

УДК 629.5.04+613.6

## ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ОБИТАЕМОСТИ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ ВМФ

*И. Г. Мосягин, В. В. Воронов*

Научно-исследовательский институт кораблестроения и вооружения Военно-Морского Флота Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия

## APPROACHES TO SOLVING THE HABITABILITY PROBLEMS OF NAVY SHIPS AND BOATS

*I. G. Mosiagin, V. V. Voronov*

Research Institute of Navy Shipbuilding and Armament, N. G. Kuznetsov Navy Academy,  
St. Petersburg, Russia

© И. Г. Мосягин, В. В. Воронов, 2017 г.

В статье приведены результаты анализа факторов обитаемости кораблей по материалам санитарно-эпидемиологических экспертиз эскизных, технических проектов, на этапе подготовки к государственным испытаниям. Представлен анализ субъективных оценок факторов обитаемости членами экипажей и их заболеваемости. Изложены сведения о патентном поиске автоматизированных систем управления рисками здоровью человека. Приведена разработанная авторами полезная модель на автоматизированную систему оценки и прогнозирования риска здоровью членов экипажей проектируемых кораблей и судов.

**Ключевые слова:** морская медицина, риск, здоровье, корабль.

The factors of ship habitability are discussed based on data of sanitary and epidemiological expert assessments related to of technical projects and performed at the stage of preparation to state testing. The subjective estimates of ship habitability presented by the members of ship crews are compared with disease incidences among them. Patent search data related to the automated management of human health risks are compiled. A useful model developed by the present author is described. The model relates to automated assessment of health risks of the members of the crews of anticipated ships and boats.

**Key words:** sea medicine, health risk, navy vessel.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-1-55-66>

Сохранение здоровья моряков как составной части эргатической системы «корабль-человек-база» призвано не только обеспечить ее высокую эффективность, но и сделать корабельную службу привлекательной в связи с поставленной задачей полной комплектации экипажей кораблей профессиональными военными [1]. Это является важным фактором, призванным существенно повысить качество эксплуатации военной техники, но это же является причиной возрастания потребностей рядового и старшинского состава к условиям жизни и деятельности. Увеличивается продолжительность их службы, а следовательно, экспозиция факторов обитаемости. Как одно из свойств, обуславливающих эффективность

корабля, обитаемость требует выделения ресурсов на свое формирование с учетом действующей нормативно-правовой базы. Является установленным фактом влияние лимита финансирования оборонных программ на состав и качество кораблей [2]. Для любого свойства корабля необходимо наличие механизма, позволяющего определить достаточность выделения ресурсов для оснащения вооружением и техническими средствами [3].

С целью обоснования затрат на формирование обитаемости необходимо сформировать механизм определения объема принимаемых конструкторских решений и выделяемых средств [4]. Для разработки методических основ подобного механизма следует определить критерий

оценки принимаемых решений, а затем механизм расчета его значений [5]. С подобной задачей сталкивается как отечественное, так и зарубежное здравоохранение. Значительные усилия в этом направлении затрачены в страховом секторе экономики развитых государств. Предпринятые проработки показали возможность использования в качестве такого критерия риск ущерба здоровью человека [6].

Межгосударственные и федеральные документы по оценке риска здоровью человека при выполнении профессиональной деятельности диктуют необходимость разработки ведомственных нормативно-правовых баз [7, 8]. Предлагаемые к разработке документы должны обеспечить внедрение риск-ориентированных моделей принятия управленческих решений, обусловленных особенностями трудового процесса в определенной отрасли промышленности, а применительно к обороноспособности государства — к конкретному виду Вооруженных Сил. В частности, на заседании Комитета по охране здоровья Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации по теме «Законодательные аспекты борьбы с неинфекционными заболеваниями и общественного здоровья в Российской Федерации» 12 мая 2016 года представлен Министерством здравоохранения РФ проект «Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний (НИЗ) на период до 2025 года» (далее — Стратегия). Одними из задач Стратегии являются: создание социальных и экономических детерминант для снижения уровня распространенности модифицируемых факторов риска НИЗ, создание системы регулярного эпидемиологического мониторинга поведенческих и биологических факторов риска НИЗ. В своем выступлении начальник управления — заместитель начальника Главного военно-медицинского управления генерал-майор медицинской службы К. Э. Кувшинов отметил, что медицинской службой ВС РФ реализуется и контролируется выполнение мероприятий, связанных с профилактикой НИЗ, в частности — создание безопасных условий военной службы на каждом месте исполнения должностных, специальных обязанностей, соблюдение санитарных норм и правил, выполнение требований уставов по размещению военнослужащих, организации материального обеспечения и бытового обслуживания [9].

Для условий Военно-Морского Флота эти положения применимы, однако с учетом морской специфики требуются дополнительные мероприятия, направленные на сохранение здоровья моряков [10].

В связи с изложенным выше, а также накоплением опыта эксплуатации кораблей, построенных с учетом действующих в настоящее время санитарных правил, в настоящей работе решались следующие задачи:

- 1) выполнить анализ внедрения требований к обитаемости надводных кораблей и судов ВМФ;
- 2) выполнить анкетирование членов экипажей по оценке корабельных условий жизнедеятельности;
- 3) разработать предложения по аппаратно-программной поддержке принятия решений при формировании обитаемости кораблей и судов ВМФ в процессе проектирования.

Для решения первой задачи был выполнен анализ технических заданий на проектирование 23 надводных кораблей и судов ВМФ нового поколения, а также изучены материалы их санитарно-эпидемиологических экспертиз.

За основу разработки технических заданий на создание корабля в части обитаемости были приняты санитарные правила 1991 г. Указанный документ является развитием системы гигиенических регламентов к надводным кораблям и судам, которые пересматривались в 1958, 1966, 1968, 1976, 1980 годах. Достаточно частое обновление, в среднем раз в 6 лет, соответствовало интенсивности вступления в строй новых классов и типов кораблей, накоплению опыта эксплуатации. Аналогичные санитарные требования к судам гражданского морского флота разрабатывались с такой же периодичностью, в настоящий момент действуют Санитарные правила для морских судов в редакции 1984 года. Перерыв в выпуске указанных документов связан с общественно-политическими изменениями, а также значительным увеличением срока строительства кораблей и судов и, следовательно, отсутствием опыта эксплуатации кораблей судов, построенных в соответствии с требованиями последней редакции гигиенических регламентов. В настоящий момент при разработке технических заданий, как результата исследовательского проектирования, учитывались достижения в разработке технических средств обитаемости, а также в гигиеническом нормировании частных факторов

обитаемости. Это позволяет актуализировать положения действующих санитарных правил, с момента издания которых прошло 26 лет.

Важными этапами жизненного цикла корабля, имеющими принципиальное значение для обеспечения безопасности жизнедеятельности членов экипажей, является разработка эскизных, технических проектов. С целью установления и предотвращения вредного воздействия факторов среды обитания на человека проводятся их санитарно-эпидемиологические экспертизы. Санитарно-эпидемиологическая экспертиза построенного корабля (судна) проводится на этапе подготовки к государственным испытаниям.

Нами изучены материалы проведения 28 санитарно-эпидемиологических экспертиз. Из них: материалов эскизного проекта — 1, материалов технического проекта — 20, на этапе подготовки к государственным испытаниям — 7.

Анализ материалов экспертиз свидетельствует о неполном выполнении требований руководящих документов в части их планирования и проведения, в частности систематически не проводятся экспертизы эскизных проектов кораблей и судов.

Замечания к факторам обитаемости при рассмотрении эскизных и технических проектов имеют следующую структуру по частоте: уровни воздушного шума превышают регламенты в 75% случаев, недостатки в размещении в жилых помещениях выявлены в 60%, нехватка площадей отмечается в 25% вещевых кладовых, 20% медицинских, 15% провизионных помещений. Замечания по водоснабжению, защите от электромагнитных излучений носят единичный характер. Замечания к освещению, микроклимату отсутствуют.

В ходе подготовки к государственным испытаниям количество проектов кораблей с превышением уровней воздушного шума над регламентированными уровнями составляло 72%, отступлений от требований в части размещения экипажей кораблей — 72%, помещений вещевых кладовых — 57%, медицинских помещений — 42%. Рост количества отступлений в сравнении с предшествующим этапом вызван проведением экспертиз кораблей, технические проекты которых в силу ряда причин не подвергались санитарно-эпидемиологическим экспертизам. Сравнительный анализ замечаний на этапе подготовки к государственным испытаниям свидетельствует, что наибольшее коли-

чество отступлений и их выраженность отмечается на кораблях и судах, технический проект которых не подвергался санитарно-эпидемиологической экспертизе. Такое же положение отмечалось, если между проведением экспертизы материалов технического проекта и окончанием строительства корабля (судна) проходит значительное время.

Устранение замечаний после проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы материалов технического проекта приводило к уменьшению общего количества замечаний на этапе подготовки к государственным испытаниям. Выявленные отступления от требований руководящих документов, как правило, имели меньшие значения (уровни воздушного шума снижены в среднем в 2 раза). Сохраняющиеся отступления связаны с массогабаритными ограничениями в нагрузках на корпус корабля (судна), введенными на этапе утверждения эскизного проекта.

С целью изучения субъективной оценки факторов обитаемости выполнялось анонимное анкетирование членов экипажей кораблей, построенных по техническим заданиям, выданным после 1991 г. Всего в опросе приняли участие 124 военнослужащих, проходящих службу по контракту, члены экипажей 4 кораблей одного класса. Все участники опроса — мужчины, годные по состоянию к службе на кораблях ВМФ, средний возраст  $27,4 \pm 4,8$  года. Опыт службы на обследуемом корабле  $3,2 \pm 2,3$  года. Анкетирование производилось методом формализованного и свободного проса. Формализованный опрос заключался в оценке факторов обитаемости по методу семантического дифференциала, за прототип которого взята методика САН, сохранена семибалльная шкала. Формализованный и свободный опрос производился отдельно по жилым и служебным помещениям по следующим факторам обитаемости: размещение, удобство эксплуатации технических средств обитаемости, вентиляция, температурный режим, вентиляция, уровни шума, освещение.

Жалобы к размещению в жилых помещениях предъявили 63,7% анкетированных. Различий в зависимости от категорий членов экипажей не выявлено: офицеры — 65,4%, мичманы — 61,1%, старшины — 70,9%, матросы — 55,8%. Однако сам характер жалоб зависел от категорий личного состава, а именно: основная жалоба офицеров и мичманов — недоста-

ток рабочих мест для работы с документами, старшин и матросов — недостаток общей площади кают. Средняя оценка по паре «тесно-просторно» составила 2,4 балла. Жалобы к оборудованию кают и кубриков выявлены у 69,2% опрошенных. Существенные различия в зависимости от категорий членов экипажей отсутствуют. Наиболее распространенная проблема, с которой сталкиваются проживающие в жилых помещениях — неудобство пользования мебелью, что объясняется недостаточной площадью жилых помещений. Средняя оценка по паре «удобно-неудобно» составляет 3,0 балла. Особенности конструкции системы вентиляции и кондиционирования воздуха обуславливают трудности в регуляции, когда температура и скорость движения воздуха, попадающего сразу после кондиционера в ближайшую каюту, отличаются от таких же показателей в следующих каютах (кубриках) по направлению воздуховода. В связи с этим жалобы членов экипажей на показатели микроклимата относятся не к возможности технических средств обеспечить их значения, а к возможности осуществить регулировку для конкретной каюты или кубрика. Количество жалоб отмечено у 72,1% опрошенных и не имеет различия. Средние оценки по парам «душно-свежо», «холодно-тепло», «жарко-прохладно» составляли 2,28, 3,08 и 2,69 балла соответственно. Наибольшее количество жалоб отмечается к уровням воздушного шума, они отмечены у 78,4% опрошенных. Средняя оценка по паре «шумно-тихо» составила 2,21 балла. Значимого различия между оценками данных уровней шума категориями членов экипажей не выявлено. Наименьшее количество жалоб отмечено к освещенности жилых помещений. Доля лиц, их предъявивших, составила 27,3%, средняя оценка по паре «темно-светло» составила 4,65 балла, при отсутствии достоверного различия между категориями военнослужащих.

Таким образом, структура жалоб на факторы обитаемости соответствует структуре выявленных недостатков при проведении санитарно-эпидемиологических экспертиз. Обращает на себя внимание отсутствие различий в количестве жалоб по всем группам факторов между проживающими в кубриках — рядовыми и старшинами, и проживающими в каютах — мичманами и офицерами. Это может быть объяснено несколькими причинами:

— ростом потребностей по мере повышения образования и ответственности за выполняемую работу человеком;

— единым информационным пространством, которым является экипаж корабля, в котором наличие жалоб у отдельных членов вызывает настороженность у остальных членов;

— едиными подходами к проектированию и формированию систем обеспечения обитаемости.

Оценки обитаемости помещений, в которых находятся рабочие места, существенно отличаются в лучшую сторону в сравнении с жилыми помещениями. В отличие от жилых помещений, жалобы на размещение в служебных помещениях отмечены у 22,5% опрошенных, средняя оценка по шкале «тесно-просторно» составляет 5,13 балла. Недостатки в удобстве использования оборудования отмечают 29,7% членов экипажей, при этом средняя оценка по паре «удобно-неудобно» составляет 4,28 балла. Жалобы на микроклимат в служебных помещениях отмечаются у 43,1% военнослужащих. Средние оценки по парам «душно-свежо», «холодно-тепло», «жарко-прохладно» составляли 3,46; 4,12 и 3,69 балла соответственно. Наибольшее количество жалоб — у 57,8% опрошенных отмечается на уровне воздушного шума, этому же фактору по паре «шумно-тихо» дана наименьшая оценка — 3,03 балла. Освещение в служебных помещениях вызвало жалобы у 26,1% опрошенных, средняя оценка по паре «темно-светло» составила 4,65 балла. По всем факторам не выявлено значимых отличий между категориями военнослужащих, что может быть объяснено помимо указанных выше причин еще и тем, что служебные обязанности они выполняют в одних служебных помещениях.

Оценка надлежащего проектирования и эксплуатации бытовой пресной воды может быть дана также по результатам изучения субъективных оценок питьевой воды, получаемой в условиях плавания. Полученные сведения являются важными в связи с тем, что количество и качество получаемой в корабельных условиях воды является существенным фактором, влияющим на состояние здоровья членов экипажей. Низкие производительность и надежность использованных ранее опреснителей испарительного типа привели к необходимости замены их на опреснительные установки, действие которых основано на принципе обратного осмоса. С целью оценки эффектив-

ности принятого технического решения для условий кораблей и судов ВМФ выполнено анкетирование членов экипажей по формализованному опроснику. В нее предлагалось дать оценку воде по органолептическим показателям, изложенным в «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01», а именно: цветность, привкус, мутность, запах. Шкала оценок от 0 — признак отсутствует, до 5 — сильно выражен. Также предлагалось по методу семантического дифференциала дать оценку воде по паре «плохая — хорошая». Дать оценку достаточности воды для питьевых и санитарно-бытовых нужд. Кроме того, предлагалось сообщить об использовании бутилированной воды, с указанием ее вида и потребляемого суточного объема.

Субъективная средняя оценка по цветности составила  $0,59 \pm 0,26$  балла, привкусу —  $0,79 \pm 0,33$  балла, мутности —  $0,57 \pm 0,19$  балла, запаху —  $1,04 \pm 0,42$  балла. Средняя оценка по методу семантического дифференциала — 5,6 балла. Достаточность количества воды для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд отметили 92,4% опрошенных. Опрос лиц, отметивших недостаток количества воды, позволил установить, что причинами являются поломки водоразборной арматуры. Проведенное исследование свидетельствует о высокой эффективности обратноосмотических опреснительных установок в корабельных условиях. Несмотря на достаточное количество питьевой воды значительное число лиц использует бутилированную воду, помимо предусмотренной нормой снабжения, согласно опросу, среди рядовых и старшин — 22,6%, среди мичманов — 38,9%, офицеров — 58,2%. Среди видов используемой воды 34,6% составляет минеральная вода, 32,5% — питьевая газированная вода, 15,9% — газированные напитки, 12,4% — питьевая негазированная, 4,6% опрошенных не придают значения виду используемой воды.

Показателем, находящимся в прямой зависимости от условий труда корабельных специалистов, является заболеваемость. Уровень первичной заболеваемости членов экипажей кораблей составляет 912‰, который соответствует уровню в ВС РФ [11]. Отступления факторов обитаемости корабля от гигиенических регламентов являются причиной значительного числа жалоб членов экипажей. При

этом следовало бы ожидать более высокого уровня заболеваемости членов экипажей. Относительно молодой возраст обследуемых ( $27,4 \pm 4,8$  года) позволяет компенсаторным механизмам противостоять развитию профессиональных заболеваний. По мере увеличения экспозиции факторов обитаемости корабля с неблагоприятными уровнями для здоровья человека следует ожидать роста заболеваемости.

Получаемые результаты гигиенических, эпидемиологических и психофизиологических исследований позволяют сформировать риск-ориентированную модель решений при формировании обитаемости кораблей и судов ВМФ.

Положение о том, что факторы обитаемости должны соответствовать гигиеническим регламентам, позволяет отнести их к неварьируемым характеристикам на стадии исследовательского проектирования. На дальнейших этапах, исходя из этого, следовало бы ожидать, что отклонений от регламентов происходить не будет. Однако опыт проектирования и строительства кораблей (в том числе рассмотренный в настоящей статье пример) свидетельствует о том, что отклонение от требований тактико-технических заданий является постоянным явлением. Следовательно, факторы обитаемости являются варьируемой характеристикой. Для поиска наилучших из возможных параметров обитаемости может быть применен аппарат оптимизации, методология которого в достаточной степени проработана в отечественном кораблестроении. Сама цель санитарных регламентов — это обеспечение безопасности здоровью членов экипажей и их потомства. В современных представлениях мерой безопасности здоровью является величина риска здоровью человека. С точки зрения теории оптимизации, теории исследования операций риск является произведением величины ущерба здоровью на его вероятность.

Таким образом, существует возможность оценить эффективность принятия решений в процессе создания корабля на основе риска здоровью человека, как величины, характеризующей такое качество корабля как обитаемость. Качества корабля обуславливают его эффективность. В современной теории кораблестроения качества корабля характеризуются величинами, называемыми тактико-техническими элементами, которые, в свою очередь, зависят от параметров технических решений. Применительно к обитаемости тактико-техни-

ческим элементом является автономность по запасам провизии, что далеко не в полной мере отражает жизнепригодность корабля. Отсутствие иных характеристик обусловлено рядом причин, одна из которых — это сложность выбора величины, отражающей действие всего комплекса факторов, влияющих на организм человека в измененной среде обитания.

В процессе проектирования предполагается использовать значительный объем информации о факторах обитаемости кораблей и судов, выбираемых в качестве прототипов. Для оценки риска здоровью членов экипажа проектируемого корабля будут использованы сведения о заболеваемости членов экипажей прототипов, значения гигиенических регламентов, данные психофизиологических исследований. Полученные показатели могут быть представлены в виде скалярных величин, что позволяет использовать их в математическом аппарате анализа риска. Таким образом, необходимо средство сбора, хранения и обработки информации, которая будет использована в интересах проектирования кораблей и судов. Им может быть аппаратно-программный комплекс в виде системы автоматизированного проектирования (САПР). Составной частью САПР может быть Автоматизированная система оценки и прогнозирования риска здоровью членов экипажей проектируемых кораблей и судов.

Анализ баз данных изобретений и полезных моделей Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» [12] свидетельствует, что существует ряд подобных аналогов, однако они не учитывают особенности кораблестроения, но могут быть приняты в качестве прототипов. С целью изучения опыта в создании автоматизированных систем управления рисками здоровью человека был выполнен патентный поиск, всего найдено 24 патента. Наиболее близкими к интересующей проблеме следующие 3 полезные модели:

— информационно-справочная система оценки и контроля профессиональных рисков в сфере трудовых отношений, описанная в одноименном патенте РФ № 78961 по кл. G06F 12/00, з. 10.06.08, оп. 10.12.08;

— автоматизированная система оценки и контроля профессиональных рисков в сфере трудовых отношений, описанная в одноименном патенте РФ № 77605 по кл. G06F 17/30, з. 05.06.08, оп. 10.10.08.

Наиболее близкой по технической сущности и принятой в качестве прототипа является автоматизированная информационно-справочная система оценки и контроля профессиональных рисков в сфере трудовых отношений, описанная в патенте РФ № 121617 по кл. G06F 17/30, з. 19.06.2012, оп. 27.10.2012. Однако она позволяет оценить профессиональный риск здоровью работников только уже существующего объекта, не позволяя прогнозировать риск здоровью работников применительно к проектируемым сооружениям и техническим средствам. Отсутствует возможность использования опыта эксплуатации прототипов, для которых уже получены данные по фактическому уровню профессионального риска здоровью персонала и осуществление на его основе оптимизации обитаемости транспортных объектов, в частности — судов, в системах автоматизированного проектирования.

Задачей предлагаемого изобретения является расширение эксплуатационных и функциональных возможностей системы, а технический результат заключается в том, что в систему, включающую в себя: базу фактических данных по состоянию здоровья персонала, профзаболеваниям и травматизму и базу данных нормативных показателей здоровья с учетом возраста, а также данных по отрасли по профзаболеваниям и травматизму, базу данных по фактическим параметрам имеющегося производственного оборудования и базу нормативных данных на такое оборудование, базу данных предприятия по фактической квалификации персонала и нормативную квалификационную базу, базу данных по фактическим производственным условиям на рабочих местах и базу нормативных данных по производственным условиям, базу фактических данных и базу оптимальных данных по стажу и возрасту. При этом выходы баз данных соединены со входами схемы выборки данных, подключенной выходами к входам схем сравнения. Выходы схем сравнения соединены со входами схемы выборки, выход которой подключен к цепочке из последовательно соединенных блока накапливающего суммирование данных, вычислителя, компаратора и блока вывода данных. Имеется также блок приема запросов, связанный выходом с блоком управления, два выхода которого соединены со схемами и выборки данных. Третий выход блока управления соединен со вто-

рым входом вычислителя, третий вход которого подключен к выходу устройства хранения коэффициентов значимости каждого из факторов и возможных значений оценки риска, вторым выходом соединенного со вторым входом компаратора. Выход блока вывода данных является выходом системы.

В отличие от прототипа, согласно полезной модели, в систему введены: вычислитель судна прототипа, третья и четвертая схемы выборки, база данных по предполагаемому состоянию здоровья членов экипажей проектируемого судна, база данных по параметрам предлагаемого к установке судового оборудования, база данных по предполагаемой при проектировании квалификации членов экипажей судов, база данных по ожидаемым условиям на рабочих местах проектируемого судна, база данных по предполагаемому стажу и возрасту членов экипажей проектируемого судна, база данных по фактическим условиям в жилых помещениях в судах-прототипах, база данных нормативных значений для условий в жилых судовых помещениях, база данных по ожидаемым условиям в жилых помещениях проектируемого судна, база данных по рискам здоровью членам экипажей судов-прототипов, база данных методик расчета риска здоровью, схема сравнения данных по ожидаемым условиям в жилых помещениях проектируемого судна нормативных значений для условий в жилых судовых помещениях. Кроме того, базы по фактическим условиям и данным системы, рассматриваются как базы фактических данных по судам-прототипам проектируемого судна.

Базы данных нормативных значений для условий в жилых судовых помещениях и база данных по ожидаемым условиям в жилых помещениях проектируемого судна параллельно связаны с входами первой выборки, выходы из которой связаны со схемой сравнения. Выходы проектных баз данных и баз данных судов-прототипов соединены со входами с третьей схемой выборки, выход из которой связан с входом блока вычислителя судна прототипа. Выход вычислителя судна прототипа связан с входом блока управления. Выход блока управления связан с входом четвертой схемы выборки, со вторым входом которой связан выход базы данных по рискам здоровью членам экипажей судов-прототипов, выход из четвертой схемы выборки связан с входом блока вывода данных, который является выхо-

дом системы. Введение вычислителя судна-прототипа, третьей и четвертой схема выборки, базы данных по состоянию здоровья членов экипажей предполагаемого при проектировании судна, базы данных по методикам вычисления риска здоровью работников, базы данных по параметрам предлагаемого к установке судового оборудования, базы данных по предполагаемой при проектировании квалификации членов экипажей судов, базы данных по ожидаемым условиям на рабочих местах проектируемого судна, базы данных по предполагаемому стажу и возрасту членов экипажей проектируемого судна, базы данных по фактическим условиям в жилых помещениях в судах-прототипах, базы данных нормативных значений для условий в жилых судовых помещениях, базы данных по ожидаемым условиям в жилых помещениях проектируемого судна при вышеуказанных связях между блоками дает возможность прогнозировать возможный риск здоровью членов экипажей проектируемых судов по результатам сравнения с нормативными величинами факторов среды обитания, а также с учетом данных о фактическом риске здоровью работников, полученных при эксплуатации судов-прототипов и возможно точно просчитать его уровень, повышая эффективность системы и расширяя ее эксплуатационные и функциональные возможности.

Технический результат — количественный прогноз риска здоровью членов экипажей, пригодный для использования в процессе оптимизации в системах автоматизированного проектирования судов.

На рисунке изображена система, содержащая базы данных, такие как: 1 — база фактических данных по состоянию здоровья членов экипажей судов-прототипов, профзаболеваниям и травматизму, 2 — база данных по фактическим параметрам имеющегося производственного оборудования судов-прототипов, 3 — база данных судов-прототипов по фактической квалификации персонала, 4 — база данных по фактическим производственным условиям на рабочих местах судов-прототипов, 5 — база фактических данных по стажу и возрасту членов экипажей судов-прототипов, 6 — база данных по фактическим условиям в жилых помещениях в судах-прототипах, 7 — база данных нормативных показателей здоровья с учетом возраста, 8 — база нормативных данных на производственное оборудование судов, 9 —

база по требуемой квалификации членов экипажей судов-прототипов, 10 — база нормативных данных по производственным условиям на рабочих местах морских, речных и прочих судов, 11 — база нормативных требований к стажу и возрасту членов судов-прототипов, 12 — база данных нормативных значений для условий в жилых судовых помещениях, 13 — база данных по предполагаемому состоянию здоровья членов экипажей проектируемого судна, 14 — база данных по параметрам предлагаемого к установке судового оборудования, 15 — база данных по предполагаемой при проектировании квалификации членов экипажей судов, 16 — база данных по ожидаемым условиям на рабочих местах проектируемого судна, 17 — база данных по предполагаемому стажу и возрасту членов экипажей проектируемого судна, 18 — база данных по ожидаемым условиям в жилых помещениях проектируемого судна, 19 — база данных по рискам здоровью членов экипажей судов-прототипов, 20 — база данных методик расчета риска здоровью.

которой подключен к цепочке из последовательно соединенных блока 29 накапливающего суммирование данных, вычислителя 30, компаратора 31 и блока 32 вывода данных. Имеется также блок 33 ввода данных, связанный выходом с блоком 34 управления, четыре выхода которого соединены параллельно со схемами 21, 28, 35, 36 выборок данных. Пятый выход блока 34 управления соединен со вторым входом вычислителя 30, третий вход которого подключен к выходу устройства 36 хранения коэффициентов значимости каждого из факторов, а четвертый вход с выходом базы 20 расчетных методик риска здоровью человека. Два входа компаратора 31 соединены, каждый в отдельности, с выходом вычислителя риска 30 и вторым выходом устройства 36 хранения коэффициентов значимости каждого из факторов и возможных значений оценки риска. Базы данных 1–6 соединены вторыми выходами с входами схемы выборки данных 35, выход из которой соединен с входом вычислителя судна-прототипа 37, к входам к которому также присоединены параллельно базы

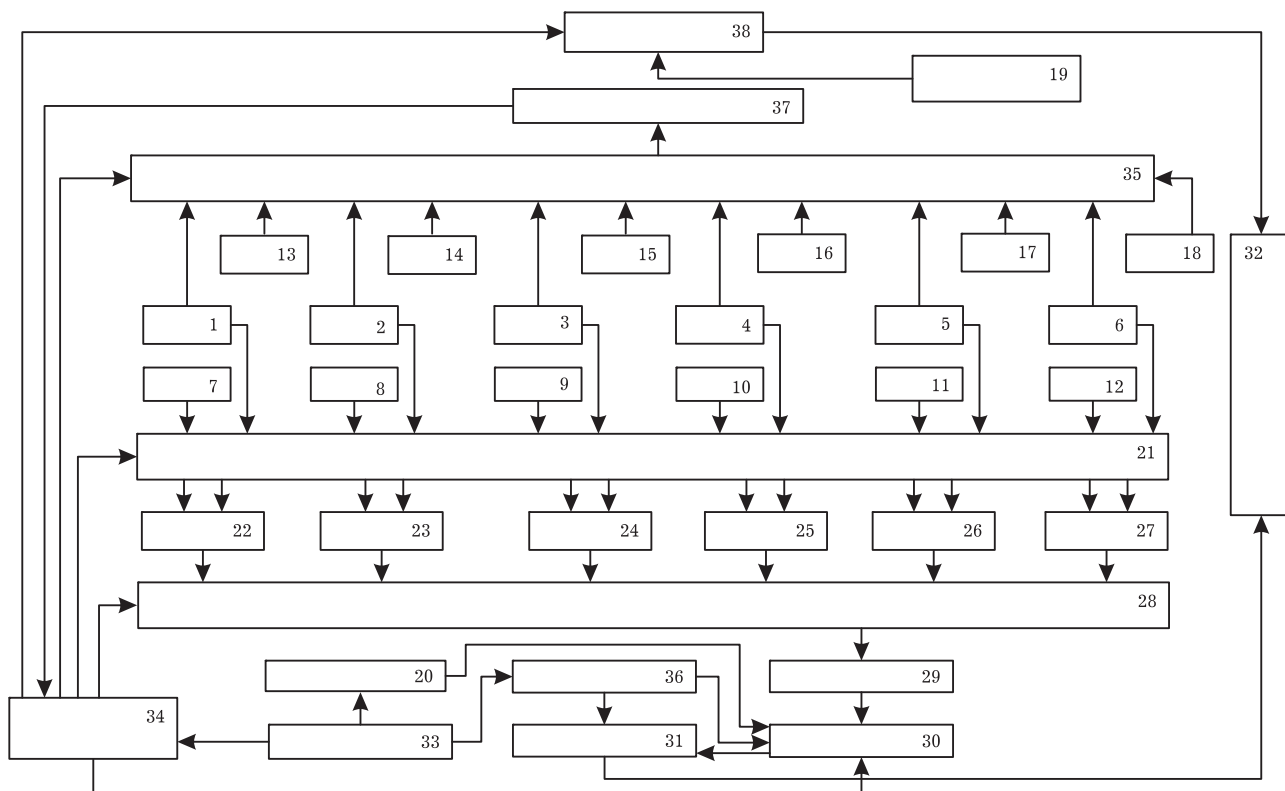


Рисунок. Система, содержащая базы данных. Пояснения в тексте

При этом выходы указанных баз 1–12 данных соединены со входами схемы 21 выборки данных, подключенной выходами к входам схем сравнения 22–27. Выходы схем 22–27 сравнения соединены со входами схемы 28 выборки, выход

13–18. Выход вычислителя судна-прототипа 37 связан с входом схемы выборки данных 38, со вторым входом которого связан выход базы данных 19 о фактическом риске здоровью работников, полученных при эксплуатации судов-про-



тотипов. Выход схемы выборки 38 связан с блоком 32 вывода данных. Выход из блока 32 является выходом из системы.

Базы данных (БД) 1–20: база фактических данных по состоянию здоровья членов экипажей судов-прототипов, профзаболеваниям и травматизму, база данных нормативных показателей здоровья с учетом возраста, база данных по фактическим параметрам имеющегося производственного оборудования судов-прототипов, база нормативных данных производственного оборудования судов-прототипов, база данных судов-прототипов по фактической квалификации персонала, база по требуемой квалификации членов экипажей судов-прототипов, база данных по фактическим производственным условиям на рабочих местах судов-прототипов, база нормативных данных по производственным условиям на рабочих местах морских, речных и прочих судов, база фактических данных по стажу и возрасту членов экипажей судов-прототипов, база нормативных требований к стажу и возрасту членов судов-прототипов, база данных по предполагаемому состоянию здоровья членов экипажей проектируемого судна, база данных по параметрам предлагаемого к установке судового оборудования, база данных по предполагаемой при проектировании квалификации членов экипажей судов, база данных по ожидаемым условиям на рабочих местах проектируемого судна, база данных по предполагаемому стажу и возрасту членов экипажей проектируемого судна, база данных по фактическим условиям в жилых помещениях в судах-прототипах, база данных нормативных значений для условий в жилых судовых помещениях, база данных по ожидаемым условиям в жилых помещениях проектируемого судна, база данных по рискам здоровью членам экипажей судов-прототипов, база данных методик расчета риска здоровью и представляют собой запоминающие устройства.

Схемы 21, 28, 35, 38 выборки данных предназначены для связи приемного устройства с различными источниками данных и представляют собой, например, селекторы-мультиплексоры.

Схемы 22–27 сравнения, компаратор 31 служат для сравнения проектных данных с нормативными и могут представлять собой, например, цифровые компараторы типа SN 7485.

Блок 29 накапливающего суммирования данных предназначен для хранения и выдачи

на вычислитель аналитических данных по итогам сравнения с выходов схемы 28 выборки. Вычислитель 30 служит для расчета величины риска и представляет собой вычислительное устройство. Алгоритм расчета вводится в него в виде программного обеспечения для выбранной методики расчета из базы 20.

Блок 32 вывода данных служит для представления рассчитанного значения величины риска и (или) сведений о риске здоровья членам экипажа судна-прототипа. Может представлять собой монитор, индикатор или принтер.

Блок 33 приема запросов предназначен для введения запроса в систему и может представлять собой устройство ввода данных, например, клавиатуру персонального компьютера.

Блок 34 управления предназначен для управления работой системы и может быть реализован на процессоре или микроконтроллере на основе персонального компьютера, в том числе объединенного в сеть с другими компьютерами, с соответствующим программным обеспечением.

Устройство 36 хранения коэффициентов значимости каждого из факторов служит для хранения коэффициентов значимости и представляет собой запоминающее устройство.

Вычислитель 37 вычислитель судна-прототипа служит для расчета характеристик судна-прототипа, представляет собой вычислительное устройство.

Автоматизированная система оценки и прогнозирования риска здоровью членов экипажей судов работает следующим образом: на блок 33 ввода данных поступают постоянно обновляемые сведения о нормативных требованиях к судам, о технических характеристиках и состоянии здоровья членов экипажей эксплуатирующихся судов, методическом аппарате расчета риска здоровью моряков, которые соответственно направляются через блок 34 управления в базы данных 1–7, 13–18, 19 и 20. Таким же образом при разработке нового проекта ожидаемые параметры технических характеристик судна и сведения о членах экипажей вносятся в базы данных 7–12. При поступлении запроса пользователя для составления прогноза риска здоровью членов проектируемого судна, сигнал об этом с блока 33 приема запросов подается на блок 34 управления, с которого на схему 21 выборки запрашиваемых данных поступает команда запросить необходимые сведения об ожидаемом состоянии здоровья членов

экипажа судна, о предполагаемой квалификации персонала проектируемого судна, предусмотренным в проекте параметрам производственного оборудования, проектным производственным условиям на рабочих местах, проектным условиям в местах отдыха, а также по возрасту и стажу членов экипажа проектируемого судна. На схему 21 поступает указанная информация с баз 1–6 проектных данных, а также нормативные данные соответственно с баз данных 7–12 соответствующих нормативных показателей. Эти сведения поступают с указанных баз данных через схему 21 выборки на соответствующие схемы 22–27 сравнения, где происходит сравнение проектных и нормативных данных по каждому из факторов потенциального риска. Результаты сравнения по каждому из факторов риска с выходов поступают по сигналу с блока 34 управления через схему 28 выборки на блок 29 накапливающего суммирования аналитических данных. С блока 29 информация поступает на вычислитель 30 риска, куда с устройства 36 хранения коэффициентов значимости факторов риска подаются коэффициенты значимости факторов риска и где производится расчет величины риска. Расчет риска производится по выбранной методике из базы 20 расчетных методик риска здоровью человека, сигнал о выборе конкретной методики подается с блока 33 ввода данных.

Рассчитанная величина интегрального показателя профессионального риска поступает с выхода вычислителя 30 на компаратор 31, куда для сравнения подаются с устройства 36 значения величин риска для определения по итогам сравнения уровня риска. Результаты сравнения с компаратора 31 подаются на блок 32 выдачи данных, откуда они были, например, приняты системой автоматизированного проектирования судов, выведены на экран, либо распечатаны на принтере.

При необходимости использования опыта эксплуатации судов-прототипов пользователем через блок 33 ввода запросов подается сигнал на блок управления 34, откуда на схему выборки 35 поступает команда запросить данные по проектируемому судну с баз данных 1–6, а с баз данных 13–18 — сведения об эксплуатирующихся судах. Информация со схемы выборки 35 поступает на вычислитель 37 судна-прототипа, который служит для определения наиболее близкого к проектируемому судну прототипа. Информация о выбранном

виде судна-прототипа от вычислителя 37 поступает в блок управления 34, откуда сигнал о запросе накопленных сведений о состоянии здоровья членов экипажа выбранного судна-прототипа поступает в схему выборки 38. Информация на схему выборки 38 поступает из базы данных 19 и направляется в вывод данных 32, откуда они могут быть, например, приняты системой автоматизированного проектирования судов, либо распечатаны на принтере.

Предлагаемая система обладает новизной в сравнении с прототипом, отличаясь от него такими существенными признаками: вычислителем судна прототипа, третьей и четвертой схемами выборки, базой данных по состоянию здоровья членов экипажей судна, предполагаемого при проектировании, базой данных по параметрам предлагаемого к установке судового оборудования, базой данных по предполагаемой при проектировании квалификации членов экипажей судов, базой данных по ожидаемым условиям на рабочих местах проектируемого судна, базой данных по предполагаемому стажу и возрасту членов экипажей проектируемого судна, базой данных по фактическим условиям в жилых помещениях в судах-прототипах, базой данных нормативных значений для условий в жилых судовых помещениях, базой данных по ожидаемым условиям в жилых помещениях проектируемого судна, связи выходов фактических баз данных и проектных баз данных со схемой выборки, связанной входом через блок управления с блоком запроса данных, а выходами — со схемами сравнения фактических и нормативных данных, подключение выходов блоков сравнения через схему выборки к блоку накапливающего суммирования аналитических данных, соединенного выходом с вычислителем риска, связанным выходом через компаратор с блоком выдачи данных, а входом-выходом устройства хранения коэффициентов и величин оценок риска, наличие блока управления, связанного со схемами выборки, вычислителем и блоком приема запросов, обеспечивающими в совокупности достижение заданного результата.

Заявляемая автоматизированная система оценки и прогнозирования риска здоровью членов экипажей судов может найти широкое применение в профилактической медицине, в области техники безопасности судостроения, являться составной частью системы автоматизированного проектирования судов, а потому соответствует критерию «промышленная применимость».

**Выводы:**

1. Обитаемость является варьируемой характеристикой корабля с этапа разработки эскизного проекта.

2. Существует зависимость между фактом проведения санитарно-эпидемиологических экспертиз на этапах жизненного цикла корабля и величиной отклонений факторов обитаемости от гигиенических регламентов.

3. Факторами обитаемости кораблей с наиболее неблагоприятными значениями являются размещение и воздушный шум.

4. Предлагаемые методы субъективной оценки среды обитания могут быть применены в процессе ее оценки с достаточной достоверностью.

5. Разработанная автоматизированная система оценки и прогнозирования риска здоровью членов экипажей может быть применена в процессе оптимизации как составная часть системы автоматизированного проектирования кораблей и судов.

*Статья опубликована по материалам научного отчета «Исследование путей совершенствования обитаемости надводных кораблей и судов ВМФ» (шифр «Мицар») Научно-исследовательского института кораблестроения и вооружения Военно-Морского Флота ФГКВОНУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова».*

**Литература**

1. Мосягин И. Г., Попов А. М., Чирков Д. В. Морская доктрина России — в приоритете человек // Морская медицина.— 2015.— Т. 1, № 3.— С. 5–12.
2. Захаров И. Г. Обоснование выбора. Теория практики.— СПб.: Судостроение, 2006.— 528 с., ил.
3. Худяков Л. Ю. Исследовательское проектирование кораблей.— Л.: Судостроение, 1980.— 240 с. ил.
4. Алфимов Н. Н. Социальные аспекты военно-морской гигиены. Лекция первая. Здоровье и функциональная надежность экипажей кораблей.— Л.: ВмедА, 1975.— 88 с.
5. Пашин В. М. Оптимизация судов.— Л.: Судостроение, 1983.— 296 с.
6. Отчет о научно-исследовательской работе «Комплексное обоснование системы мероприятий по снижению риска ущерба здоровью плавсостава ВМФ».— СПб.: 1 ЦНИИ МО РФ, 1998.— 104 с.
7. Денисов Э. И., Прокопенко Л. В., Степанян И. В. Управление профессиональными рисками: прогнозирование, каузация и биоинформационные технологии // Вестник РАМН, 2012.— № 6.— С.51–56.
8. Денисов Э. И., Прокопенко Л. В., Степанян И. В., Чесалин П. В. Правовые и методические основы управления профессиональными рисками // Медицина труда и промышленная экология.— 2011.— № 12.— С. 6–11.
9. Кувшинов К. Э., Земляков С. В., Макиев Р. Г., Пастухов А. Г. Неинфекционная заболеваемость в Вооруженных Силах // Военно-медицинский журнал.— 2016.— Т. 337, № 12.— С. 4–10.
10. Мосягин И. Г., Коржов И. В. Профилактика заболеваемости личного состава ВМФ в 2014 г. // Морской сборник.— 2014.— № 7.— С. 64–69.
11. Фисун А. Я. Медицинское обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации: итоги деятельности и основные задачи на 2016 год // Военно-медицинский журнал.— 2016.— Т. 337, № 1.— С. 4–24.
12. [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resource/](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resource/) (дата обращения 12.01.2017).

**References**

1. Mosyagin I. G., Popov A. M., Chirkov D. V., *Morskaya medicina*, 2015, vol. 1, No. 3, pp. 5–12.
2. Zaharov I. G., *Obosnovanie vybora. Teoriya praktiki*, St. Petersburg: Sudostroenie, 2006, 528 p., il.
3. Hudyakov L. Yu., *Issledovatel'skoe proektirovanie korablej*, Leningrad: Sudostroenie, 1980, 240 p., il.
4. Alfimov N. N., *Sotsialnye aspekty voenno-morskoj gigieny. Lekciya pervaya. Zdorove i funktsionalnaya nadyozhnost ekipazhej korablej*, Leningrad: VmedA, 1975, 88 p.
5. Pashin V. M., *Optimizatsiya sudov*, Leningrad: Sudostroenie, 1983, 296 p.
6. *Otchyot o nauchno-issledovatel'skoj rabote «Kompleksnoe obosnovanie sistemy meropriyatij po snizheniyu riska usherba zdoroviyu plavkostava VMF»*, St. Petersburg: 1 CNII MO RF, 1998, 104 p.
7. Denisov E. I., Prokopenko L. V., Stepanyan I. V., *Vestnik RAMN*, 2012, No. 6, pp. 51–56.
8. Denisov E. I., Prokopenko L. V., Stepanyan I. V., Chesalin P. V., *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2011, No. 12, pp. 6–11.

9. Kuvshinov K. E., Zemlyakov P. V., Makiev R. G., Pastuhov A. G., *Voenno-medicinskij zhurnal*, 2016, vol. 337, No. 12, pp. 4–10.
10. Mosyagin I. G., Korzhov I. V., *Morskoj sbornik*, 2014, No. 7, pp. 64–69.
11. Fisun A. Ya., *Voenno-medicinskij zhurnal*, 2016, vol. 337, No. 1, pp. 4–24.
12. [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru/inform\\_resource/](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resource/) (дата обращения 12.01.2017).

Поступила в редакцию: 22.01.2017 г.

Контакт: Воронов Виктор Витальевич, +7 921 976-70-28

**Сведения об авторе:**

*Мосягин Игорь Геннадьевич* — доктор медицинских наук, профессор, действительный член Российской академии военных наук, начальник медицинской службы Главного командования Военно-Морского Флота России, 191055, Санкт-Петербург, Адмиралтейский проезд, д. 1, e-mail: mosyagin-igor@mail.ru;

тел. моб.: +7 911 195-11-76, тел./факс служебный: +7 812 494-01-72;

*Воронов Виктор Витальевич* — кандидат медицинских наук, доцент, подполковник медицинской службы, докторант Научно-исследовательского института кораблестроения и вооружения Военно-морского флота Военного учебно-научного центра Военно-Морского флота «Военно-морская академия им. Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Рузовская ул., д. 10, тел: +7 921 976-70-28.