309](https://doi.org/10.25587/SVFU.2019.2(15).31309)
11. Ходжиев М., Прокопенко Л.В., Головкова Н.П., Тихонова Г.И., Фесенко М.А. Адаптация организма трудового мигранта к факторам риска трудового процесса с позиции функциональной системы П.К. Анохина. *Анализ риска здоровью*. 2016; (4): 107–18. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.12>
12. Андрюков Б.Г., Антонюк М.В., Андрюков И.Б. Программа для ЭВМ «Информационная система мониторинга состояния индивидуального здоровья военнослужащих». *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2012; (1–2): 171–2.
13. Подушкина И.В., Квасов С.Е., Абанин А.М., Матвеева В.В., Шедриный А.В. Мета-анализ возможностей использования аппаратно-программных комплексов для исследования и оценки функциональных резервов организма лиц опасных профессий. *Медицинский альманах*. 2016; (1): 10–3.
14. Huang C.J., Webb H.E., Garten R.S., Kamimori G.H., Evans R.K., Acevedo E.O. Stress hormones and immunological responses to a dual challenge in professional firefighters. *Int. J. Psychophysiol.* 2010; 75(3): 312–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2009.12.013>
15. Игнешева Л.Н. Информационные системы в комплексной оценке и прогнозе состояния здоровья детей школьного возраста. *Мать и дитя в Кузбассе*. 2008; 32(1): 6–10.
16. Жукова Т.В., Горбачева Н.А., Аветисян З.Е., Усова А.А., Гаспарян М.М. Комплексная оценка фактического возраста населения в средних и старших возрастных группах. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; 302(5): 17–21.
17. Healthnet. Информационные технологии в медицине; 2019. Доступно: <https://academypark.com/upload/medialibrary/362/36244984677a893f2c2d4a0080de0105.pdf>
18. Большаков А.М., Крутько В.Н., Донцов В.И. Возможности компьютерных систем для оценки донозологических изменений здоровья. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(11): 1115–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1115-1118>
19. МР 2.2.9.0148-19. Оценка риска развития состояний дистресса у работающих в вредных условиях труда. Методические рекомендации. М.; 2019.
20. Петров Е.А. Организационно-методологические основы проведения предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, работающих в вредных и (или) опасных условиях труда. Медицинская статистика и оргметодработа в учреждениях здравоохранения. 2014; 5. Доступно: <https://base.garant.ru/57572804/>
21. Курникова И.А. Способ оценки функциональных резервов организма. Патент РФ № 2342900; 2009.
22. Мызников И.Л., Марченко В.В., Перминов Д.Г. Методики информационного исследования морфологии белой крови. *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2013; 53(4): 21–6.
23. Данилов А.Н., Безрукова Г.А., Поздняков М.В., Новикова Т.А. Оценка риска развития состояний дистресса у работающих в вредных условиях труда. Авторское свидетельство РФ № 2018610118; 2018.
24. Методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организаций. Доступно: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71238346/>

References

1. Roslaya N.A., Bazarova E.L. Modern trends in assessing the impact of harmful professional factors on the health of the working population. In: *Demographic and family policy in the context of the Sustainable Development Goals [Demograficheskaya i semeynaya politika v kontekte tseley ustoychivogo razvitiya]*. Yekaterinburg; 2018: 652–64. (in Russian)
2. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V., Izmerova N.I., Kuzmina L.P. Labor and Health. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2014; (6): 42–3. (in Russian)
3. Morozov V.N., Khadartsev A.A. To modern treatment of stress mechanisms. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2010; 17(1): 15–8. (in Russian)
4. Torgashov M.N., Myakotnykh V.S. Some pathogenetic mechanisms of stress-induced pathology. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*. 2016; 57(2): 64–74. <https://doi.org/10.22138/2500-0918-2016-14-2-64-74> (in Russian)
5. Agadzhanian N.A., Baevskiy R.M., Berseneva A.P. *The problem of adaptation and the doctrine of health [Problema adaptatsii i uchenie o zdorov'e]*. Moscow: RUDN; 2006. (in Russian)
6. Selye H. *The Story of the Adaptation Syndrome*. Montreal; 1952.
7. Spirin V.F., Bezrukova G.A. Pathophysiological aspects of occupational diseases development and laboratory diagnosis (review of literature). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2003; (11): 7–13. (in Russian)
8. Todorov I.N., Todorov G.I. *Stress, aging and their biochemical correction [Stress, starenie i ikh biokhimicheskaya korraktsiya]*. Moscow: Nauka; 2003. (in Russian)
9. Kurzanov A.N., Zabolotskikh N.V., Kovalev D.V., Buziashvili L.A. Improving the assessment of functional reserves of the body is a priority direction for the development of prenosological diagnosis of premorbid conditions. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2015; (10–1): 67–70. (in Russian)
10. Petrova P.G. Ecological and physiological aspects of human adaptation to the conditions of the North. *Vestnik Severo-vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya «Meditsinskie nauki»*. 2019; (2): 29–35. [https://doi.org/10.25587/SVFU.2019.2\(15\).31309](https://doi.org/10.25587/SVFU.2019.2(15).31309) (in Russian)
11. Khodzhiyev M., Prokopenko L.V., Golovkova N.P., Tikhonova G.I., Fesenko M.A. Adaptation of the migrant worker's body to the occupational risk factors from the position of functional system of P.K. Anokhin. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; (4): 107–18. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.12> (in Russian)
12. Andryukov B.G., Antonyuk M.V., Andryukov I.B. Computer program «Information system for monitoring the state of individual health of military personnel». *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka*. 2012; (1–2): 171–2. (in Russian)
13. Podushkina I.V., Kvasov S.E., Abanin A.M., Matveeva V.V., Shchedrivyy A.V. Meta-analysis of possibilities of using software-hardware complexes for the study and evaluation of functional organism reserves of the people having dangerous jobs. *Meditsinskiy al'manakh*. 2016; (1): 10–3. (in Russian)
14. Huang C.J., Webb H.E., Garten R.S., Kamimori G.H., Evans R.K., Acevedo E.O. Stress hormones and immunological responses to a dual challenge in professional firefighters. *Int. J. Psychophysiol.* 2010; 75(3): 312–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2009.12.013>
15. Igisheva L.N. Information systems in the comprehensive assessment and prognosis of the health status of school-age children. *Mat' i ditya v Kuzbasse*. 2008; 32(1): 6–10. (in Russian)
16. Zhukova T.V., Gorbacheva N.A., Avetisyan Z.E., Usova A.A., Gasparyan M.M. Comprehensive assessment of the actual age in the middle and older age groups. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; 302(5): 17–21. (in Russian)
17. Healthnet. Information technology in medicine. 2019. Available at: <https://academypark.com/upload/medialibrary/362/36244984677a893f2c2d4a0080de0105.pdf> (in Russian)
18. Bol'shakov A.M., Krut'ko V.N., Dontsov V.I. Possibilities of computer systems for assessment of prenosological changes of health. *Gigiya i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(11): 1115–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1115-1118> (in Russian)
19. МР 2.2.9.0148-19. Assessment of the risk of developing states of distress in workers in harmful working conditions. Methodological recommendations. Moscow; 2019. (in Russian)
20. Petrov E.A. Organizational and methodological bases of carrying out preliminary and periodic medical examinations of persons working in harmful and (or) dangerous working conditions. *Meditsinskaya statistika i orgmetodrabota v uchrezhdeniyakh zdavoookhraneniya*. 2014; 5. <https://base.garant.ru/57572804/> (in Russian)
21. Kurnikova I.A. Method for assessing the functional reserves of the body. Patent RF № 2342900; 2009. (in Russian)
22. Myznikov I.L., Marchenko V.V., Perminov D.G. Methods of informational research of white blood morphology. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka*. 2013; 53(4): 21–6. (in Russian)
23. Danilov A.N., Bezrukova G.A., Pozdnyakov M.V., Novikova T.A. Assessment of the risk of developing states of distress in workers in harmful working conditions. Author's certificate RF № 2018610118; 2018. (in Russian)
24. Methodological recommendations for ensuring the functionality of medical information systems of medical organizations. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71238346/> (in Russian)