

УДК: 656.6

В. К. Гончаров

Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Возможный подход к оценке роли «человеческого фактора» в аварийных происшествиях

Рассматривается проблема оценки «человеческого фактора», который в большинстве случаев служит причиной аварийных происшествий с судами. Предложен метод оценки, основанный на материалах статистического анализа воздействия на психическое состояние оператора его физического состояния, внешней среды и влияния взаимодействующих с оператором объектов. Указанные материалы предполагается получить в дальнейшем путем специальных исследований.

Авария, человеческий фактор, судоходство, штурман, психический статус, самочувствие, рабочая среда

Анализ аварийных происшествий в судоходстве показывает, что до 80 % аварий с судами происходит по вине судоводителя-штурмана, т. е. из-за его ошибочных действий при возникновении аварийной ситуации, что определяется как «человеческий фактор», так как аварии можно было бы избежать, поскольку отсутствовали какие-либо объективные или неустраняемые причины. Совершенствование оборудования ходового мостика, создание систем дистанционного сопровождения судов, облегчающих движение и маневрирование на судоходных путях, практически не изменяют указанной статистики. Такое же положение наблюдается и на других видах транспорта.

Ошибка судоводителя (оператора) – «человеческий фактор» – вызвана тем, что оператор подвержен воздействию своих внутренних, а также внешних факторов, которые затрудняют правильное восприятие и оценку окружающей обстановки и, следовательно, адекватную реакцию на поступающую к нему (исходную) информацию. Поэтому при планировании различной деятельности с техническими средствами, которые управляются человеком, необходимо принимать во внимание «человеческий фактор», чтобы обеспечить эффективность и безопасность их функционирования.

В большинстве случаев концепция «человеческого фактора» связана с наукой эргономикой [1], где основной проблемой является создание удобных и благоприятных условий для эффективной работы оператора. Известные методы оценки «человеческо-

го фактора» концептуально или структурно анализируют процесс взаимодействия человека (или коллектива) с управляемыми ими системами и выявляют наиболее критические элементы, где возникновение аварийной ситуации наиболее вероятно. Недостатком этих методов является отсутствие количественной оценки, применение которой дает возможность сравнения различных ситуаций или принимающих решение систем, и тем самым обеспечивает выбор оптимальных решений.

Количественный подход к оценке «человеческого фактора» ранее был изложен в работе [2], где проанализировано воздействие на оператора состояния его здоровья и психики, рабочей обстановки и специфики выполняемых операций. В данной статье этот подход развивается дальше. Применительно к оператору, который управляет судном на ходовом мостике, регулирует режим работы судовой энергетической установки или управляет другими судовыми механизмами рассматривается ситуация его взаимодействия другими объектами (или субъектами), мотивы действий которых оператору априорно не известны.

Введем в рассмотрение параметр «фактор возможной ошибки» оператора F_{pm} , который изменяется в диапазоне

$$0 \leq F_{pm} \leq 1. \quad (1)$$

Ситуация $F_{pm} = 0$ соответствует невозможности какой-либо ошибки оператора в любых складывающихся обстоятельствах. Ситуация $F_{pm} = 1$ со-

ответствует неотвратимой ошибке оператора и в результате – авария: посадка на мель, столкновение, навал, разлив нефти или отказ в работе энергетической установки, или поломка какого-нибудь судового оборудования.

Оператор, как любой человек, является сложной системой с множеством вариантов психического статуса (состояния сознания), которое находится под воздействием его самоощущения (состояния здоровья) в данный момент, а также под влиянием информации и впечатлений, которые оператор получил в процессе работы и в предшествующее работе время, а также от каких-то ожиданий или надежд в будущем. Кроме того, психический статус оператора зависит от окружающей обстановки на рабочем месте в данный момент времени. Адекватность его действий зависит от его опыта и сложности выполняемой им работы, а также от понимания поведения или действий других объектов (например, встречных судов) и субъектов (членов команды), с которыми оператор взаимодействует.

Поэтому «фактор возможной ошибки» оператора целесообразно представить в виде суммы «субфакторов» F_{si} , которые характеризуют отдельные воздействия на психический статус (состояние) оператора и имеют собственные весовые коэффициенты γ_i , которые учитывают роль каждого субфактора и обеспечивают выполнение условия (1), т. е.

$$F_{pm} = \sum_{i=1}^N \gamma_i F_{si}.$$

Каждый «субфактор» лежит в диапазоне

$$0 \leq F_{si} \leq 1.$$

Ситуация $F_{si} = 0$ соответствует тому, что воздействие эффекта i на психический статус оператора отсутствует. Ситуация $F_{si} = 1$ соответствует тому, что эффект i имеет максимальное воздействие на психический статус оператора. Промежуточные значения определяются градациями применительно к конкретным условиям.

Каждый субфактор включает некоторое количество отдельных эффектов – воздействий на оператора q_{ij} и вероятность их появления p_{ij} . Эти характеристики субфактора, очевидно, должны удовлетворять следующим условиям:

$$\sum_{j=1}^M q_{ij} = 1, \quad \sum_{j=1}^M p_{ij} = 1.$$

Соответственно, сам субфактор есть взвешенная по вероятности сумма всех воздействий на оператора, именно

$$F_{si} = \sum_{j=1}^M q_j p_j.$$

Представляется целесообразным рассматривать в первом приближении следующие эффекты – воздействия на психический статус оператора в качестве субфакторов:

- состояние здоровья (самочувствие) в данный момент;
- рабочая среда, включая уровень комфорта на рабочем месте и функциональность элементов управления (контрольные приборы, манипуляторы и т. п.);
- личные проблемы, возникшие вне рабочего места, беспокоящие или отвлекающие оператора;
- опыт и навыки для данной деятельности и конкретного рабочего места;
- понимание действий сотрудничающих с оператором работников;
- адекватность оценки и прогноз действий объектов, которые взаимодействуют с управляемой оператором системой;
- дисциплина поведения;
- скорость реакции;
- метеорологические условия в акватории, и т. д.

Этот перечень субфакторов можно продолжить. Например, можно рассматривать специфику управления определенного вида и ее отличие от других типов управления (штурвал или джойстик, кнопки на пульте или касания пальцами экрана, и т. п.).

Определяющие субфактор дискретные величины q_{ij} соответствуют отдельным эффектам, характеризующим субфактор, а также суммарному действию двух или более эффектов. Как каждый эффект, так и их сумма имеют свою специфическую величину q_{ij} и вероятность реализации каждого варианта p_{ij} .

Рассмотрим, например, метод определения субфактора, который характеризует «состояние здоровья или самочувствие в данный момент» оператора. Следующая далее табл. 1 иллюстрирует этот субфактор F_{s1} .

Для определения величин q_{ij} и p_{ij} необходимо провести специальные исследования, которые должны представлять собой опрос (анкети-

рование) специалистов-операторов или просто имеющих практический опыт людей. По их личным оценкам частоты возникновения указанных в табл. 1 состояний самочувствия и их влияния на выполняемую работу можно найти средние значения и другие статистические характеристики, позволяющие оценить статистическую значимость результатов.

Таблица 1

j	Ситуация для субфактора F_{s1}	Уровень эффекта	Вероятность
1	Нормальное самочувствие	$q_{11} = 0$	p_{11}
2	Слабость	q_{12}	p_{12}
3	Сонливость	q_{13}	p_{13}
4	Недомогание (озноб, зубная боль и т. п.)	q_{14}	p_{14}
5	Слабость и сонливость	q_{15}	p_{15}
6	Слабость и недомогание	q_{16}	p_{16}
7	Сонливость и недомогание	q_{17}	p_{17}
8	Слабость, сонливость и недомогание	q_{18}	p_{18}
		$\sum q_{1j} = 1$	$\sum p_{1j} = 1$

Приведенные в этой таблице ситуации не исчерпывают всего возможного разнообразия ощущений человека, которых, естественно, может быть гораздо больше. Однако на основе результатов исследования представится возможность исключить маловероятные ситуации и ситуации, влияние которых на работу пренебрежимо мало.

Следующая табл. 2 определяет второй субфактор «рабочая среда» F_{s2} . Здесь рассматривается только уровень комфорта помещения или рабочего места (ходового мостика), где осуществляет свою деятельность оператор.

Ощущение комфорта складывается из множества факторов, многие из которых могут быть специфичны для отдельных личностей, но не оказывать какого-то заметного эффекта на основную массу людей. Поэтому далее в табл. 2 рассматриваются состояния рабочей среды, которые в наибольшей степени воздействуют на внимание и адекватность реакции оператора на приходящую информацию, с одной стороны, и на скорость и эффективность выполняемых им операций. (Для каких-то специфических условий, возможно, потребуется анализировать другие параметры рабочей среды.)

Следующая табл. 3 определяет субфактор «личные проблемы» F_{s3} – эффекты, которые беспокоят оператора и отвлекают от контроля и

управления системой. Эти проблемы, очевидно, возникли вне рабочего места и не могут быть разрешены оператором на рабочем месте. Поэтому они в большей или меньшей степени воздействуют на психический статус оператора постоянно, отвлекают и мешают сосредоточиться.

Таблица 2

j	Ситуация для субфактора F_{s1}	Уровень эффекта	Вероятность
1	Температура, влажность и уровень шума оптимальны	$q_{21} = 0$	p_{21}
2	Жарко или холодно	q_{22}	p_{22}
3	Высокая влажность или осадки	q_{23}	p_{23}
4	Высокая шумность	q_{24}	p_{24}
5	Жарко (холодно) и влажно	q_{25}	p_{25}
6	Жарко (холодно) и высокий уровень шума	q_{26}	p_{26}
7	Влажно и высокий уровень шума	q_{27}	p_{27}
8	Жарко (холодно), влажно и высокий уровень шума	q_{28}	p_{28}
		$\sum q_{2j} = 1$	$\sum p_{2j} = 1$

Таблица 3

j	Ситуация для субфактора F_{s3}	Уровень эффекта	Вероятность
1	Личные проблемы отсутствуют	$q_{31} = 0$	p_{31}
2	Проблемы в отношениях с друзьями	q_{32}	p_{32}
3	Проблемы в семейных отношениях	q_{33}	p_{33}
4	Финансовые проблемы	q_{34}	p_{34}
5	Проблемы в отношениях с друзьями и в семье	q_{35}	p_{35}
6	Проблемы с друзьями и финансовые проблемы	q_{36}	p_{36}
7	Проблемы в семье и финансовые проблемы	q_{37}	p_{37}
8	Проблемы в семье, с друзьями и финансовые проблемы	q_{38}	p_{38}
		$\sum q_{3j} = 1$	$\sum p_{3j} = 1$

Рабочее место может требовать от оператора различной активности в зависимости от совершенства поста управления системой или отдельным механизмом: от наблюдения за «порядком» по контрольным приборам (показатели лежат в надлежащих диапазонах значений, и следует только периодически их регистрировать) или постоянного регулирования и выбора оптимальных

режимов и до принятия экстренных мер при возникновении чрезвычайной ситуации.

От оператора может потребоваться решать проблемы аварийного характера, которые могут возникать под действием внутренних или внешних причин. При этом оператор может иметь опыт либо специальную подготовку для действий в аварийной ситуации или же возможность возникновения некоторой аварийной ситуации, которая проектировщиком механизма и пульта управления не была предусмотрена. В последнем, наиболее трудном для оператора случае он должен действовать интуитивно или своевременно принять решение и обратиться за помощью.

Комплекс этих условий можно охарактеризовать субфактором «сложность управления и готовность оператора», который определяется табл. 4.

Адекватность действий оператора, управляющего, например, транспортным средством, зависит от того, как он воспринимает и интерпретирует поведение других участников транспортного потока, т. е. определяется эффективностью взаимодействия-взаимопонимания с ними. Восприятие характеристик движения других транспортных

Таблица 4

j	Ситуация для субфактора F_{s4}	Уровень эффекта	Вероятность
1	Пульт управления полностью контролирует систему и информирует оператора о рабочих параметрах	$q_{41} = 0$	p_{41}
2	Пульт управления контролирует систему и требует действий оператора для изменения режима работы	q_{42}	p_{42}
3	Контроль параметров и изменение режима работы	q_{43}	p_{43}
4	Постоянное регулирование режима работы	q_{44}	p_{44}
5	Постоянный контроль параметров, выбор и поддержание оптимального режима работы системы	q_{45}	p_{45}
6	Постоянный контроль параметров и предотвращение аварии вследствие внутренних воздействий	q_{46}	p_{46}
7	Постоянный контроль параметров и предотвращение аварии вследствие внешних воздействий	q_{47}	p_{47}
8	Предотвращение аварии, спасательная операция	q_{48}	p_{48}
		$\sum q_{4j} = 1$	$\sum p_{4j} = 1$

средств зависит от многих факторов, но прежде всего от окружающих погодных условий (дождь, снегопад, туман, ночное время или сумерки и др.). Интерпретация их поведения зависит кроме собственной интуиции оператора также и от возможности общения с операторами других транспортных средств. В свою очередь, понимание сообщений других участников зависит от качества радиосвязи.

Подобную последовательность ситуаций можно сформулировать для различных видов управления системами, где эффективность связана с адекватностью восприятия и реагирования на изменения в окружающей среде.

Комплекс возможных ситуаций следует охарактеризовать субфактором «эффективность взаимодействия», и их анализ целесообразно провести применительно к работе судоводителя на ходовом мостике. Табл. 5 содержит определение возможных вариантов взаимодействия со встречным судном.

Таблица 5

j	Ситуация для субфактора F_{s5}	Уровень эффекта	Вероятность
1	Хорошая видимость, встречное судно следует неизменным курсом, действует радиотелефонная связь	$q_{51} = 0$	p_{51}
2	Туман, встречное судно следует неизменным курсом, действует радиотелефонная связь	q_{52}	p_{52}
3	Туман, встречное судно следует неизменным курсом, радиотелефонная связь отсутствует	q_{53}	p_{53}
4	Туман, встречное судно начинает менять курс, угроза столкновения, действует радиотелефонная связь, возможность согласовать маневрирование есть	q_{54}	p_{54}
5	Туман, встречное судно начинает менять курс, угроза столкновения, радиотелефонная связь отсутствует	q_{55}	p_{55}
6	Туман, встречное судно изменило курс, непосредственная угроза столкновения, действует радиотелефонная связь, возможность согласовать маневрирование	q_{56}	p_{56}
7	Туман, встречное судно изменило курс, непосредственная угроза столкновения, радиотелефонная связь не действует, есть необходимость предпринимать экстренные меры	q_{57}	p_{57}
		$\sum q_{5j} = 1$	$\sum p_{5j} = 1$

Подобные таблицы можно составить для других субфакторов и добавить в приведенные ранее таблицы другие неблагоприятные воздействия на оператора. Используя их, можно оценить величины субфакторов для любого индивидуума и затем оценить «фактор возможной ошибки» некоторого оператора для любого рабочего места или для любой деятельности.

Такой анализ должен быть основан на сборе информации об обстоятельствах конкретных аварийных происшествий, которые произошли из-за ошибки оператора. Для того чтобы собрать в достаточном для статистической достоверности объеме такие материалы, требуется большая статистика аварий и обстоятельные расследования.

Представляется также возможным применить косвенный анализ. Это могут быть экспертные оценки на основе личного опыта и априорных представлений о работе операторов сложных систем и механизмов. Необходимо также разработать специальные методы для анализа аварийных происшествий, произошедших по причине «человеческого фактора», чтобы накопить статистиче-

ски достоверные материалы для адекватной оценки «фактора возможной ошибки».

Предложенный подход может эффективно сочетаться с уже известными методами концептуальной оценки роли «человеческого фактора». Количественные оценки «человеческого фактора» в различных вариантах конструкции некоторой системы управления создадут основу для их объективного сравнения и выбора наиболее надежной конструкции, с одной стороны, и с другой – наиболее критичного элемента системы.

Изложенный материал может стать основой для постановки специальных исследований, к которым необходимо привлечь специалистов в области социологических исследований, чтобы составить специальные анкеты (опросные листы), обеспечивающие получение достоверной информации и адекватный анализ ответов респондентов.

Исследования выполнены по проекту WINOIL – «Риски зимней навигации и планирование спасательных операций». Проект софинансировался Европейским Союзом, Российской Федерацией и Республикой Финляндия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Человеческий фактор / под ред. Г. Салвенди. Т. 1: Эргономика – комплексная научно-техническая дисциплина. М.: Мир, 1991. 599 с.

2. Goncharov V. A possible approach for "human factor" estimation // Scien. J. of the Marine University of Szczecin. 2015. № 43 (115). P. 65–7.

V. K. Goncharov

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

POSSIBLE APPROACH FOR «HUMAN FACTOR» ASSESSMENT WHEN EMERGENCY ACCIDENTS

It is considered the problem of the «Human Factor» assessment that is the reason of the accidents while navigation in most cases. It is suggested the methodology based on the data of the statistical analysis of the state of health, environment and interacting objects affects on the mental status of navigator.

Emergency, human factor, shipping, navigator, mental status, state of health, work environment
