

УДК 656.61.052

THE CONCEPT OF EFFECTIVENESS OF WATCH KEEPING ON THE BRIDGE

К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕСЕНИЯ ВАХТЫ НА МОСТИКЕ СУДНА

V.P.Topalov¹, *PhD, captain, professor*, V.G.Torskiy¹, *PhD, professor*, V.V.Torskiy²,
2nd officer

В.П. Топалов¹, *к.д.п., к.т.н., профессор*, В.Г. Торский¹, *к.т.н., профессор*,
В.В. Торский², *2-й помощник капитана*

¹*Odessa National Maritime Academy, Ukraine*

²*Sea Bird Exploration*

¹*Одесская Национальная Морская Академия, Украина*

²*Sea Bird Exploration*

ABSTRACT

Recent years saw many accidents (grounding /stranding) of coastal ships caused by errors, negligence of OOW.

The results of the investigations of such navigational accidents state that their main reason is insufficient competence of the OOW to exercise due diligence. It can be caused by excessive fatigue, inattention, lack of vigilance. As a rule, extensive work of navigator at ports, lack of enough rest and sleep result in unsatisfied physical and psychological state.

The assessment of functional effectiveness of keeping the watch explains the necessity of taking extra/additional measures for increasing reliability of the system “OOW – navigational complex”.

Keywords: effectiveness, navigational complex, refusal, negligence

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами

Как известно, на всех судах, находящихся в эксплуатации, независимо от национальной принадлежности круглосуточно несется вахтенная служба. Она призвана обеспечивать управление судном, его безопасность и производственную деятельность. Несение вахты (watch keeping) представляет собой специальный вид деятельности судового персонала, которая требует постоянного внимания и непрерывного присутствия вахтенного офицера на ходовом мостике. Состав и должностные обязанности членов вахтенной команды зависят от условий плавания, типа судна, численности экипажа. Принципиальные положения по несению вахты на ходу судна (at sea) и обязанности вахтенного офицера приведены в Кодексе ПДНВ-95 с поправками и должны неукоснительно выполняться в практике. В темное время суток вахтенная команда должна состоять из двух человек: судоводителя и вперёдсмотрящего/рулевого. В дневное время вахту на мостике может нести

один офицер при условии, что ситуация тщательно проанализирована, оценена, и без сомнения, безопасна. Вахтенный офицер обязан поддерживать непрерывное организованное наблюдение за окружающей обстановкой, с целью своевременного обнаружения опасности сближения и выбора оптимального маневра расхождения с судами.

Однако, как свидетельствуют результаты расследования причин случившихся в последние годы аварий (главным образом посадок на мель), некоторые из приведенных в Кодексе ПДНВ положений на судах не выполняются, что нередко приводит к возникновению опасных ситуаций и инцидентов. Особенно это характерно для небольших транспортных судов, выполняющих короткие по времени рейсы вблизи берегов. В составе экипажа таких судов обычно два судоводителя (капитан и помощник), чрезвычайно загруженных различными делами при стоянках в портах и несущих в одиночку ходовую вахту, в том числе и в ночное время. Как следствие, вахтенные офицеры испытывают накапливающуюся усталость и в сложных ситуациях принимают неадекватные решения или вообще засыпают на мостике и не контролируют движение судна. Для повышения безопасности плавания мостики современных морских судов насыщены многочисленными приборами и индикаторами, органами управления параметрами движения. Такой электронный комплекс совместно с офицером-судоводителем образует человеко-машинную систему управления движением судна. Оснащение судов навигационными комплексами призвано снизить рабочую нагрузку вахтенных офицеров, освободить их от рутинных операций, позволить больше внимания уделять наблюдению за обстановкой вокруг судна, принятию своевременных мер по предотвращению опасных ситуаций. Вместе с тем аварийность в мировом флоте остается недопустимо высокой. Так, по данным «The Maritime Bulletin Disaster Chronicles» в 2013 году произошло более ста крупных аварий с судами, 73 судна затонуло. Жертвами происшествий на море стали пятьсот человек. Результаты расследования аварий свидетельствуют, что в большинстве случаев их причинами были неверные решения и действия вахтенного офицера, неисправности навигационных средств. Известно, что человек сравнительно быстро утомляется, может одновременно перерабатывать небольшой поток информации с невысокой скоростью, он не в состоянии контролировать и управлять быстро протекающими процессами. Усталый офицер, не имевший достаточного отдыха и сна в течение продолжительного времени, способен совершать ошибки и промахи даже в простейших ситуациях. Технические средства судовождения также не обладают стопроцентной надежностью и могут выходить из строя по разным причинам.

Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

В связи с участвовавшими в последнее время авариями судов, происшедших главным образом по вине вахтенных офицеров, установлению предпосылок и причин, приведших к происшествию, уделяется значительное внимание. Этим вопросам посвящены, конференции, проекты, публикации [1-

4], в которых рассматриваются различные факторы и обстоятельства, способствующие возникновению на судах опасных ситуаций. При этом приоритетная роль отводится людям (70-80% случаев) в то время как на долю навигационных средств приходится около 20-30%. Составляющие элементы навигационного комплекса находятся под воздействием характерных для морских условий факторов: качки, вибрации, изменений температуры и влажности воздуха, электромагнитных полей. В результате в нем возможны сбои, нарушения взаимодействия, неисправности отдельных приборов. При этом сбои в работе одного элемента негативно влияют на другой, что в определенных условиях может привести к опасному инциденту и даже аварии. С целью увеличения продолжительности безотказной работы навигационного комплекса разработаны рекомендации, направленные на обеспечение высокой надежности его элементов, снабжения наиболее важных средств автоматизации устройствами самодиагностики и предупреждения вахтенного офицера о возникших неисправностях и др. Но главное внимание при исследованиях аварийных случаев на море в последнее время уделялось «человеческому» фактору, т.е. недостаткам, промахам и ошибкам судоводителей, осуществлявших управление судном. На основе научных разработок и анализа аварийных происшествий было установлено, что от количественного состава экипажа, уровня профессиональной подготовки зависит физическая и психическая нагрузка моряков, их способность безопасно и эффективно выполнять свои обязанности. Так, чрезмерная загруженность офицеров вызывает хроническое утомление и, как следствие, сон на вахте, неверную оценку ситуации, ошибки в управлении судном. Как правило, ошибки людей вызываются психологическими, организационными факторами, влиянием среды, которые каким-то образом не совместимы с нормальной человеческой деятельностью. То есть, эти факторы «принуждают» судового офицера делать ошибки. Происходит так потому, что традиционно судовладельцы старались различными способами адаптировать свой персонал к технической системе, чтобы таким образом свести к минимуму человеческие ошибки. Однако, как показывает опыт, вместо этого нужно технику приспособлять к человеку, учитывая его способности, возможности и ограничения.

Ошибки в выполнении тех или иных действий могут быть связаны с неудовлетворительным психическим состоянием вахтенного офицера, которое характеризуется подавленным настроением, повышенной раздражительностью, замедленной реакцией, а иногда наоборот, суетливостью, излишним волнением, рассеянным вниманием.

В последние годы все большее внимание в плане безопасности обращается на усталость членов экипажа, особенно капитанов и офицеров, как на специфический фактор, свойственный морской профессии, влияние которого существенно ограничивает возможности вахтенного офицера действовать эффективно, адекватно сложившейся обстановке.

Исследования, выполненные Национальным союзом офицеров морской авиации и торгового флота (NUMAST, 2001 г.), в которых были опрошены 563 моряка, показали, что 50 % судовых командиров работают более 85 часов в неделю, 66% опрошенных считали, что для снижения усталости судового

персонала необходимо увеличение количества членов экипажа на борту. Исследования, проведенные в Японии свидетельствуют, что усталость и недостаток бдительности вахтенных офицеров ответственны за более 50% посадок на мель и около 38% случаев столкновений.

Имеются десятки примеров посадок судов на мель из-за того, что усталый вахтенный офицер заснул на мостике и не повернул в намеченной точке. То есть не выполнил необходимых действий для обеспечения безопасного плавания судна.

Был выработан целый ряд рекомендаций по снижению негативного влияния «человеческого» фактора на безопасность плавания судна в стесненных условиях. Вместе с тем оценка эффективности несения ходовой вахты на мостике судна должного отражения в морской печати не получила.

Формулирование целей статьи (постановка задачи)

Рассмотреть один из возможных подходов к определению продолжительности времени ходовой вахты, в течение которого система «вахтенный офицер - навигационный комплекс» способна обеспечить безопасность плавания судна.

Изложение материала исследования с обоснованием полученных научных результатов

Как известно, в практике эксплуатации любого оборудования используются два понятия эффективности: функциональная (техническая, эксплуатационная) и экономическая. Первая есть мера приспособленности данного устройства к выполнению производственных функций и характеризуется рядом показателей (надежностью, скоростью, точностью и т. п.). Экономическая эффективность определяет степень соответствия затрат на выполнение производственных функций достигнутым результатам. Например, экономическая эффективность новой техники характеризуется отношением годового эффекта от ее использования к капитальным вложениям в создание технических устройств. Названные понятия взаимосвязаны: экономически эффективное оборудование всегда имеет и функциональную эффективность, однако наличие последней еще не означает, что оборудование экономически эффективное; это устанавливается, исходя из необходимых производственных затрат.

В данной статье под эффективностью несения ходовой вахты на мостике судна понимается степень пригодности (готовности) системы «судоводитель - навигационный комплекс» к выполнению управленческих функций на протяжении времени вахты. Чтобы судить об эффективности несения вахты и сравнивать между собой различно организованные вахтенные команды, нужно иметь численный показатель эффективности. В соответствии с целевой направленностью несения ходовой вахты за показатель эффективности принимаем средний период времени, в течение которого названная система находится в исправном (рабочем) состоянии и может обеспечивать должный уровень безопасности судна. Для определения показателя эффективности воспользуемся соответствующими положениями теории исследования

операций [5]. Опыт показывает, что в процессе плавания система «судоводитель – навигационный комплекс» (обозначим ее S) может находиться в следующих состояниях:

S_1 – оба элемента находятся в рабочем состоянии;

S_2 – сбой (отказ) навигационного комплекса;

S_3 – судоводитель не способен в полной мере выполнять функции вахтенного офицера, навигационный комплекс исправен;

S_4 – оба элемента не могут выполнять свои функции;

Под отказом вахтенного офицера здесь подразумевается неспособность выполнять требуемые функции по управлению судном, отказом навигационного комплекса считаются неисправности, приводящие к утрате способности функционировать в заданном режиме. Можно обоснованно считать, что переходы системы S из одного состояния в другое происходит под воздействием простейших стационарных (пуассоновских) потоков отказов и восстановлений с определенными интенсивностями. Размеченный граф состояний системы представлен на рисунке. Здесь у стрелок проставлены интенсивности (плотности вероятностей переходов) потоков отказов. Их условные численные значения приняты, исходя из того, что причинами аварий судов в подавляющем большинстве случаев являются промахи и неверные действия судоводителей.

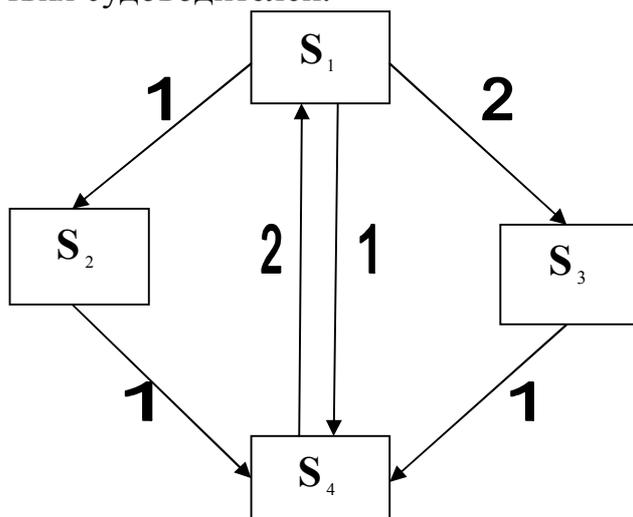


Рис. Размеченный граф состояний системы «вахтенный офицер – навигационный комплекс»

Исходя из заданных условий, необходимо определить предельные вероятности возможных состояний системы, которые дают средние относительные величины времени пребывания системы в данном состоянии в установившемся режиме функционирования. Для этого запишем совокупность дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний S_1 , S_2 , S_3 и S_4 :

$$\frac{dp_1}{dt} = -(p_1 + 2p_1 + p_1) + 2p_4 = -4p_1 + 2p_4;$$

$$\frac{dp_1}{dt} = -p_2 + 2p_1$$

$$\frac{dp_2}{dt} = -p_3 + 2p_1$$

$$\frac{dp_4}{dt} = -2p_4 + p_2 + p_3 + p_1.$$

В начальный момент система находилась в состоянии S_1 .

В левой части каждого уравнения стоит производная вероятности состояния, а правая содержит столько членов, сколько стрелок связано с данным состоянием. Каждый член равен произведению интенсивности перехода, умноженной на вероятность того состояния, из которого исходит стрелка. Так как в установившемся (предельном) режиме все вероятности состояний постоянны, значит их производные равны нулю.

$$0 = 4p_1 + 2p_4;$$

$$0 = -p_2 + p_1;$$

$$0 = -p_3 + 2p_1;$$

$$0 = -2p_4 + p_2 + p_3 + p_1;$$

Далее выразим из этой системы все неизвестные вероятности через p_1 :

из первого уравнения: $2p_4 = 4p_1$; $p_4 = 2p_1$;

из второго и третьего уравнения соответственно:

$$p_2 = p_1;$$

$$p_3 = 2p_1.$$

Подставляя полученные выражения в «нормировочное» условие

$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1$, получим:

$$p_1 + p_1 + 2p_1 + 2p_1 = 1.$$

Отсюда имеем:

$$6p_1 = 1; \quad p_1 = 1/6; \quad p_2 = 1/6; \quad p_3 = 2/6; \quad p_4 = 2/6.$$

Это значит, что в предельном установившемся режиме функционирования система «вахтенный офицер – навигационный комплекс» будет проводить в состоянии S_1 одну шестую часть времени, столько же в состоянии S_2 , а в состояниях S_3 и S_4 по две шестых времени вахтенного периода. В случае если продолжительность ходовой вахты 6 часов, что характерно для судов прибрежного плавания, то при заданных исходных условиях только около 70 минут (20%) этого периода система управления судном способна в полной мере выполнять свои функции. В остальное время вследствие отказа одного или обоих элементов (неисправность навигационных средств, усталость, потеря бдительности, отвлечение другими делами вахтенного офицера) при движении судна могут возникать опасные ситуации и инциденты. Хотя в данной модели функционирования системы «вахтенный офицер - навигационный комплекс» использовались условные значения интенсивностей потоков отказов, полученный очень низкий показатель эффективности несения вахты свидетельствует о необходимости принятия соответствующих мер для повышения безопасности плавания судов, в особенности тех на которых ходовую вахту в одиночку несут офицеры, не имевшие до этого соответствующего отдыха и сна, как это требуют международные документы.

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению

С целью повышения эффективности функционирования системы «вахтенный офицер - навигационный комплекс» необходимо:

1. Обеспечение достаточного отдыха, физической и психологической готовности офицеров, заступающих на вахту. Для этого на небольших судах прибрежного плавания необходимо введение в состав экипажа еще одного судоводителя;
2. Улучшение рабочей среды, в которой действует вахтенный офицер, путем применения мер по снижению неблагоприятных для человека факторов: шума, высокой/низкой температуры, влажности воздуха;
3. Обеспечить высокую надежность функционирования элементов навигационного комплекса, которую должны достигать изготовители приборов в процессе проектирования и производства с учетом воздействия негативных факторов(качки, вибрации, температуры среды и др.).
4. Снабдить навигационный комплекс устройствами самодиагностики и предупреждения вахтенного офицера о возможных сбоях и неисправностях отдельных элементов.
5. Повысить осведомленность (знания и навыки) судоводителей в отношении использования, обслуживания, возможностей и ограничений

навигационных приборов путем соответствующего обучения, подготовки на тренажерах, проверок знаний и т.п.

Необходимо также отметить, что повышение эффективности несения ходовой вахты повлечет за собой соответствующее повышение экономической эффективности эксплуатации судов, вследствие уменьшения количества аварий и инцидентов и связанных с ними расходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahvenjarvi S. Poor Monitoring of the Navigation and Steering Equipment in causes the reaction time in Fault Situations./ S. Ahvenjarvi // 7-th Annual General Assembly and Conference. October 16-18, 2006. The International Association of Maritime Universities.
2. Crowch T. Navigating the Human Element. / MLB Publishing, Gravesend, 2013, 222 p.
3. Hadnet E. Bridge too Far. / E. Hadnet // «Seaways», NI, Jan, 2008 p.12-13
4. Lutzhoft M. The Technology Great when it Works. Maritime Technology and Human Integration on the Ship's Bridge / M. Lutzhoft / «Seaways», NI, June, 2005 p.21-23.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель – Москва, Советское радио, 1972 – 552 с.