

УДК 656.6; 656.61; 656.62/.66

Ю.А. Корнейчук

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ТРЕНАЖЕРА МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Затрагиваются вопросы требований к аппаратным средствам и программному обеспечению тренажеров машинного отделения. Представлены оценки надежности тренажера машинного отделения фирмы Norcontrol. Применен новый подход к оценке выборочных наблюдений малого объема. Анализ показателей надежности указывает на необходимость резервирования главного компьютера тренажера. Программное обеспечение фирмы Kongsberg Maritime не соответствует всем требованиям современного промышленного флота.

Ключевые слова: тренажер машинного отделения, надежность, аппаратные средства, программные средства.

Y.A. Korneychuk

TO THE QUESTION OF THE ENGINE ROOM SIMULATOR SELECTION

The paper mentions questions of requirements to engine room simulator hardware and the software. Norcontrol engine room simulator reliability estimations are presented. The new approach to an estimation of small volume selective supervision is applied in the article. The analysis of reliability factors specifies in necessity of the simulator main computer reservation. Kongsberg Maritime software does not correspond to all requirements of modern fishing fleet.

Key words: engine room simulator, reliability, hardware, software.

Тренажеры Norcontrol по своим характеристикам относятся к динамическим тренажерам с пультами.

В случае отказа возникают простои оборудования средней длительностью 1 мес. Высокая стоимость ремонта и сменных деталей не позволяет обеспечить регулярное техническое обслуживание. В случае морального износа отсутствует возможность модернизации тренажера своими силами. Требуется полная замена пультов, элементной базы, программного обеспечения. Другими словами, потребуются новый тренажер. Высокая стоимость тренажеров СЭУ не способствует своевременной замене техники.

Цена ошибок оперативного персонала производств со сложным технологическим оборудованием многократно возрастает. Вспомним Чернобыльскую трагедию и экологическую катастрофу в Мексиканском зал. Особую важность приобретает качественное обучение и постоянное поддержание квалификации и готовности персонала, его противоаварийные тренировки. Компьютерный эксперимент позволяет не только сформировать моторно-рефлекторные навыки действий в сложных ситуациях, но и наглядно показать физическую сущность протекающих в оборудовании процессов, их взаимную зависимость, а также ряд существенных тонкостей, которым, к сожалению, не всегда придается значение на практике. Компьютерные модели могут также оказать неоценимую помощь при анализе аварий как с точки зрения накопления статистики, так и путем проведения машинного эксперимента по воспроизведению аварийной ситуации. Оптимальным вариантом является тренажер-конструктор с возможностью доработки и модернизации.

Одним из важнейших требований является реалистичность работы тренажера. Судовой механик большую часть работ выполняет, находясь в центральном посту управления судна. Все системы контроля и управления энергетической установкой компьютеризируются.

ваны. Поэтому компьютерный тренажер должен соответствовать имитируемому судну и перенастраиваться под требования заказчика.

Большинство требований удовлетворяются выбором модели имитируемой энергетической установки: два среднеоборотных дизеля транспортного или промыслового судна; мощный малооборотный дизель танкера; паровая турбина газовоза.

Однако опыт самой известной фирмы-производителя тренажеров Kongsberg Maritime (ранее Norcontrol) показывает, что затруднительно моделировать энергетику каждого судна. Поэтому при заказе тренажера СЭУ промыслового судна, например, траулера, документация и оборудование тренажера поставлялось для транспортного парома. Схема холодильной установки грузовых трюмов не соответствовала реальной и т.д.

Основным достоинством тренажеров Kongsberg Maritime считается использование динамических, пультовых тренажеров, которые имеют в своей основе математическую модель реальных физических процессов и потому наиболее полезны для качественного обучения персонала.

На рис. 1 представлен общий вид центрального поста управления (Control Room) тренажера первого поколения (Norcontrol, 1988 г.). Дополнительно можно заказать мнемосхему машинного отделения, макет вспомогательного котла и другое вспомогательное оборудование. Разработчик смог упростить модель без ущерба качеству переходных процессов с достаточной точностью и реалистичностью. Все программное обеспечение тренажера фирмы Norcontrol вмещалось на пятидюймовой дискете емкостью 1,2 МВ. Класс автоматизации А1. Управление всеми механизмами и системами ведется с пульта оператора в режиме дистанционного управления (Remote Control) или в режиме (Manual) на местных пультах управления. На монохроматических мониторах отображается текст на английском языке, цифры и коды. Имитируется звук работающих механизмов, звуковая и световая сигнализация и т.п.



Рис. 1. Пульт управления тренажера машинного отделения фирмы Norcontrol

Fig. 1. Norcontrol engine room simulator control console

преимуществом в компоновке тренажера. Программное обеспечение выполнено в среде Windows. На цветных мониторах отображаются схемы систем, рисунки механизмов, индикаторы режимов работы. Управление энергетической установкой ведется с компьютерной консоли и с местных постов управления.

Выбор тренажера машинного отделения определяется рядом ограничений. Заказ натуральной модели главной энергетической установки сопряжен со сложностью его раз-

мещения и обслуживания. Например, в китайском Морском университете в лаборатории установлен шестицилиндровый малооборотный дизель MAN MC60. Компьютерная модель тренажера имеет ряд преимуществ в стоимости, экологии, эргономике, способности к модернизации. Студентам для эффективности обучения нужны не внешние характеристики объекта, а его «начинка».



Рис. 2. Пульт управления современного тренажера машинного отделения
фирмы Kongsberg Maritime

Fig. 2. Modern Kongsberg Maritime engine room simulator control console

Недостатком тренажера можно считать то, что используемая компьютерная программа не подлежит доработке. Известны программы-конструкторы тренажеров, в которых можно менять структуру энергетической установки.

Известен вариант быстрого обучения обслуживанию сложной военной техники способом визуального наложения видеоматериала на очки с встроенным дисплеем.

Тренажер машинного отделения (далее тренажер) программно и технически должен соответствовать требованиям к компетенции судовых механиков, электромехаников, рефрижераторных механиков. В работе [1] показано, что тренажер фирмы Norcontrol в основном удовлетворяет этим требованиям для судовых механиков. Требования к компетенции электромехаников и рефмехаников не представлены в документах Международной конвенции по дипломированию и несению вахты моряков [2].

На сегодняшний день отсутствуют конвенционные требования об обязательном включении в программы обучения и повышения квалификации специалистов судомеханической службы тренажерной подготовки. Однако многие учебные заведения приобрели и используют эти тренажеры. Фирма Norcontrol (Kongsberg Maritime) поставила серию тренажеров на Дальний Восток в 1988 г. Среди получателей на Дальнем Востоке можно назвать вузы: Камчатский государственный университет (Петропавловск-Камчатский), Морской государственный университет имени адм. Г.И. Невельского, Филиал Института

повышения квалификации руководящих работников и специалистов рыбной промышленности и хозяйства (сейчас ИПК Дальрыбвтуза), Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (Дальрыбвтуз). Указанные тренажеры СЭУ выработали свой ресурс. Существует проблема выбора новых недорогих и надежных тренажеров, соответствующих требованиям к компетенции специалистов судомеханической службы судна. Для обоснования полноценной замены следует проанализировать их надежность и другие потребительские свойства.

Объектом исследования является надежность и реалистичность функций тренажера. Методы исследований сводятся к проведению тестовых испытаний тренажеров и сбору информации об отказах.

Международная конвенция по управлению безопасной эксплуатацией судов (МКУБ) предполагает усиление контроля надежности судовых технических средств [3]. На судах используются системы управления и автоматизированного технического обслуживания и ремонта. Эта тенденция получила развитие в практике создания тренажеров. В работе [4] представлен опыт обучения курсантов и судовых механиков при использовании диагностического тренажера «Турбодизель 3». Помимо наведения стандартных дефектов машин и механизмов и отклонений режимов их работы, введена функция оценки стоимости принятых решений. Студент, который потратил меньше денег на техническое обслуживание, ремонт и топливо в моделируемых тренажером эксплуатационных задачах, будет более востребован на производстве.

Далее приведен 25-летний опыт использования тренажера судовой дизельной установки Dieselsim. Предлагаемый материал не претендует на полноценное исследование надежности тренажеров машинного отделения фирмы Norcontrol в силу их небольшого количества и незначительного числа наблюдений за отказами для статистического исследования. Поставлена цель дать рекомендации по формированию заказа тренажерной техники.

ИПК Дальрыбвтуза с 1988 г. эксплуатирует тренажер СЭУ и с 1991 г. тренажер холодильной установки рефрижераторного трюма. В 1988 г. вышел из строя блок питания главного компьютера ND 110 Compact. В течение месяца заменен новым, который до сих пор исправно работает. В 2005 г. наблюдались отказы контроллеров локальных систем управления. Исправлено заменой оборудования. В 2008 г. вышла из строя материнская плата главного компьютера ND 110 Compact. Произведена замена платы. В 2009 г. вышел из строя накопитель гибких магнитных дисков формата 5 дюймов (НГМД). Произведена замена. В 2012 г. сгорел стабилизатор блока питания всего тренажера. Произведена замена. С 2012 г. тренажер не функционирует в полном объеме. При попытке провести полный запуск энергетической установки компьютер ND 110 Compact «зависал» через 1 ч работы.

Остался возможным запуск отдельных систем, заранее записанных на дискету: главная энергетическая установка, холодильная установка, электростанция.

В силу малости числа наблюдений за отказами тренажера нельзя полноценно применить в исследовании положения математической статистики и теории надежности. Поэтому попробуем проанализировать последовательность разных видов отказов. Такой подход может дать лишь приближенные оценки технического состояния тренажера. В отсутствие репрезентативной выборки статистических данных об отказах тренажера воспользуемся широко известными статистическими данными об отказах комплектующих персональных компьютеров.

Данные отказов одного тренажера Norcontrol за 25 лет работы представлены в табл. 1 в виде наблюдаемого и нормированного значения. Нормированные значения получены по данным большого массива наблюдений за идентичными комплектующими.

Таблица 1

Данные отказов тренажера Norcontrol

Table 1

Norcontrol engine room simulator failure data

Компоненты тренажера	Наработка до отказа, лет	
	Наблюдение	Норма
Блок питания главного компьютера ND-100	1	11
Системная плата главного компьютера ND-100	12	11
Дисковод формата 5" главного компьютера ND-100	10	5
Контроллер местного пульта управления тренажера	12	10
Вторичные приборы (логометрия)	10	10
Стабилизатор питания тренажера (220 В)	20	15

Таблица 2

Показатели надежности комплектующих ПК

Table 2

Personal computer's components reliability factors

Комплектующие ПК	Наработка до отказа,		Вероятность	
	тысяч часов	лет	отказа за год	безотказной работы за год
Системная плата	100	11	0,09	0,91
Видеокарта	55	6	0,17	0,83
Процессор	55	6	0,17	0,83
Память RAM	500	60	0,01	0,99
Жесткий диск	500	60	0,01	0,99
Вентилятор	55	6	0,17	0,83
Блок питания	100	11	0,09	0,91
Итого				0,46

Сопоставим данные табл. 1 по отказам компонентов тренажера Norcontrol с данными табл. 2 отказов стандартного персонального компьютера (ПК).

В табл. 2 приведены показатели надежности персональных компьютеров, собранных в фирме, которая использует обычные комплектующие и дает гарантию на изделие 1 год.

Сравним данные табл. 1 и 2 по упрощенному показателю наработки до отказа в годах. Больших расхождений данных не наблюдается. Значительное расхождение данных первой строки (см. табл. 1) объясняется заводским дефектом. После замены аналогичный блок проработал 24 года.

В заключение подведем некоторые итоги. Динамический тренажер фирмы Norcontrol (Konsberg Maritime) представляет собой один из лучших образцов, использующих моделирование физических и энергетических процессов в реальном времени.

К недостаткам тренажера следует отнести отсутствие возможности выбора структуры тренажера подобно тренажеру-конструктору. Фирма Konsberg Maritime не представила тренажер энергетической установки современного промышленного судна.

В отсутствие репрезентативной выборки статистических данных об отказах тренажера использованы данные об отказах аналогичных комплектующих ПК. Так как главный компьютер тренажера по условиям надежности является слабым звеном, то подлежит резервированию. С учетом этих поправок срок службы тренажера – 20 лет.

Список литературы

1. Vagabov I.I., Sobolenko A.N., Korneychuk Y.A. Diesel Simulator as Unique Means for Bringing of Marine Engineers' Competence in Conformity with the Requirements of the STCW 95 Convention // Proceedings of 5th International Conference on Engine Room Simulators: Singapore Politechnic, Singapore, 25-26 June, 2001.

2. Международная конвенция о подготовке, дипломировании и несении вахты моряков (ПДМНВ-78/95). – СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 1996. – 552 с.

3. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и защитой окружающей среды (МКУБ). Сборник № 1. Международные и национальные документы, регулирующие управление безопасностью мореплавания. – СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 1997.

4. Kluj S. The Relation Between Learning Objectives and the Appropriate Simulator Type // Proceedings of 5th International Conference on Engine Room Simulators: Singapore Politechnic, Singapore, 25-26 June, 2001.

Сведения об авторе: Корнейчук Юрий Алексеевич,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: korneych@mail.ru.