

- v portah. DVMP, laboratoriya NOT po portam.– Vladivostok, 1970.– S. 8.
19. Oporyadkeuchetapogruzochno-razgruzochnyh rabot, vypolnyaemyh s primeneniem kompleksnoj mehanizacii (cirkulyarnoe pis'mo MMF za № 74 ot 18 iyunya 1963 g.), s. 11.
 20. Rudakovskij K. P. Harakteristiki mekhaniche-skih sposobov proizvodstva peregruzochnyh ra-bot. //V sb. «Organizaciya i mekhanizaciya pere-gruzochnyh rabot na vodnom transporte» pod re-dakciej prof. V.E. Lyahnickogo.– M.: Gostran-sizdat, 1937.– S. 13-46.
 21. Solncev A. Zatish'e zakonchilos' // RZHD. Partner.– 2014.– №5.– S. 50.
 22. Tatarenko N. S. Opredelenie pokazatelya urovnya kompleksnoj mekhanizacii peregruzochnyh rabot // Mor. Flot.– 1962.– № 1.– S. 10-11.
 23. CHernyak A. YA. O vvedenii novogo pokazatelya stepeni mekhanizacii pogruzochno-razgruzochnyh rabot v portah Lenmorflota / A.YA. CHernyak, M.F. Vajman. Problemy tekhnologii, mekhanizacii i avtomatizacii peregruzochnyh rabot na morskome transporte: Sb. nauchnyh trudov.– M.: V/O «Mortekhinformreklama», 1984.
 24. CHernyak A.YA. Kriterij avtomatizacii gruzovyh rabot // Morskoj flot.– 1972.– №7.– S. 12-14.
 25. El'deman N., CHervinskij G. O pokazatele urovnya kompleksnoj mekhanizacii na gruzovyh rabo-tah // Mor. Flot.– 1962.– № 8.– S. 10.

УДК 656.61

DOI: 10.34046/aumsuomt104/2

К ВОПРОСУ ОБ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ И РЕФЛЕКСИИ В МОРСКОЙ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

*А.И. Попов, доктор технических наук, доцент
Е.В. Хекерт, доктор технических наук, профессор
И.И. Макашина, доктор педагогических наук, доцент
А.И. Кондратьев, кандидат технических наук, доцент*

Деятельность современных судоводителей и судовых механиков в большей степени приобретает когнитивный характер, заключающийся в сборе данных о функционировании используемых в судоходстве систем, их осмыслении, интерпретации, оперативном контроле работы автоматики, анализе и управлении систем, и принятии комплексных, ответственных решений. Несмотря на сложность внедряемых информационных технологий в отрасли, прерогатива решения выполнения задач остается за человеком-оператором.

Растущая зависимость от сложных систем при эксплуатации судов предъявляет определенные требования и ограничения к специалисту, процесс подготовки которого может быть успешен только при глубоком понимании принципов функционирования эргатических систем на всех уровнях взаимодействия различных элементов этой системы.

Ключевые слова: эргатическая система, человеческий фактор, E-Навигация, обратная связь, профессиональные среды, и др.

ON THE ISSUE OF FEEDBACK AND REFLECTION IN THE MARINE ERGATIC SYSTEM

A.N. Popov, E. V., Khecker, I.I. Makashina, A.I. Kondratiev

The activity of modern navigators and ship engineers in greater extent acquires a cognitive character, consisting in collecting data on the functioning of systems used in navigation, their understanding, interpretation, operational control of automation, analysis and management of systems, and making complex, responsible decisions. Despite the complexity of the information technologies being implemented in the industry, the prerogative of solving tasks remains with the human operator.

The growing dependence on complex systems in the operation of ships imposes certain requirements and restrictions on a specialist, whose training process can be successful only with a deep understanding of the principles of functioning of ergatic systems at all levels of interaction of various elements of this system.

Keywords: ergatic system, human factor, E-Navigation, feedback, professional environments, etc.

Введение

Развитие современных информационных технологий и их широкое внедрение во всех областях, в том числе, в морской, позволяет им оставаться конкурентоспособным на мировом рынке.

Термин «эргатическая система» был официально зафиксирован ещё в 1960 г., на Iом Международном конгрессе Международной федерации по автоматическому управлению для обозна-

чения технических объектов, управляемых человеком-оператором. Ведущая роль в эргатической системе всегда отводилась человеку, который осуществлял и продолжает осуществлять процесс её функционирования, направленный на получение конкретного продукта труда с заданным качеством.

Существует ряд определений эргатической системы [1; 2 и др.], но все они так или иначе рассматривают взаимодействие человека (оператора)

и машины, осуществляющими процесс переработки информации с целью выполнения трудовой деятельности. Нам наиболее близка позиция Е.А. Климова, согласно определению которого, профессиональная деятельность человека в эргатической системе представлена многообразием субъектно-объектных взаимосвязей, обусловленных профессией (человек-техника, человек-техника-среда и др.) [2]. Человек, по мнению учёного выступает не только как соучастник и исполнитель нормативных трудовых функций, но и как создатель и преобразователь эргатической системы, тем самым подчеркивается определяющая роль человека в эргатической системе.

Сразу оговоримся, что речь в данной работе будет идти не об эргономике (науке, комплексно изучающей человека в конкретных условиях его деятельности в условиях современного производства), а именно об эргатических системах, т.е. человеко-машинных системах, для проектирования которых необходим учет человеческого фактора. Эргатическая система в разных работах представляется как целеустремленная сложная система, состоящая из человека-оператора, орудия деятельности, предмета деятельности и внутренней среды [1; 2; 3; 4 и др.].

Новые технологии, такие как искусственный интеллект, виртуальная реальность, цифровизация, оказывают все большее влияние на развитие морской отрасли Морская эргатическая система имеет многоуровневый характер, и в одной статье невозможно охватить весь спектр вопросов, включенных в неё, поэтому остановимся только на одном уровне, на отношениях «человек-машина» на современном судне.

Оператор в морской эргатической системе

Оператор в морской эргатической системе проверяет, наблюдает, оценивает выполнение системных функций аппаратными и программными средствами, установленными на современных судах, регулирует и координирует их работу с целью обеспечения безопасности мореплавания. Несмотря на новые технические решения, оператор – это не резервное звено, и он продолжает оставаться решающим субъектом, который получая информацию из цифрового информационно-вычислительного устройства, входящего в состав используемых программных продуктов, в случае необходимости может в ручном режиме управлять состоянием объекта [5; 6; 7].

Для сетевых приложений, работающих в режиме реального времени, необходимо обеспечивать определенное качество обслуживания – QoS (Quality of Service). Качество обслуживания

определяется полосой пропускания, задержкой при передаче пакета, джиттером и потерей пакетов. Однако для человека-оператора (судоводителя), как одного из элементов морской эргатической системы, ключевым параметром является качество восприятия – QoE (Quality of Experience). В системах дополненной реальности (ДР), оценка пользователя выходит на первое место, т.к. именно с ним связаны основные ошибки, оказывающие влияние на аварийность в целом, с одной стороны, а с другой, ее назначением является создание ощущения реального мира, который модернизирован (дополнен) для улучшения определенных характеристик окружающего нас мира. Это может быть использовано для улучшения управления крупнотоннажным морским судном при маневрировании в особых условиях (ограниченная видимость, плавание во льдах и др.). Таким образом, в среде ДР данные должны обрабатываться оперативно, вовремя отображаться, поступающие сигналы от датчиков (сенсоров) должны передаваться без ошибок, а движения объектов должны быть привычны человеческому глазу. В этой связи, целесообразно установить взаимосвязь между качеством обслуживания и качеством восприятия, дополняя качественную оценку среды восприятия и обработки информации (данных) количественной оценкой, с возможностью модификации реально-виртуального континуума в целом.

Понятие качества является предметом стандартизации, в том числе качества услуг связи, как одного из ключевых компонентов морской системы дополненной реальности. Существуют стандарты и методы для оценки качества речи, видео, телевидения, но для направления ДР пока не было разработано ни одного стандарта, тем более их адаптации к сфере морской транспортной индустрии, что в период цифровизации морской транспортной отрасли является весьма актуальным [6; 8].

Для оценки качества восприятия человеком-оператором (судоводителем) в среде ДР выбран коэффициент Хёрста, представляющий собой меру, используемую в анализе временных рядов. Коэффициент будет уменьшаться в случае, если задержка между парой одинаковых значений временного ряда увеличивается. В данном случае коэффициент отражает степень самоподобия трафика. Такой трафик обладает длительной памятью, т.е. если в течение некоторого времени в прошлом наблюдалось увеличение отклонения от среднего значения, то и в будущем происходит аналогичное увеличение. Другими словами, веро-

ятность того, что трафик на следующем шаге отклонится от среднего значения в том же направлении, что и на предыдущем шаге, велика настолько, насколько коэффициент Хёрста приближен к единице. Следовательно, самоподобный трафик – это трафик, который выглядит одинаково при любых временных масштабах.

Чтобы измерить (количественная оценка) коэффициент Хёрста для услуг ДР, необходимо перехватить и проанализировать трафик, генерируемый приложением ДР. Для этого на базе лаборатории VR/AR ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова было организовано соединение между сервером

и устройством ДР (голографический компьютер). Для создания условий, максимально приближенных к реальному взаимодействию человека-оператора (судоводителя) и сервера в сети связи общего пользования, в сеть был добавлен компьютер для создания искусственных помех с помощью специализированного программного обеспечения.

Для перехвата трафика, характерного для услуг ДР, было разработано клиент-серверное приложение, которое позволило пользователю морской системы дополненной реальности наблюдать за перемещением виртуального объекта в режиме реального времени (Рис. 1).



Рисунок 1 – Пример использования мобильного приложения ДР

Серверная часть этого приложения отвечает за получение, обработку и отправки координат местоположения объекта при каждом обновлении кадра виртуальной реальности. После подключения пользователя морской системы дополненной реальности к серверу через беспроводную точку доступа с выходом в сеть Интернет последний принимает запросы и отвечает на них, тем самым передавая координаты виртуального объекта. Приложение обрабатывает поступающие сообщения и перемещает объект в заданную точку. Благодаря постоянному взаимодействию пользователя и сервера появляется возможность установить корреляцию между QoE и QoS.

Очки ДР, которыми экипирован человек-оператор (судоводитель), рассматриваются в качестве устройства (клиент), посредством которого происходит взаимодействие в новой среде. В случае ДР пользователь морской системы дополненной реальности может решать задачи по обеспечению безопасности мореплавания в режиме реального времени. Для апробации вышеуказанных технологий были произведены натурные ис-

следования с использованием мобильной голографической системы дополненной реальности (очки MS HoloLens). Очки MS HoloLens – первый в мире голографический компьютер, дающий пользователям возможность взаимодействовать с виртуальными объектами в реальном мире [9, 10]. Ключевой компонент устройства – голографический процессор (Рис. 2). Он имеет гироскоп и акселерометр для системы наблюдения и управления ДР его характеристики приведены в табл.1.

Для оценки QoE и QoS достаточно двух характеристик, перехваченных пакетов – времени и размера. После того, как определены и записаны значения этих параметров, можно перейти к количественной оценке (обработка данных). Для определения качества восприятия данной сети был использован вышеуказанный коэффициент Хёрста. Для того, чтобы коэффициент Хёрста стал точнее, перехват пакетов осуществлялся в течение 1 минуты. Для временных рядов в 1 минуту были вычислены дисперсии по формуле

$$D = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2 \quad (1)$$



Рисунок 2 – Компоненты HoloLens

Таблица 1 – Характеристики голографического процессора

Характеристика	Данные
Операционная система	Смешанной реальности
Голографический процессор	1.0 (HPU), CPU, GPU
Процессор	Intel 32-бита (1GHz)
Операционная система	Windows 10
Память	2 GB RAM, 1 GB HPU RAM
Флэш-память	64 GB
Дисплей (наголовный)	2.3 MP
Фото	2.4 MP
Видео	1.1 MP
Динамики (внешние)	3.5 mm
Инерциальная система измерения (акселерометр, гироскоп и магнетометр)	4 сенсора, 1 120°×120° камера
Связь	Wi-Fi 802.11ac, Bluetooth 4.1 LE, Micro-USB 2.0
Батарея	16,500mWh
Вес	579g (1.2lbs)

Дисперсия характеризует квадрат возможного отклонения случайной величины от ее среднего значения. Чтобы точнее определить коэффициент Хёрста, интервал временного ряда был изменен с 1 мс. до 10, 100 и 1000 мс. Зная этот параметр (H_u), можно оценить степень самоподобия агрегированного процесса видеотрафика, что характеризует качество восприятия дополненной реальности. Пусть x – случайная дискретная величина $\{x_i\}$ трафика при некотором временном интервале, где X_i – число ошибок при перехвате i -го пакета. Агрегированный процесс $x^{(m)}$ осуществляется блоками с размерностью m (иногда m это число байтов). Для самоподобного процесса Г. Хёрст нашел наличие связи между агрегированным процессом $x^{(m)}$ и однопакетным x , т.е.

$$m^{1-H_u} x^{(m)} \sim x, \quad (2)$$

где H_u – коэффициент Хёрста.

Далее, анализ фрактальных свойств видеопотока проводится через сравнение дисперсий

$$D(x^m) \sim m^{2(H_u-1)} D(x). \quad (3)$$

Логарифмируя, получим

$$\lg D(x^m) \sim 2(H_u - 1) \lg m + \lg D(x). \quad (4)$$

Очевидно, здесь имеется линейное поведение дисперсии агрегированного процесса в логарифмических осях, т.е.

$$\lg D(x^m) \sim a \lg m + b. \quad (5)$$

Далее методом наименьших квадратов (МНК) вычисляем коэффициенты a и b , аппроксимируя прямой $y = ax + b$ значения $\lg D(x^m)$, полученные в эксперименте по перехвату блоков по m пакетов.

Из равенства $2(Hu - 1) = a$ следует формула Хёрста

$$Hu = 1 + \frac{a}{2} \quad (6)$$

где $-1 < a < 0$, $a = \operatorname{tg} \varphi$, φ – угол наклона прямой к горизонтальной оси на Рисунке 3.

Ограничение $0,5 < Hu < 1$ на коэффициент Хёрста обеспечивает сохранение самоподобия трафика и, в конечном итоге, характеризует одинаковое восприятие «картинки» дополненной реальности судоводителями.

С использованием разработанного программного обеспечения был произведен эксперимент по оценке качества восприятия в среде ДР. Был выполнен перехват пакетов и их обработка при различных сценариях – без помех, с задержками, с потерями, уменьшением пропускной способности. В качестве экспертов были приглашены судоводители с опытом работы в море более 10 лет. За эталон был принят эксперимент без введения помех. Соответственно в варианте «эталон» все параметры близки к оценке 5 баллов. Необходимо было получить их индивидуальные оценки о плавности, скорости движения и частоты обновления кадра в новой среде взаимодействия пользователя морской системы дополненной реальности.

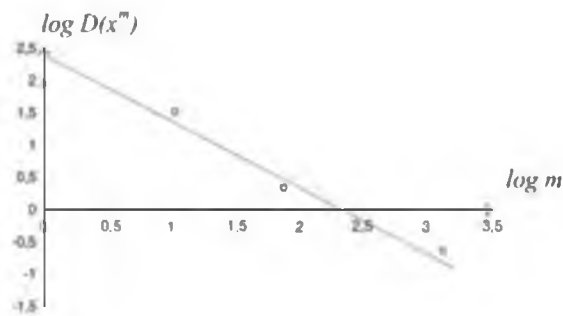


Рисунок 3 – Линейное поведение агрегированного процесса, полученное с помощью МНК

Таблица 3 – Сценарий 2. С потерями пакетов

Характеристика	Потери			
	10 %	5 %	2 %	1 %
Частота обновления кадра	1	1	2	3
Скорость движения	1	2	4	5
Плавность движения	1	1	2	2
Скорость передачи данных, кбит/с	8–10	11–13	14–16	17–20
Коэффициент Хёрста	0.571	0.525	0.577	0.619

Вывод: потери пакетов негативно сказываются на оценке качества восприятия пользователей морской системы дополненной реальности. Даже при 1% потерянных пакетов не достигается наивысшей субъективности оценки качества. Больше всего подвержены воздействию частота обновления кадров и плавность движения виртуальных объектов. Следовательно, пользователь (су-

Таблица 2 – Сценарий 1. С задержками

Характеристика	Задержка				
	50 мс	25 мс	15 мс	10 мс	5 мс
Частота обновления кадра	3	4	5	5	5
Скорость движения	1	3	4	4	5
Плавность движения	4	5	5	5	5
Скорость передачи данных, кбит/с	6-8	11-13	15-17	18-22	23-26
Коэффициент Хёрста	0.461	0.524	0.560	0.604	0.608

Вывод: субъективная оценка экспертов показала, что задержки в 5 мс не оказывают негативного влияния на качество восприятия информации (данных) в среде ДР. При задержке пакетов на 10-15 мс ухудшается восприятие скорости движения объекта, при больших задержках начинает уменьшаться частота обновления кадра. Для каждой величины задержки были измерены пропускная способность и коэффициент Хёрста. Из табл. 2 видно, что максимальный коэффициент Хёрста соответствует наилучшей оценке качества восприятия, т.е. трафик самоподобен и увеличения задержки, а, следовательно, и падения качества восприятия, не произойдет с такой же вероятностью, насколько Hu стремится к 1. В соответствии с результатами эксперимента (сценарий 1), приведенными в табл. 2, в морской системе дополненной реальности пользователь (судоводитель) может воспринимать информацию (данные) с задержкой до 5 мс. В этой связи коэффициент Хёрста можно использовать для оценки качества восприятия при задержках [11].

доводитель) будет воспринимать изображение рывками, также он будет наблюдать долгий отклик сцены на движение пользователя, например, поворот головы в очках ДР. При этом коэффициент Хёрста остается больше 0.5. Поэтому можно сделать вывод, что коэффициент Хёрста не рекомендуется использовать для корреляции QoE и QoS при наличии потерь пакетов.

Таблица 4 – Сценарий 3. С понижением пропускной способности

Характеристика	Пропускная способность			
	5 кбит/с	10 кбит/с	20 кбит/с	30 кбит/с
Частота обновления кадра	2	4	5	5
Скорость движения	1	1	5	5
Плавность движения	5	5	5	5
Коэффициент Хёрста	0.481	0.524	0.577	0.588

Вывод: пропускная способность канала влияет на оценку качества восприятия информации (данных) в среде ДР. Для надежной работы пользователя морской системы дополненной реальности достаточной пропускной способностью канала является показатель равный 30 кбит/с. При снижении пропускной способности страдает скорость передвижения объекта. Коэффициент Хёрста отображает зависимость оценки качества восприятия от оценки качества обслуживания при таком показателе качества, как пропускная способность.

В ходе выполнения эксперимента решались следующие задачи. Определение количества измерений одного и того же параметра, чтобы математическое ожидание ансамбля экспериментальных данных отличалось от истинного значения не более, чем на заданную величину. С этой целью на первом этапе проведено, вероятнее всего, заведомо большее число экспериментов (170) с каждым из 15 экспертов, участвующих в эксперименте. При этом были приняты все возможные меры, исключаящие их взаимодействие между собой. Первым параметром были значения частоты обновления кадра при временной задержке в 50 мс. В результате экспериментов было получено 2550 значений частоты обновления кадра. Для более полной картины на рис. 4 показаны результаты всех оценок двух экспертов.

Из анализа подобных графиков для всех 15 экспертов можно сделать экспресс-оценку: в среднем, частота обновления кадра оценивается тремя баллами. Однако для достоверной оценки следует убедиться, что каждый эксперт проводил измерения независимо от других, т.е. между их оценками отсутствует корреляция. Степень связи данных оценивается коэффициентом корреляции $r_{x,y}$:

$$r_{x,y} = \frac{\mu_{x,y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \tag{7}$$

где $\mu_{x,y}$ – корреляционный момент совокупности $X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{170})$ значений, измеренных экспертом №1, и совокупности $Y(y_1, y_2, y_3, \dots, y_{170})$

значений, измеренных экспертом №2;

σ_x и σ_y – средние квадратические отклонения наборов данных X и Y .

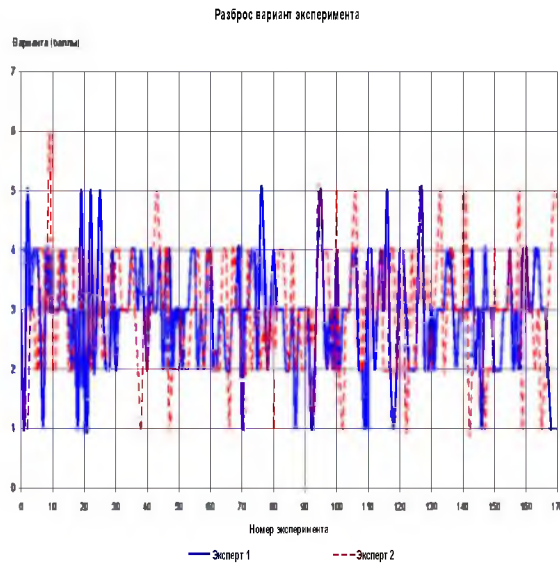


Рисунок 4 – Оценки частоты обновления кадра

В свою очередь, корреляционный момент совокупности случайных данных X и Y представляет собой математическое ожидание произведения отклонений этих данных от среднего значения:

$$\mu_{x,y} = M\{[X - M(X)] \cdot [Y - M(Y)]\}. \tag{8}$$

Расчёт объёма выборки.

В теории эксперимента показано, что разброс измеренных значений по мере увеличения количества измерений (выборка) всё меньше и меньше сказывается на результате усреднения данных, стремящихся в пределе к математическому ожиданию случайных измерений. Целесообразно определить требуемое количество измерений, обеспечивающих сходимость усреднённого значения измеряемого параметра к математическому ожиданию с требуемой точностью. Так, в пакете MS Excel проведены расчёты среднего значения параметра (оценки частоты обновления кадра по 5-балльной системе) по мере увеличения объёма выборки от 1 до 170, т.е. полного количества экспериментов одного эксперта:

$$X_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad N = 1 \dots 170 \tag{9}$$

Графическая зависимость сходимости среднего значения приведена на Рисунке 5.

Для количественной оценки графической зависимости можно применить границы возможных изменений параметров, принятые в теории измерений. Так, можно установить границы возможного изменения среднего значения – не более 10 % от абсолютного значения. Судя по графику на рис.5, результат измерения сходится по мере увеличений

выборки к значению в 3 балла. Следовательно, границы допустимого изменения этой оценки составят 0,3 балла. Такому условию удовлетворяет объём выборки не менее 15-20 экспериментов [12].

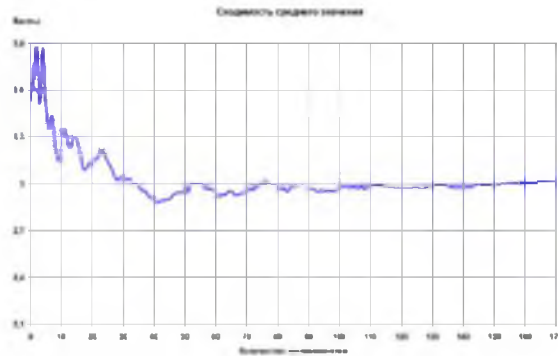


Рисунок 5 – Сходимость среднего значения

Сходимость среднего значения важна. Но важна ещё одна оценка: среднее квадратическое отклонение (СКО) измеренного параметра от его среднего значения, обусловленное многими факторами, воздействующими на эксперимент. Так же, как и среднее значение, среднее квадратическое отклонение по мере увеличения объёма выборки N стремится к некоторой константе, т.е. наблюдается схождение СКО. Расчётная формула имеет следующий вид:

$$CKO = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (10)$$

где X_i – текущее значение измеренного параметра;

\bar{x} – среднее значение измеряемых параметров в объёме выборки.

На Рисунке 6 представлен график сходимости среднего квадратического отклонения по мере увеличения объёма выборки.

Так же, как и в оценке сходимости среднего значения, будем использовать те же границы изменения СКО, т.е. 0,3 балла.

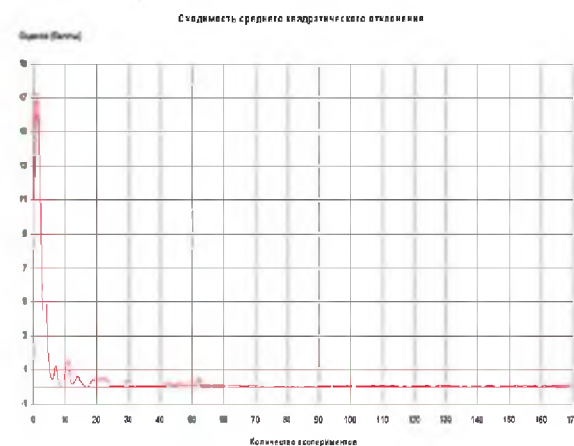


Рисунок 6 – Сходимость среднего квадратического отклонения

Из анализа этого графика видно, что разброс данных не более, чем на 0,3 балла, обеспечивается при количестве экспериментов не менее 30.

Таким образом, с учётом сходимости среднего и среднего квадратического отклонения для дальнейших исследований установлена выборка в 30 измерений для каждого эксперта.

Рассматривая современное судно как человек-машинный комплекс, объединяющий несколько систем «человек-машина», а именно машинное отделение и мостик, которые, в свою очередь, включают целый ряд подсистем, необходимо подчеркнуть, что обе системы и включённые в них подсистемы объединены в единый технологический процесс, нацеленный на выполнение квалифицированной работы, обеспечивающей безопасность судна, груза и экипажа.

Специалист, работающий в морских пространствах выполняет ряд функций, включая сопровождение, контроль движения морских объектов, организацию и проведение поисковых операций на море. Выполнение указанных функций предполагает знание алгоритмов принятия решения, математического аппарата, применяемого во время поисковых операций и сопровождении морских объектов, а также технические методы сбора информации о морских подвижных объектах и способах ее обработки.

На современном этапе развития морской индустрии информатизация и компьютеризация современного судовождения рассматривается как стратегическое направление научно-технического прогресса, определяющего эффективность судовых технологических процессов. В этой связи «человеческий фактор» как определяющий в процессе создания и преодоления рисков для экипажа, судна, его груза и окружающей среды и как неотъемлемый компонент морской эргатической системы, приобретает новые характеристики.

Математики говорят, что если есть два решения задачи, надо выбирать то, которое наиболее красиво. Это, конечно, лирика, но она не лишена смысла. При решении комплексных задач, машина, конечно, выберет то, которое наиболее оптимизировано, менее затратно, более выгодно. Но математике как науке претит нравственность, и люди, работающие на судне, всё-таки принимают окончательное решение.

Несмотря на решения комплексных задач по снижению физической и информационной загрузки судовых специалистов за счёт передачи части функций по обработке информации и управлению технологическими процессами эргатическим системам управления, обладающим достаточно слож-

ным программным обеспечением, вопрос о подготовке специалиста, обладающего не только высокопрофессиональными компетенциями, но и готового взять ответственность за принятое решение остаётся актуальным.

Именно взаимодействие отношений «человек-машина», где личные качества человека определяют способ действия, при выполнении заданных функций и с параметрами, установленными техническим заданием на решаемую системой задачу, определяет работоспособность эргатической системы. В противном случае, эргатическая система не может рассматриваться как работоспособная.

Технологии развиваются с огромной скоростью и е-Навигация как морская эргатическая система нового поколения, предоставляющая возможности для развития управления знаниями в целях повышения прозрачности и доступности информации, на сегодняшний день уже новая реальность. Согласно определению Международной морской организации, концепция е-Навигации представляет собой гармонизированные мероприятия по сбору, интеграции, обмену, представлению и анализу касающейся судоходства информации на судах и в береговых службах посредством электронных технологий для повышения уровня безопасности мореплавания, качества и эффективности работы соответствующих служб её обеспечения, охраны на море и защиты окружающей среды. В соответствии со структурой концепции е-Навигации, выделяют такие основные элементы системы как судно, связи и берег [13, 14]. Комплексное использование данных позволяет находить более точную, полную и достоверную информацию о ситуации, чем результаты, получаемые от этих источников в отдельности. К компонентам е-Навигации, в частности, относят AIS, Radar/ARPA, ECDIS, IBS и др.

В е-Навигации уровень автоматизации при решении задач увеличивается, тем не менее, ряд функций выполняются при условии обязательного взаимодействия специалистов с информационно-управляющими системами. Несмотря на факт, что е-Навигация призвана облегчить труд человека-оператора (в нашем случае, судоводителя) посредством стандартизации интерфейса пользователя системы, вопросов, касающихся его организации и функционирования ещё очень много. Речь идёт не только о подготовке пользователя системы, способного хорошо разбираться в цифровых технологиях (искусственный интеллект, дополненная реальность и др.), но и проектировании технических средств и программного обеспечения, удобного, понятного и приемлемого для оператора. Дальнейшее развитие технологий на флоте должно быть

скоординировано, т.е. соответствовать определённым стандартам, что позволит обеспечить поддержку принятия решений по обеспечению безопасности судов за счёт согласованности и обмена данными между судоводителями и береговыми операторами. Судовой пользователь должен получать информацию в удобном, интуитивно понятном формате [15].

Интерфейс пользователя – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с информационной системой на всех стадиях её функционирования. Интерфейс пользователя рассматривается как ключевой компонент в вопросе обеспечения безопасности мореплавания, так как он выступает в качестве поддержки в процессе диалога человека и машины в традиционном варианте интерфейса (САРП, ЭКНИС, ПЛП) и человека и среды в разрабатываемом в работе новым интерфейсом (очки дополненной реальности, голографический дисплей). В связи с тем, что технология дополненной реальности (ДР) считается одной из составляющих систем компьютерного зрения, можно утверждать, что данный формат интерфейса содержит элементы искусственного интеллекта [16].

Внедрение технологий е-Навигации позволяют уже сегодня снизить навигационные ошибки, способствовать поиску и спасению, а также предотвращению загрязнений окружающей среды. Кроме перечисленного, технологии е-Навигации влияют на эффективность в грузовой логистике. Принимая во внимание то, что основной целью выступает поддержка принятия решений в морском судоходстве, необходимо уделять особое внимание человеческому фактору как на уровне разработки технических средств, так и в профессиональной переподготовке [17; 18; 19; 20; 21 и др.]. Внедрение в практику судоходства е-Навигации потребовало пересмотра программ подготовки судоводителей с целью повышения грамотности принятия решения в обычных и критических ситуациях, что, в конечном случае, влияет на безопасность мореплавания.

Обратная связь и рефлексия в эргатических образовательных средах

Под образовательной средой традиционно понимают часть социокультурного пространства, объединяющая необходимые для достижения поставленной цели педагогические условия. Являясь подсистемой образовательного пространства, каждая образовательная среда имеет свои условия, которые конкретизируются в зависимости от целей. Но какой бы образовательная среда не была, каким бы целям не служила, она всегда остаётся субъектно ориентированной, что детерминируется и её

целью, и её содержанием, направленными на изменение поведения участвующего в ней субъекта.

Под образовательной эргатической средой мы понимаем целенаправленно организованный участок образовательного пространства, который является компонентом эргатической системы и включает в себя отношения, предполагающие активность обучаемого в процессе обучающей коммуникации, включение психофизиологических и иных систем человека в отношении с технической средой эргатической системы, а также условия выполнения образовательных действий, обусловленных конкретными педагогическими целями.

Мы исходим из того, что эргатические образовательные среды (в том числе, иммерсивные, например, создаваемые при тренажерном обучении) включают объекты, являющиеся условиями для существования образования. Применение тренажерного оборудования позволяет среди прочего контролировать каждое действие обучаемого и при необходимости корректировать его. Несмотря на широкое внедрение тренажерного оборудования, в морских университетах, в том числе, считаем необходимым отметить, что разработчики тренажерного оборудования решают свои задачи с позиций скорее технических, без учёта сущностных механизмов педагогического аспекта. Целесообразно любое тренажерное оборудование сначала проектировать на дидактическом уровне, т.к. цель – научить будущего специалиста (в нашем случае, судоводителя), и только потом искать техническое решение.

Тренажеры воссоздают ситуацию, близкую к профессиональной, производственной, осуществляя мониторинг процесса формирования действия. Успешность действий учения и преподавания зависит от условий осуществления обратных связей, содержания и объёма обратных педагогических воздействий, которые, в свою очередь, определяются характером изучаемого материала, местом выполнения и уровнем обученности и др. факторами. Без правильной организации обратной связи не может функционировать интерфейс с обучаемым, т.е. совокупность технических устройств и программного обеспечения, с помощью которых организуется процесс обмена информацией между обучаемым и обучающим программным обеспечением.

Всем известно, что обратная связь существует внутри управляемой системы. Кибернетическая структура процесса управления включает: цель управления, управляющий орган, управляемый объект, прямую связь и обратную связь. Рассматривая эту структуру в педагогическом аспекте, важно отметить, что каждый компонент приобре-

тает новое содержание. Целью управления выступает педагогическая задача, (в нашем случае, это подготовка специалиста). Под управляющим органом и управляемым объектом выступают Субъект (выдвигает педагогическую задачу, формирует программу действий и организывает их выполнение) и Объект педагогического действия (слушатели, студент(ы)). Для достижения поставленных педагогом задач, необходимо не только педагогическое воздействие (прямая связь), но и понимание обучаемыми сущности выполняемых ими действий и обязательное информирование о протекании процесса педагога (обратная связь), с целью готовности педагога при необходимости корректировать и задачи, и средства обучения, и сам образовательный процесс.

Вопросы, касающиеся обратной связи, давно являются объектом внимания разных ученых и представителей разных наук. Нам близка позиция Н. Винера, утверждавшего, что «...обратная связь есть метод управления системой путём включения в неё результатов предшествующего выполнения ею своих задач. Если эти результаты используются просто как цифровые данные для расчёта системы и её регулирования, то мы имеем простую обратную связь, осуществляемую инженером-диспетчером. Однако, если информация, поступающая как результат выполнения или невыполнения машиной своих задач, способна изменять общий метод и форму выполнения задач, то мы получаем процесс, который вполне можно назвать процессом научения» [22, 68].

В организации обучающих и профессиональных иммерсивных сред для подготовки будущих судоводителей мы опираемся на подход Э.Г. Малиночки, который разработал систему обеспечения обучения автоматизированной обратной связью, состоящей из организационного, методического и технического обеспечения. Обратная связь в процессе обучения, по мнению ученого, заключается в том, что его промежуточные результаты воздействуют на его ход, на выполнение действий обучения, преподавания и учения. Автоматизация обратной связи заключается в подключении технического средства для принятия формализованной информации о промежуточных результатах деятельности и выдачи сигналов, являющихся оценками этих результатов [18, 70-74].

Обратная связь в широком смысле слова представляет собой совокупность организационных и дидактических условий плюс оказываемое ими воздействие на субъекта педагогического действия. Бесспорен тот факт, что недостаточность

обратной связи значительно снижает качество педагогического процесса и делает его плохо управляемым.

Обратная связь обусловлена генерированием в области учебного действия информации, анализ субъектом которой представляет собой рефлексию. Именно рефлексия делает обратную связь значимой. Без неё обратная связь как компонент процесса обучения нивелируется, а сам процесс обучения теряет свою обучающую функцию, так как в этом случае предметом управления станет задача, а изменение свойств сознания выпадает из процесса, и учебная деятельность превращается в практическую. Исчезновение рефлексии также влияет на снижение уровня познавательного интереса и усвоения знаний и умений. Вышеизложенное доказывает органическую взаимосвязь и взаимообусловленность рефлексии и обратной связи.

Широкое внедрение иммерсивных технологий в образовательные эргатические среды обусловлено влиянием виртуальной среды на эффективность обучения. Эффект присутствия, возможности интерактивного и социального взаимодействия, а также мультисенсорности, влияют на опыт и результаты обучения. Именно иммерсивность, т.е. свойство технологической части среды, способно обеспечить такое психологическое состояние человека, в котором он взаимодействует с техническими средствами, в нашем случае работая (обучаясь) на тренажерном оборудовании. К свойствам такой среды можно отнести: иммерсивность, присутствие, интерактивность, внесубъектную пространственную локализацию, доступность когнитивному опыту и гибкость. Слушатель/студент, попадающий в иммерсивную обучающую среду включается в среды человеческого опыта в процессе их конструирования и освоения, сопровождаемый чувством присутствия.

В качестве примера можно привести тренажер Navi-Trainer Professional 5000, используемый для обучения судовождению и обеспечивающий проведение следующих видов подготовки в соответствии с международными и национальными стандартами:

- организация ходовой навигационной вахты;
- маневрирование и управление судном;
- специализированный учебный курс по эскортированию крупнотоннажных судов;
- обучение маневрированию и управлению судами, оборудованными двумя полноповоротными электрическими винто-рулевыми колонками;

- защита морской окружающей среды (MARPOL 73/78);
- радиолокационное наблюдение и прокладка;
- использование средств автоматической радиолокационной прокладки (САРП);
- использование РЛС на внутренних водных путях;
- использование ЭКНИС и др.

Навигационный тренажер Navi-Trainer Professional 5000 обеспечивает возможность отрабатывать и оценивать навыки и умения, необходимые для качественной профессиональной деятельности.

Обучение на тренажере в условиях иммерсивной среды даёт слушателям/студентам осознание присутствия и связано с рефлексией пространственных и временных характеристик нахождения в среде, что, в свою очередь позволяет накапливать субъективный опыт, важный для специалиста. Обучение на тренажерах на основе рефлексированного опыта и обратной связи в условиях иммерсивной среды эффективно, поскольку позволяет не только создать образовательную ситуацию, но и корректировать её, вводить новые вводные, отрабатывать каждый навык.

Заключение

Рациональная организация взаимодействия специалистов с техническими средствами в эргатических системах способствует дальнейшему развитию форм коммуникации между ними. Чтобы подготовить специалиста для работы в одной из самых сложных эргатических системах, используются методы машинного обучения для исключения рисков возникновения ошибки в результате воздействия человеческого фактора при управлении судами на мостике, в операционных центрах управления флотом или центрах службы управления движением судов. В этой связи всё большую актуальность приобретают обучающие иммерсивные среды, позволяющие имитировать будущие профессиональные условия и сформировать качества профессионала, которые могут быть перенесены на реальную деятельность.

В работе показана взаимосвязь между качеством обслуживания и качеством восприятия, путём дополнения качественной оценки среды восприятия и обработки информации (данных) количественной оценкой, с возможностью модификации реально-виртуального континуума в целом. Для оценки качества восприятия человеком-оператором в среде ДР был выбран коэффициент Хёрста, используемый в анализе временных рядов и доказана целесообразность такого подхода.

Показано, что для морской транспортной отрасли эффективная эксплуатация эргатических систем, ставших обязательными, также вызывает ряд вопросов, решение которых должно быть не только продуктивным, но и нацелено на дальнейшее развитие. Снижение уровня аварийности судов на море зависит как от уровня и класса судна, так и от учета особенностей «человеческого элемента», его психофизических характеристик. Несмотря на тот факт, что автоматизация судов освобождает судовых специалистов от необходимости выполнения рутинных операций и позволяет решать комплексную задачу снижения их физической и информационной загрузки, недооценивать человеческий фактор нельзя.

Литература

1. Мецераков Б.Г., Зинченко В.П. Психологический словарь. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Педагогика-Пресс, 1999, 440 с.
2. Климов Е.А. Основы психологии. – М.: «Культура и спорт» изд-во «ЮНИТИ», 1997, 295 с.
3. Сергеев С.Ф. Эргономика иммерсивных сред: методология, теория, практика: автореф. дис. псих. наук. – СПб., 2010, 42 с.
4. Kondratyev S.I., Boran-Keshishyan A.L., Slitsan, A.E., Popov, V.V. Human-machine system as a control shell in the implementation of mooring operations (2021) Journal of Physics: Conference Series, 2061 (1), статья № 012045, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85119506794&doi=10.1088%2f1742-6596%2f2061%2f1%2f012045&partnerID=40&md5=837d8da183c03e6a4d99b4941c52196f>
5. Makashina I., Popov A., Kondratiev A. E-Navigation as a concept of international cooperation in the field of marine technology. Conference proceedings: 3^d ICMPT. Shanghai Maritime University, Southampton University Solent. China, 2018, P. 130.
6. Popov A., Makashina I., Kondratiev A. Intelligent support of the user of the e-navigation marine ergatic system Proceedings of the IAMU. 21th AGA. Conference book. Arab Academy for science, Technology and maritime transport. Egypt, 2021, P.312.
7. Astrein V.V., Kondratyev S.I., Boran-Keshishyan A.L. Selection of optimal forecasting models in the navigation safety decision support system (2021) Journal of Physics: Conference Series, 2061 (1), статья № 012104, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85119512800&doi=10.1088%2f1742-6596%2f2061%2f1%2f012104&partnerID=40&md5=31d49eac1be729a0b4c5460436f060d>
8. Олерский В.А. Россия и Европа: Интеграция внутреннего водного транспорта //Транспорт Российской Федерации.- 2006.-7.- С. 6-8.
9. Holder E., Pecota S.R. Maritime Head-Up Display: A Preliminary, 2019. – pp. 130–133.
10. Hololens [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens> (дата обращения 15.03.2020).
11. Тельтевская В.А., Маколкина М.А. Метод оценки качества восприятия в системах дополненной реальности. – М., 2016. – С. 419-426.
12. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. 9-е изд. – М.: Высшая школа, 2003. – 480 с.
13. Hagen J.E. Implementing e-Navigation, 2017, 203 p.
14. Patraiko D. Introduction the e-Navigation revolution // Seaways, 2007.
15. Попов А.Н., Исмагилов М.И. Интерфейс пользователя e-Навигации в среде гибридной реальности // Морской вестник. – 2019. – № 2 (70). – С. 81-82.
16. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»).
17. Боран-Кешипьян А.Л., Кондратьев С.И., Томилини А.Н., Хекерт Е.В. Разработка банка тестовых заданий для проведения государственной итоговой аттестации выпускников морских образовательных организаций // Морские интеллектуальные системы. – 2019. – 1-2(43). – С. 149-156.
18. Малиночка Э.Г. Актуальные проблемы педагогики. – Новороссийск: МГА им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2007. – 196 с.
19. Макашина И.И., Малиночка Э.Г. Ситуационно-функциональный подход в подготовке менеджеров морского торгового флота. – Краснодар: КРО АПСН, 2007. – 44 с.
20. Маричев, И.В. Системная организация образовательного пространства. – Новороссийск: РИО ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2013. – 216 с.
21. Макашина И.И. Система педагогического обеспечения полипрофильной подготовки менеджеров для морского торгового флота. – Новороссийск: МГА им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2011. – 228 с.
22. Винер Н. Творец и будущее: пер. с англ. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2003. – 732 с.

References

1. Meshcheryakov B.G., Zinchenko V.P. Psihologicheskiy slovar' [Psychological Dictionary] 2e izd., pererab. i dop. M.: Pedagogika, Press, 1999, 440 s.
2. Klimov E.A. Osnovy psihologii [Fundamentals of psychology]. M., Kul'tura i sport, YUNITI, 1997, 295 s.
3. Sergeev S.F. Ergonomika immersivnih sred metodologiya Teoriya. Praktika. [Ergonomics of immersive environments: methodology, theory, practice]. Avtoref. Dis. psich. nauk. SPb. 2010, 42 s.
4. Kondratyev S.I., Boran-Keshishyan, A.L., Slitsan, A.E., Popov, V.V. Human-machine system as a control shell in the implementation of mooring operations (2021) Journal of Physics: Conference Series, 2061 (1), article № 012045, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85119506794&doi=10.1088%2f1742-6596%2f2061%2f1%2f012045&partnerID=40&md5=837d8da183c03e6a4d99b4941c52196f>

- 6596%2f2061%2f1%2f012045&part-nerID=40&md5=837d8da183c03e6a4d99b4941c52196f
5. Makashina I., Popov A., Kondratiev, A. E-Navigation as a concept of international cooperation in the field of marine technology. Conference proceedings: 3^d ICMPT. Shanghai Maritime University, Southampton University Solent. China, 2018, pp. 130-139.
 6. Popov A., Makashina I., Kondratiev, A. Intelligent support of the user of the e-navigation marine ergatic system Proceedings of the IAMU. 21th AGA. Conference book. Arab Academy for science, Technology and maritime transport. 2021, P. 312.
 7. Astrein, V.V., Kondratyev, S.I., Boran-Keshishyan, A.L. Selection of optimal forecasting models in the navigation safety decision support system (2021) Journal of Physics: Conference Series, 2061 (1), article № 012104,
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85119512800&doi=10.1088%2f1742-6596%2f2061%2f1%2f012104&part-nerID=40&md5=31d49eaca1be729a0b4c5460436f060d>
 8. Olerskij V.A. Rossiya i Evropa: Integraciya vnutrennego vodnogo transporta [Russia and Europe: Integration of inland waterway transport]. Transport Rossijskoj Federacii, 7, 2006, S. 6-8.
 9. Holder, E., Pecota, S.R. Maritime Head-Up Display: A Preliminary, 2019, pp. 130-133.
 10. Hololens [El. Res.]. Режим доступа: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens> (application 15.03.2020).
 11. Tel'tevskaya V.A., Makolkina M.A. Metod ocenki kachestva vospriyatiya v sistemah dopolnennoj real'nosti [A method for assessing the quality of perception in augmented reality systems] 2016, S. 419-426.
 12. Gmurman V.E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika [Probability theory and mathematical statistics]. 9 izd., M., Vysshaya shkola, 2003, 480 s.
 13. Hagen J.E. Implementing e-Navigation, 2017, 203 p.
 14. Patraiko D. Introduction the e-Navigation revolution. Seaways, 2007, pp.5-9.
 15. Popov A.N., Ismagilov, M.I. Interfejs pol'zovatelya e-Navigacii v srede gibridnoj real'nosti [E-Navigation user interface in a hybrid reality environment]. Morskoy vestnik. 2019, № 2 (70). S. 81-82.
 16. Ukaz Prezidenta RF ot 10.10.2019 № 490. O razviti iskusstvennogo intellekta v Rossijskoj Fede-racii» (vmeste s Nacional'noj strategiej razvitiya iskusstvennogo intellekta na period do 2030 goda) [Decree of the President of the Russian Federation No. 490 dated 10.10.2019. On the development of artificial intelligence in the Russian Federation (together with the National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the period up to 2030)].
 17. Boran-Keshish'yan A.L., Kondrat'ev S.I., Tomilin A.N., Hekert E.V. Razrabotka banka testovyh zadaniy dlya provedeniya gosudarstvennoj itogovoj attestacii vypusnikov morskikh obrazovatel'nyh organizacij [Conceptual bases of development of bank of test tasks for the state final examination of graduates from maritime educational institutions]. Morskije intelektual'nye sistemy, 2019, 1-2(43), pp. 149-156.
 18. Malinochka E.G. Aktual'nye problemy pedagogici [Actual issues of pedagogics]. Novorossijsk: MGA im.adm. F.F.Ushakova, 2007, 196 s.
 19. Makashina I.I., Malinochka E.G. Situacionno funkcionalnii podhod v podgotovke menedzerov morskogo torgovogo flota [Situational and functional approach to training of marine managers]. Krasnodar. KRO APSN. 2007, 43 s.
 20. Marichev I.V. Sistemnaya organizaciya obrazovatel'nogo prostranstva [Systemic arrangement of the educational space]. Novorossiisk. RIO GMU im. adm. F.F. Ushakova. 2013, 216 s.
 21. Makashina, I.I. Sistema pedagogicheskogo obespecheniya poliprofil'noj podgotovki menedzherov dlya morskogo torgovogo flota [System of pedagogical support of training of managers for merchant shipping]. Novorossiisk. RIO MGA im. adm. F.F. Ushakova. 2011, 228 s.
 22. Viner N. Tvorec i budushchee: per. s angl. M.: OOO Izd. AST, 2003, 732 s.

УДК 656

DOI: 10.34046/aumsuomt104/3

КРИТЕРИИ ОТБОРА МЕНЕДЖМЕНТСКОЙ КОМПАНИИ

*Г.В. Деружинский, доктор экономических наук, профессор
А.Л. Боран-Кешишьян, кандидат технических наук, доцент
А.П. Шрамко, кандидат экономических наук, доцент
А.В. Игнатенко, преподаватель ИПК*

После реализации так называемого «нулевого» этапа, на котором менеджментская компания претворяет в жизнь свою маркетинговую политику путем рекламы и визитов к потенциальным клиентам и изучения их и, как результат, возникновения определенной заинтересованности судовладельцев в ней, начинается процесс принятия решения судовладельцем по отбору менеджеров на основании требований и критериев. Основная цель, которую преследует судовладелец при отборе менеджментской компании состоит в получении невысокого бюджета постоянных расходов при обеспечении качества, привлечения квалифицированных судовых и береговых специалистов.