

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ
РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ УТИЛИЗАЦИЕЙ АТОМНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК**

Крупкин А.Б., Саенко С.А., Дохов М.А., Матвеев К.М.

Федеральное государственное унитарное предприятие

научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины

Федерального медико-биологического агентства

196143, г. Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, д.65

Телефон (812) 415-94-30, (812) 415-94-31; факс: (812) 415-94-58

e-mail: niipmm@fmbamail.ru

Резюме: На основании комплексной оценки заболеваемости с временной утратой трудоспособности, функциональной напряженности основных физиологических систем организма, производственной и внепроизводственной деятельности работников, занятых ремонтом и утилизацией атомных подводных лодок, предложен способ определения информативности индикаторов для мониторинга состояния здоровья.

Установлено, что наибольшая информационная значимость оценки состояния здоровья принадлежит вредным и опасным факторам производственной среды (сварочные аэрозоли, производственный шум, общее охлаждение), показателям функциональной напряженности физиологических систем организма (вариабельности сердечного ритма) и субъективной оценки производственной среды (микроклиматические условия, загазованность и запыленность).

Ключевые слова: предприятие атомного судоремонта, условия труда, образ жизни, мониторинг состояния здоровья.

**DEVELOPING A HEALTH MONITORING SYSTEM OF WORKERS ENGAGED IN
UTILIZATION OF NUCLEAR SUBMARINES**

Krupkin A.B., Saenko S.A., Dokhov M.A., Matveev K.M.

Federal State Unitary Enterprise

Research Institute of Industrial and Marine Medicine

Federal Medical-Biological Agency

Abstract: Based on a comprehensive assessment of morbidity with temporary disability, functional tension basic physiological systems, industrial and non-productive activities of

workers engaged in repair and decommissioning of nuclear submarines, a method for determining information content of indicators to monitor health status. It was found that the greatest significance of the information belongs to the health assessment of hazards Environment (Welding fumes, industrial noise, the total cooling), a measure of functional tension of physiological systems of the body (heart rate variability) and subjective evaluation of the production environment (microclimatic conditions, dust and fumes in).

Key words: nuclear shipyard, work environment, lifestyle, health monitoring.

Введение

Согласно положениям концепции «Охрана здоровья здоровых в Российской Федерации» в качестве основного инструмента управления здоровым организованным контингентом предусматривается проведение «мониторинга здоровья для создания банка данных о резервах и динамике здоровья», а также разработка «паспорта здоровья человека», включающего риск развития наиболее часто встречающихся заболеваний, оценку функциональных резервов соматического, биоэнергетического и психологического статуса, уровня мотивации человека на сохранение и укрепление здоровья, определение обратимости выявленных изменений состояния здоровья.

Для осуществления мониторинга состояния здоровья работающих необходимо рассматривать состояние здоровья не только в отношении случившегося неблагополучия (возникших заболеваний), но и функциональных резервов организма, действия среды обитания и неблагоприятных производственных факторов. В этой связи актуальна задача выбора и характеристики информативности индикаторов оценки состояния здоровья работающих.

Цель: определить информационную ценность индикаторов для мониторинга здоровья персонала, занятого утилизацией атомных подводных лодок.

Материал и методы

Объектом исследования был выбран судоремонтный завод, расположенный в Мурманской области. По данным заводоуправления и журналов регистрации заболеваний с временной утратой трудоспособности (ВУТ) медико-санитарной части была составлена база данных, содержащая информацию о поле, возрасте, стаже, специальности, работников предприятия, случаях ЗВУТ, их продолжительности и коду по МКБ-10 за 2010-2013 годы.

Из мужчин, работников предприятия, сформировано 3 группы. В первую группу вошли сотрудники, занятые административно-технической работой, основными

производственными вредностями которой являются работа с ЭВМ и перенапряжение голосового аппарата.

Во вторую (вспомогательную) группу отобраны работники различных подразделений завода, профессиональная деятельность которых не была напрямую связана с утилизацией атомных подводных лодок – они выполняли вспомогательные операции. Среди производственных факторов, можно отметить такие, как воздействие на организм серы и ее соединений, цемента, глины, шамота, минеральной ваты, работа с щелочноземельными металлами, силикатсодержащей пылью, алифатическими кетонами, литием и его соединениями, спиртом и его производными, органической пылью.

Третья (основная) группа сформирована из лиц, непосредственно занятых утилизацией судов с ядерными энергетическими установками: судокорпусники - ремонтники - (49,3 %), газорезчики и электросварщики – (25,5 %), слесари-монтажники – (24,6 %). Для этих специальностей характерно действие целого комплекса вредных производственных факторов химической и физической природы. Среди них - сварочные аэрозоли, свинец и его соединения, ароматические, предельные и непредельные углеводороды, а также шум, локальная вибрация, общее охлаждение, работы, связанные с локальными напряжениями, подъемом и перемещением грузов, ионизирующее излучение. Данные по вредным производственным факторам получены из службы охраны труда предприятия. Общий численный состав указанных групп составил 462 человек, из них первая – 130 (28,1 %) человек, вторая – 115 (24,9 %) и третья – 217 (47,0 %), человек. В качестве неэкспонированной группы для расчета профессионального риска выступало мужское трудоспособное население, не работавшее на заводе (6102 человека, средний возраст 39 ± 5 лет). Средний возраст первой группы составил 44 ± 4 года, второй – 45 ± 4 года и третьей группы 38 ± 3 года.

Для оценки функциональной напряженности отдельных систем организма работающих с помощью бесповторного рандомизированного отбора была сформирована группа из 91 человека, распределение которой по возрасту и стажу статистически не отличалось от всего коллектива: из первой группы было отобрано 18 (19,8 %), человек из второй – 27 (29,7 %), из третьей – 46 (50,5 %).

Кроме общего числа болевших с ВУТ, определяли число лиц, перенесших заболевания, относящихся к разным классам (в соответствии с МКБ X), причем болевших несколькими заболеваниями учитывали как одно болевшее лицо.

Проведен расчет интенсивных коэффициентов: числа случаев нетрудоспособности на 100 работающих, количества дней нетрудоспособности на 100 работающих, средней продолжительности одного случая нетрудоспособности.

Для изучения воздействия комплекса факторов производственной среды на состояние здоровья персонала судоремонтного завода рассчитывали риски развития производственно-обусловленных заболеваний (по данным заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ВУТ), включавшие вычисление относительного риска (RR), отношения шансов (OR) развития заболеваний и этиологической доли вредных факторов рабочей среды (EF) в формировании профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний.

Оценку функционального состояния организма осуществляли путем анализа общего напряжения приспособительных механизмов следующих функциональных систем: конституциональной, сократимости сердечной мышцы, вегетативной регуляции сердечного ритма, регуляции периферического и центрального кровообращения, дыхания и психомоторной координации с помощью прибора спиреоартериоритмокардиограф (САКР) (рекомендован МЗ РФ к применению в медицинской практике, регистрационное свидетельство №29/03020703/5869-04) и универсального прибора для измерения движений (УПМД).

Для углубленного изучения образа жизни и поведения, влияющего на сохранение здоровья, была разработана специальная анкета. Основная часть анкеты содержала следующие блоки вопросов: паспортная часть (вопросы с 1 по 7) учитывала основные социально-биологические характеристики работающего: пол, возраст, образование; блок производственно-профессиональной деятельности (8-42 пункты) направлен на изучение субъективной оценки факторов трудового процесса: (интенсивности, тяжести и напряженности), соблюдением работником регламентированных перерывов; блок материально-бытовых условий и рекреационного поведения (43-84 пункт) позволил оценить рациональность поведения рабочего в непромышленной обстановке и медицинский раздел (85-97 пункты), с помощью которого получено представление о самооценке состояния и динамики здоровья рабочего, его отношении к собственному здоровью и здоровью окружающих. В разработку для дальнейшего углубленного анализа было отобрано 358 анкет.

Анализ взаимосвязи объективных характеристик здоровья (заболеваемости, функционального напряжения основных систем организма) с характеристиками образа

жизни оценивали с помощью факторного анализа. На основании результатов факторного анализа из всего массива изучаемых параметров, влияющих на состояние здоровья судоремонтников, были отобраны значимые переменные. Определение их информативности производили с помощью показателя С. Кульбака [1].

Результаты

В ходе исследования, было установлено, что индекс здоровья (удельный вес неболевших) в профессиональной группы, непосредственно занятой ремонтом и утилизацией ПЛА был достоверно ниже (50,9 %), чем среди групп, выполняющей вспомогательные операции (66,7 %) и среди инженерно-технических работников (70,0 %). Число случаев заболеваемости с ВУТ в основной профессиональной группе (108,4 случая на 100 работавших) превышало значения вспомогательной (53,9 случая на 100 работающих) и ИТР (48,2 случая на 100 работающих). Количество дней заболеваний с ВУТ также было наибольшим в основной профессиональной группе (1406,3 дней на 100 работающих), за ней следовала вспомогательная (841,7 дней на 100 работающих) и ИТР (670,0 дней на 100 работающих).

Структура заболеваемости с ВУТ несколько различалась в профессиональных группах. Так, если на первых местах во всех группах сравнения были заболевания дыхательной системы, то на втором ранговом месте в первой и второй профессиональных группах были заболевания сердечно-сосудистой системы, а в третьей – заболевания костно-мышечного аппарата (таблица 1).

Таблица 1.

Структура заболеваемости по числу случаев с ВУТ среди различных групп предприятия в среднем за 2010-2012 гг. (%)

Система	Группы сравнения		
	ИТР (n=130)	Вспомогательная (n=115)	Основная (n=267)
Дыхательная	36,6±4,2	28,2±4,2	31,3±2,8
Костно-мышечная	9,9±2,6	19,2±3,7	30,9±2,8
Кровообращения	23,3±3,7	20,9±3,8	5,4±1,4
Пищеварительная	3,5±1,6	4,5±1,9	5,1±1,3

Установлено, что интенсивность заболеваний с ВУТ по случаям и дням в профессиональной группе, непосредственно занятой ремонтом и утилизацией атомных подводных лодок (АПЛ), была наибольшей по частоте заболеваний дыхательной, костно-

мышечной и пищеварительной систем, уступая лишь в частоте заболеваний органов кровообращения остальным группам (таблицы 2,3).

Таблица 2.

Число случаев заболеваний с ВУТ в различных профессиональных группах
(на 100 человек соответствующей группы)

Система	Группы сравнения		
	ИТР (n=130)	Вспомогательная (n=115)	Основная (n=267)
Дыхательная	16,2±3,2	14,5±3,3	27,3±2,7
Костно-мышечная	4,4±1,8	9,9±2,8	27±2,7
Кровообращения	10,3±2,7	10,7±2,9	4,8±1,3
Пищеварительная	1,5±1,1	2,3±1,4	4,5±1,3

Таблица 3.

Количество дней заболеваний с ВУТ в различных профессиональных группах
предприятия (на 100 человек соответствующей группы).

Система	Группы сравнения		
	ИТР (n=130)	Вспомогательная (n=115)	Основная (n=267)
Костно-мышечная	71±5,9	150,4±7,7	464,5±4,4
Дыхательная	141±6,8	143,5±7,7	233,5±4,0
Кровообращения	134,9±6,7	184,9±8,0	63,7±3,4
Пищеварительная	22,3±4,6	44,3±6,0	80,3±3,5

Для определения связи указанной патологии с профессиональной деятельностью определяли риски возникновения заболеваний. Для основной и вспомогательной профессиональных групп выявлена высокая причинно-следственная связь влияния производственных факторов на заболеваемость костно-мышечной системы.

Оценка этиологической доли влияния производственных факторов на заболеваемость органов кровообращения показала, что максимальное влияние наблюдалось в группе, выполняющей вспомогательные операции и у инженерно-технических работников. Анализ влияния производственных факторов на заболеваемость

органов дыхания позволил выявить высокую причинно-следственную связь во всех трех группах с максимальным влиянием в группе, непосредственно занятой ремонтом и утилизацией ПЛА. Кроме того, в этой же группе была установлена высокая причинно-следственная связь между действием производственных факторов и заболеваемостью органов пищеварения (таблица 4).

Таблица 4.

Показатели риска развития производственно-обусловленных заболеваний в различных профессиональных группах

Система	Группы сравнения					
	ИТР (n=130)		Вспомогательная (n=115)		Основная (n=267)	
	OR	EF	OR	EF	OR	EF
Костно-мышечная	1 (0,6-1,6)	0,3	2,8 (1,9-4,1)	55,7	28,5 (20,3-39,9)	83,8
Кровообращения	5 (3,5-7,3)	73,5	5,3 (3,6-7,9)	74,6	1,9 (1,3-2,7)	42,9
Дыхательная	3,3 (2,4-4,6)	54,1	2,7 (1,9-3,9)	48,9	16 (11,4-22,5)	72,9
Пищеварительная	0,8 (0,3-1,7)	0	1,2 (0,5-2,4)	15,4	2,4 (1,6-3,6)	56

Установлено, что напряженные уровни функционального состояния психомоторной регуляции среди лиц, непосредственно занятых ремонтом и утилизацией АПЛ, а также выполняющих вспомогательные операции, хорошо согласуются с высокой заболеваемостью костно-мышечной системы ($r=0,4$, $p<0,05$), а обнаруженные высокие уровни функционального напряжения вегетативной регуляции сердечного ритма среди ИТР - с заболеваемостью органов кровообращения ($r=0,57$, $p<0,05$).

В результате исследования было определено, что субъективные оценки факторов производственной среды сильно зависели от самооценки здоровья: так, среди утверждавших, что работа не соответствует здоровью, пожаловались на загазованность и запыленность 89,5% и только 5,3% оценили пылевую обстановку как умеренную ($\chi^2 = 34,1$, $p(\chi^2) < 0,05$). При оценке освещенности, 43,5% опрошенных указали на ее недостаточность, 15,4% на резкую недостаточность. Характеристики данного фактора также зависели от состояния здоровья опрашиваемых: среди указавших, что работа

соответствует состоянию здоровья, только 10% жаловались на явно недостаточное освещение, в то время как в группе считавших, что есть дисбаланс между состоянием здоровья и выполняемой работы их было уже 50,0% ($\chi^2 = 25,8$, $p(\chi^2) < 0,05$). Как и другие вредные и опасные производственные факторы, оценка шума была связана с самооценкой здоровья: среди считавших себя достаточно здоровыми для выполнения работы о повышенном шуме говорили 27,3%, и почти втрое больше (78,9%) в группе, считавшей работу непосильной для здоровья ($\chi^2 = 34,4$, $p(\chi^2) < 0,05$). Те, кто считал, что их состояние здоровья ухудшилось за последний год (41,4%), достоверно чаще указывали на резкие колебания температуры (20,5%) ($\chi^2 = 20,7$, $p(\chi^2) < 0,05$).

С помощью факторного анализа из всего комплекса данных, включавших объективные сведения о заболеваемости с ВУТ, вредных и опасных производственных факторов, а также субъективных (условия труда и быта, самооценка состояния здоровья) удалось выделить три обособленные подгруппы, описывающие 87,9% от всей наблюдаемой дисперсии.

В первую подгруппу (объясняющую 34,4% совокупной дисперсии) вошли данные субъективной оценки (доход на члена семьи, соблюдение режима питания и т.д.) и данные объективного исследования состояния здоровья в коллективе (вариабельность АД, сердечного ритма, функциональные резервы органов дыхания, обращаемости за медицинской помощью). Была обнаружена тесная взаимосвязь факторов, характеризующих оценку степени удовлетворенности отношений в коллективе, материального вознаграждения за труд и удовольствия от выполняемой работы с самооценкой соответствия работы здоровью, объективными показателями состояния здоровья.

Вторая подгруппа (объясняющая 27,9% совокупной дисперсии) включала в себя субъективные оценки условий труда (шум, загазованность, запыленность, оценка температурного режима), субъективного состояния здоровья (частота обращений к врачу, число дней нетрудоспособности, динамика состояния здоровья за последний год, жалобы по ряду органов и систем) и части характеристик образа жизни (частоты стрессовых ситуаций, оценки полноценности питания, количества детей в семье).

Третья подгруппа (объясняющая 25,6% совокупной дисперсии), напротив, содержала объективные характеристики: оценки состояния здоровья (оценку функциональных резервов сердечной мышцы и артериального давления, показатели заболеваемости с ВУТ) и вредных производственных факторов (наличие

производственного шума, сварочного аэрозоля, общего охлаждения, ионизирующего излучения).

На основании результатов факторного анализа из всего массива изученных параметров, влияющих на состояние здоровья работников судоремонтного завода, было отобрано 27 переменных, информативность которых определяли с помощью меры информативности С. Кульбака [1]. Результаты оценки информативности факторов представлены в таблице 5.

Таблица 5. - Результаты оценки информативности факторов, используемых для мониторинга состояния здоровья персонала, осуществляющего утилизацию атомных подводных лодок

Признак	Информативность (R)
Действие вредных производственных факторов: сварочные аэрозоли, производственный шум, общее охлаждение	0,83
Вариабельность сердечного ритма	0,73
Самооценка неблагоприятного микроклимата	0,43
Самооценка запыленности и загазованности на рабочем месте	0,40
Стаж в профессии	0,32
Образовательный статус	0,27
Благоприятность морального климата на рабочем месте	0,26
Возраст	0,25
Число дней нетрудоспособности (субъективно) за прошлый год	0,25
Дни заболеваемости с ВУТ за прошлый год	0,22
Случаи заболеваемости с ВУТ за прошлый год	0,22
Оценка соблюдения режима питания	0,22
Самооценка шумового фактора	0,15
Самооценка полноценности питания	0,15
Субъективная оценка частоты стрессовых ситуаций	0,14
Самооценка здоровья	0,14
Количество обращений к врачу с лечебно-диагностической целью (субъективно)	0,12
Удовлетворенность от выполненной работы	0,09
Самооценка получаемого удовольствия от общения в коллективе	0,07
Доход на члена семьи	0,06
Самооценка динамики здоровья за последний год	0,05
Самооценка освещенности	0,04
Самооценка температурного режима работы	0,02
Длительность проживания в регионе	0,01
Самооценка соответствия работы здоровью	0,01
Питание в специализированном помещении	0,00
Самооценка режима труда	0,00

Анализ таблицы показал, что наибольшая информационная значимость в оценке состояния здоровья принадлежит вредным факторам производственной среды (сварочные аэрозоли, производственный шум, общее охлаждение), показателям функциональной напряженности систем организма (вариабельности сердечного ритма) и субъективной оценки производственной среды (микроклиматические условия, загазованность и запыленность).

Заключение

В ходе исследования было установлено, что структура заболеваемости с ВУТ несколько различалась в профессиональных группах: так, если на первых местах во всех группах сравнения были заболевания дыхательной системы, то на втором ранговом месте среди ИТР и вспомогательной группе были заболевания сердечно-сосудистой системы, а в основной – заболевания костно-мышечной системы.

Установлено, что интенсивность заболеваний с ВУТ по случаям и дням в профессиональной группе, непосредственно занятой ремонтом и утилизацией АПЛ, была наибольшей по частоте заболеваний дыхательной, костно-мышечной и пищеварительной систем, уступая остальным группам лишь в частоте заболеваний органов кровообращения.

Для определения связи указанной патологии с профессиональной деятельностью на следующем этапе исследования определяли риски возникновения заболеваний. Для основной и вспомогательной профессиональных групп выявлена высокая причинно-следственная связь влияния производственных факторов на заболеваемость костно-мышечной системы. Полученные результаты хорошо соотносятся с данными риска развития заболеваний в зависимости от условий труда в машиностроении [5].

Установлено, что напряженные уровни функционального состояния психомоторной регуляции среди лиц, непосредственно занятых утилизацией АПЛ, а также выполняющих вспомогательные операции, коррелируют с высокой заболеваемостью костно-мышечной системы, а обнаруженные высокие уровни функционального напряжения вегетативной регуляции сердечного ритма среди ИТР - с заболеваемостью органов кровообращения. Выявленные особенности функционального напряжения физиологических систем инженерно-технических работников хорошо согласуются с исследованиями М.Ю. Рубцова с соавт. (2012), показавшего что для этой категории трудящихся значимым фактором риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы является напряженность трудового процесса [4].

В ходе исследования выявлено, что длительность проживания на Крайнем Севере меняет мнение респондентов о соответствии выполняемой работы состоянию здоровья: монотонно увеличивается удельный вес тех, кто считает, что состояние здоровья не соответствует работе. Установлено, что накопление физической усталости и появление стрессов связано с нарушением режима труда и отдыха на рабочем месте. На основании результатов факторного анализа из всего массива изучаемых параметров, влияющих на состояние здоровья работников атомного судостроения и судоремонта, было отобрано 27 переменных, информативность которых оценивали с помощью меры информативности С. Кульбака. Наибольшая информационная ценность в оценке состояния здоровья принадлежит вредным факторам производственной среды (сварочные аэрозоли, производственный шум, общее охлаждение), показателям функциональной напряженности систем организма (вариабельность сердечного ритма) и субъективной оценки производственной среды (микроклиматические условия, загазованность и запыленность). Таким образом, использование факторного анализа и показателя С. Кульбака позволило выбрать наиболее значимые критерии для мониторинга состояния здоровья персонала, занятого утилизацией атомных подводных лодок.

Литература

1. Гублер, Е.В. Информатика в патологии, клинической медицине и педиатрии / Е.В. Гублер. – Л.: Медицина, 1990. – 176 с.
2. Носкин, Л.А. Полисистемная оценка состояния саногенеза работников предприятия ядерно-топливного цикла. Анализ функционального состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и психомоторной систем / Л.А. Носкин, В.В. Пивоваров, М.М. Хомич и др. – Радиационная биология. Радиоэкология, 2004. – Т.44, №3. – С.269-277.
3. Приказ Минздрава РФ 21.03.2003 № 114 об утверждении отраслевой программы «Охрана и укрепление здоровья здоровых на 2003-2010 годы».
4. Рубцов, М.Ю. Комплексное изучение влияния особенностей рабочей среды на физиологическое и психологическое состояние работников офиса/ М.Ю. Рубцов, В.В. Матюхин, Н.Б.Рубцова и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – №4. – С. 9-13.
5. Health and Safety Executive. Survey of Occupational Health Support: [Contract Research Report 445/2002] / HSE. – London, 2002. – 204 pp.