

УДК 656.6  
МРНТИ 73.34.35  
DOI 10.56525/ZKKZ3773

## ПРИМЕНЕНИЯ ТРЕНАЖЕРОВ МОРСКИХ СУДОВ В ПОДГОТОВКЕ СУДОВЫХ МЕХАНИКОВ

Малов К. В.

Yessenov University, г. Актау, Казахстан

e-mail: konstantin.malov@yu.edu.kz

**Аннотация.** В данной статье рассматривается влияние тренажеров морских судов на качество обучения и подготовки будущих судовых механиков, с акцентом на соответствие требованиям Международной морской организации (ИМО) в рамках эксплуатации судовых энергетических установок (СЭУ). Мы проанализируем опыт использования тренажеров в образовательной программе «Эксплуатация судовых энергетических установок», чтобы оценить, насколько успешно осуществляется подготовка специалистов к реальным условиям работы на судне и выполнению вахты в машинном отделении.

В рамках нашего исследования мы стремимся понять, насколько эффективно современные тренажеры помогают будущим судовым механикам подготовиться к реальной работе с судовыми энергетическими установками и несению вахты. Другими словами, мы хотим оценить, насколько хорошо тренажеры справляются с задачей обучения и подготовки специалистов. В центре нашего внимания - функциональность тех тренажеров, которые уже сейчас используются в процессе обучения судовых механиков. Мы будем анализировать, насколько они соответствуют требованиям реальной эксплуатации и помогают ли студентам приобрести необходимые навыки и знания.

Предметом исследования выбраны тренажерные две системы: «Тренажер машинного отделения Neptun ERS (Engine Room Simulator)» от компании Kongsberg Maritime AS и «Тренажер судовой дизельной энергетической установки ERS 4000» компании Transas Ltd.

**Ключевые слова:** судовой механик, компетентность, тренажер судовой энергетической установки, подготовка специалиста.

### Введение

В конце XX века, с развитием автоматизированного управления морскими судами, возникла настоятельная необходимость в новых подходах к подготовке специалистов для машинных команд морских судов. Традиционные методы обучения не могли обеспечить достаточный уровень квалификации для работы с современными микропроцессорными системами управления судовыми энергетическими установками. В связи с этим в 1980-1990-х годах в морских учебных заведениях по всему миру начали активно внедрять симуляторы для судовых дизельных энергетических установок, известные как тренажеры машинного отделения или Engine Room Simulators (далее - ERS).

Эти тренажеры представляли собой новаторский способ обучения, позволяющий моделировать работу систем энергетического управления (далее - СЭУ) в различных режимах, включая нормальную эксплуатацию, аварийные ситуации и неисправности. Первые модели тренажеров ERS (первое поколение) были довольно простыми и сосредоточены на основных характеристиках функционирования главных двигателей и вспомогательных систем. Они отображали ключевые приборы и контрольные панели, что позволяло курсантам развивать навыки управления двигателями, а также контроля температуры, давления, уровня масла и других критически важных параметров. Взаимодействие с тренажером происходило через физические панели управления, аналогичные тем, которые использовались на реальных судах [1].

Тем не менее, с развитием технологий тренажеры ERS претерпели значительные изменения. Современные устройства представляют собой высокотехнологичные комплексы, использующие мощные компьютерные системы для реалистичного воспроизведения сложных процессов, происходящих в машинном отделении (четвертое и пятое поколение).

Они не только моделируют работу главных дизелей, но и охватывают все вспомогательные системы, такие как системы охлаждения, смазки и топливоподачи. Более того, современные тренажеры ERS часто интегрируются с системами дистанционного управления, что позволяет моделировать взаимодействие с различными типами автоматизированных систем, включая автоматическое управление двигателями, диагностику неисправностей и контроль за выбросами. Обучение на тренажерах ERS (четвертого и пятого поколения) охватывает широкий спектр навыков, выходящих за рамки простого управления главными двигателями [2].

**Материалы и методы исследования.** Чтобы оценить, насколько эффективно используются тренажеры ERS в учебных заведениях Казахстана, готовящих морских специалистов, проанализируем «Тренажер судовой дизельной энергетической установки ERS 4000» компании Transas Ltd и «Тренажер машинного отделения Neptun ERS» от компании Kongsberg Maritime AS, установленные в Морской академии Университета Есенова. Оценка будет проводиться по следующим критериям: качество обучения, реалистичность, надежность и функциональность

*Анализ функциональности тренажера «Тренажер судовой дизельной энергетической установки ERS 4000» компании Transas Ltd.*

Тренажер предназначен для подготовки будущих судовых механиков и повышения квалификации вахтенного персонала машинного отделения судов с дизельными энергетическими установками (далее - СДЭУ).

Тренажер ERS 4000 (Transas) предлагает обучение и тренировки на трех уровнях, соответствующих требованиям Международной конвенции по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (ПДНВ-78/95 с поправками). В процессе обучения предусмотрены следующие этапы:

- знакомство с судовыми энергетическими установками, механизмами и вспомогательными системами;
- выполнение вахты в стандартных условиях работы СЭУ и сопутствующих систем;
- выполнение вахты в условиях аварии, включая выявление и устранение неисправностей.

Он обеспечивает реалистичное моделирование работы сложной системы, включая все её основные компоненты: главные двигатели, вспомогательные механизмы, системы смазки, охлаждения, топливоподачи, а также электрооборудование и системы автоматического управления. Обучение на тренажере охватывает широкий спектр навыков, необходимых для безопасной и эффективной эксплуатации СДЭУ.

Прежде всего, тренажер ERS 4000 позволяет отработать процедуры подготовки и ввода в работу всех элементов СДЭУ и запуска двигателей, тренажер моделирует все этапы, обучающийся визуально наблюдает за процессом на реалистичных схемах и панелях управления, идентичных тем, что установлены на реальных судах [3].

Тренажер смоделируем на базе СДЭУ нефтяного танкера 65,000 т DWT с 2-х тактным малооборотным реверсивным дизельным главным двигателем.

Тренажер ERS 4000 от Transas Ltd, хотя и имеет меньший функционал по сравнению с тренажером Neptun ERS от Kongsberg, но отличается ориентацией на характерные типы СЭУ, которые широко используются на танкерном флоте.

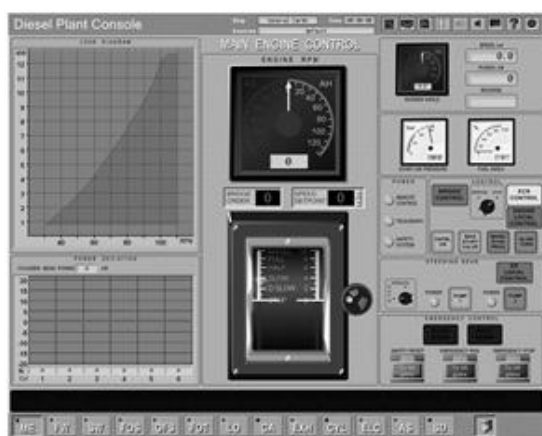
Тренажер выстроен на базе компьютерной сети показанных на рисунке 1, это обеспечивает высокую актуальность и практическую ценность обучения, что позволяет проводить занятия в группах 6-8 человек, что способствует развитию навыков работы машинной командой.



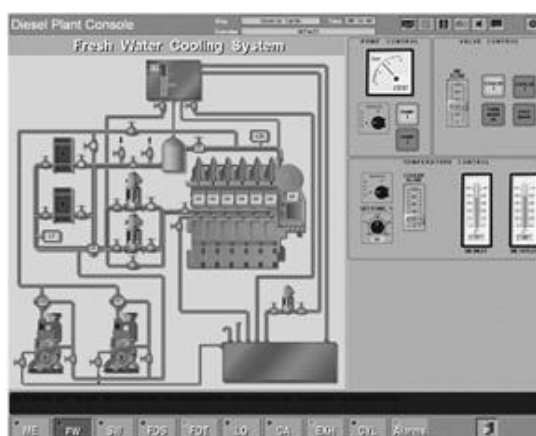
**Рисунок 1.** Тренажер ERS 4000 на базе персональных компьютеров (сетевое обучение).

Кроме того, тренажер ERS 4000 часто снабжен модулями, расширяющими его возможности, как показанных на рисунках 2,3,4:

- модуль энергетической установки судна с дизельными двигателями;
- модуль вспомогательных систем и механизмов;
- модуль судовой электростанции.

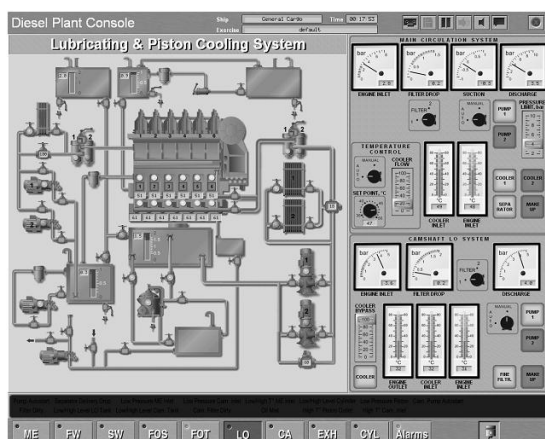


Модуль: Система управления главным двигателем

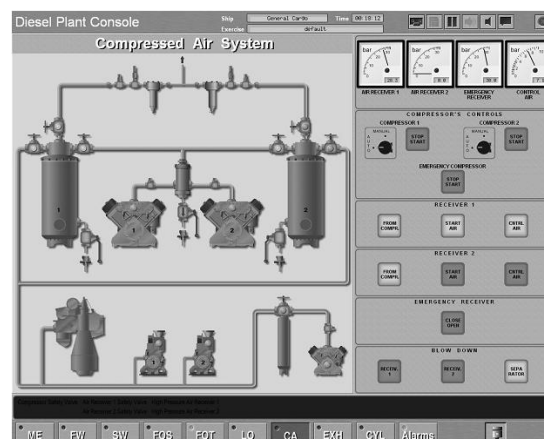


Модуль: Система охлаждения пресной водой

**Рисунок 2.** Мнемосхема модуля «Судовая дизельная энергетическая установка».

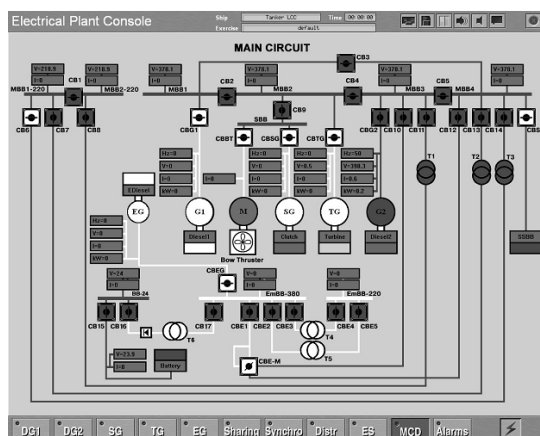


Модуль: Система циркуляционной смазки и охлаждения

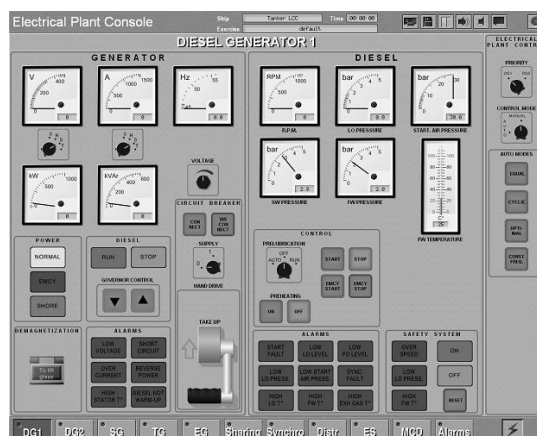


Модуль: Система сжатого воздуха

**Рисунок 3.** Мнемосхема модуля «Судовые вспомогательные механизмы и системы».



Модуль: Схема главного тока



Модуль: Панель ДГ и управления электростанцией

**Рисунок 4.** Мнемосхема модуля «Судовая электроэнергетическая система».

В целом, тренажер ERS 4000 – это хороший инструмент для подготовки квалифицированного специалиста (судового механика), способствующий повышению безопасности мореплавания и эффективности работы судовых энергетических установок [4].

*Анализ функциональности тренажера машинного отделения Neptun ERS от компании Kongsberg Maritime AS.*

Этот высокотехнологичный тренажер предназначен для всесторонней подготовки и отработки навыков работы в машинном отделении и на центральном посту управления СЭУ современного морского судна.

Он предоставляет широкий спектр возможностей для обучения, тренировки и оценки компетенций экипажа, покрывая все уровни подготовки – от индивидуальных занятий до сложных групповых тренировок под руководством инструктора или в автономном режиме.

Это позволяет симулировать различные сценарии, от рутинной работы до экстремальных ситуаций, требующих быстрой реакции и принятия решений под давлением.

Реалистичность тренажера достигается благодаря высокоточному моделированию в режиме реального времени, которое учитывает множество параметров, таких как работа главных двигателей, вспомогательных механизмов, систем охлаждения, электрооборудования, а также взаимодействие всех систем между собой. Модель учитывает различные типы судов и их СЭУ, позволяя настраивать симуляцию под конкретные задачи обучения.

Детализация проработки интерактивных элементов интерфейса обеспечивает высокую степень погружения в виртуальную среду. Например, система отображает не только показания приборов, но и реалистично воспроизводит вибрации и звуки, сопровождающие работу оборудования.

Эта многоуровневая симуляция позволяет обучающимся не только освоить теоретические знания, но и отработать практические навыки диагностики неисправностей, проведения ремонта и принятия решений в критических ситуациях.

Особое внимание уделяется обучению действиям по обнаружению и устранению неисправностей. Тренажер машинного отделения Neptun ERS позволяет моделировать широкий спектр неисправностей, от незначительных неполадок до серьёзных аварий, чтобы обучающийся мог отработать диагностику и ремонтные работы в условиях, приближенных к реальным [5].

Система предоставляет инструменты для поиска неисправностей, включая диагностические схемы, техническую документацию и интерактивные подсказки.

На рисунке 5 представлен основной пункт управления тренажера с модулями управления СЭУ.



**Рисунок 5.** Основной пункт управления тренажером Neptune ERS компании Kongsberg Maritime.

На панели с мнемосхемами различных модулей рисунке 6 отображается информация о работающем агрегате СЭУ, а также позволяет определить состояние запорных устройств (клапанов), уровень топлива и масла в расходных цистернах и их показатели (давление, температуру, присадки). Эта же информация также отображается на центральном дисплее консоли управления в цифровой форме. Местные посты управления главным двигателем (ГД), дизель-генератором (ДГ) и главным распределительным щитом (ГРЩ) имитируют механизмы машинного отделения (МО).



**Рисунок 6.** Мнемосхема тренажера Neptune ERS.

Тренажер основан на модульной структуре, что дает возможность гибко использовать его. Каждый модуль, например, модуль управления главными двигателями ГД) или модуль судовой электроэнергетической системы (СЭЭС), может быть использован отдельно или вместе с другими модулями [6].

Особое внимание уделяется объединению с другими симуляторами. Благодаря открытой архитектуре тренажера, интеграция с навигационным тренажером происходит легко, что позволяет использовать систему виртуального судна.

Это позволяет на тренажере практиковать взаимодействие между машинным отделением (судовой механик) и ходовым мостом (судоводители), что очень важно для мореплавания и эксплуатации судна.

В интегрированной системе можно создавать различные элементы как повседневной деятельности при несении вахты, так и создавать нештатные и аварийные ситуации как работы СЭУ так и маневрирования судна, требующие координированных действий экипажа на ходовом мостике (вахтенный помощник капитана) и в машинном отделении (вахтенный механик).

Все тренажеры Kongsberg Maritime созданы на основе реальных характеристик судна, что является главным преимуществом компании перед другими производителями. Конструкция и функции их тренажеров соответствуют требованиям ПДНВ78/95 с поправками.

**Результаты исследования.** Важным фактором в обучении и подготовке будущих судовых механиков по эксплуатации СЭУ на тренажерах ERS является практическая ориентированность и эффективность обучения.

Существующие методы обучения студентов морского профиля с применением тренажеров морского судна направлены на развитие компетенций, указанных в ПДНВ -78/95 в Главе III «Стандарты в отношении машинной команды» таких как, знание основных принципов несения машинной, безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления [7].

Тренажеры ERS создают безопасную среду для обучения, где судовые механики могут отрабатывать стандартные процедуры, такие как запуск и остановка двигателей, управление энергетическим оборудованием и реагирование на различные аварийные ситуации. Это особенно важно, поскольку в реальной жизни ошибки могут привести к серьезным последствиям, включая остановку судна, повреждение оборудования или даже угрозу жизни членов экипажа [8].

Кроме того, тренажеры позволяют моделировать нестандартные ситуации, такие как сбои в работе оборудования, непредвиденные обстоятельства или экстремальные погодные условия. Это дает возможность механикам учиться принимать быстрые и обоснованные решения, что является критически важным в условиях стресса.

**Заключение.** Проведён анализ различных аспектов эффективности тренажёров ERS. Многофункциональные тренажёры, функционирующие на персональных компьютерах и предлагающие двумерные или трёхмерные изображения, становятся всё более популярными среди операторов СЭУ благодаря своей доступной цене и высокой пропускной способности. Также наблюдается тенденция к созданию специализированных тренажёров для конкретных систем СЭУ. Обсуждаются направления для дальнейшего усовершенствования тренажёров ERS, включая расширение их функциональных возможностей, снижение цен и улучшение качества обучения [9].

Современные тренажеры ERS играют ключевую роль в подготовке высококвалифицированных специалистов для команды судна, обеспечивая как безопасность кораблей, так и эффективную работу энергетических систем на борту. Они позволяют отрабатывать навыки в безопасной среде, создавая условия, которые сложно воспроизвести в реальных ситуациях на судне.

Повышение качества подготовки за счет модернизации и обновления учебно-материальной базы (лабораторного и тренажерного оборудования) в соответствии с требованиями Международной конвенции ПДНВ-78/95 способствует улучшению качества подготовки морских специалистов и повышению безопасности в торговом судоходстве [10].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Соболенко А.Н., Корнейчук Ю.А., Глазюк Д.К. Обобщение опыта эксплуатации тренажеров машинного отделения морского судна//Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. -2016, - № 2, С 59-67.
2. Урванцев В.И., Мухалёв В.А. Применение тренажёра судовой дизельной энергетической установки ERS-4000 (5000), для подготовки курсантов специальности "Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов"//Сборник трудов конференции "Наука и образование – 2018" - 2018. - С. 339-344.
3. Транзас Навигатор <https://transas.ru/products/trenazhery-mashinnogo-otdeleniya/>.
4. Транзас Навигатор. Тренажеры машинного отделения «Транзас» [https://transas.ru/wp-content/uploads/2023/09/ers\\_brochure\\_a4\\_ru\\_2015.09\\_preview.pdf](https://transas.ru/wp-content/uploads/2023/09/ers_brochure_a4_ru_2015.09_preview.pdf)
5. Kongsberg Maritime. Тренажер машинного отделения Neptun ERS. <https://w.kongsberg.com/maritime/>

6. Троицкий А.В. Применение тренажера судового механика Kongsberg Neptune ERS при изучении курса «Судовые двигатели внутреннего сгорания»//Вестник ВГАВТ. Раздел IX: Эксплуатация судового энергетического оборудования – 2012. – №33. – С. 203 – 205.

7. Малов К.В. Тренажерная подготовка в Морской академии YESSENOV UNIVERSITY в контексте подготовки будущих судовых механиков//Ежемесячный информационно-аналитический журнал «Саясат-Policy» - 2022. - 11 (322) - С. 23-26.

8. Панасенко А.А., Данилов В.С. Повышение эффективности тренажерной подготовки судомехаников посредством введения новых упражнений//Научные труды Дальрыбвтуза. - Том №33, – С. 41 – 44.

9. Марков К. В. Возможные направления развития тренажера судовой энергетической установки// Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. - 2010.- №2, - С. 125-127.

10. Малов К.В. Внедрения требований Международной конвенции ПДНВ-78/95 в программу обучения студентов Морской академии//Ежемесячный информационно-аналитический журнал «Саясат-Policy» - 2021. - № 7-8 (309-310), - С. 38-41.

## REFERENCES

1. Sobolenko A.N., Korneychuk Yu.A., Glazyuk D.K. Generalization of the experience of operating simulators in the engine room of a marine vessel//Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and Technology. -2016, No. 2, pp. 59-67. [in Russian]

2. Urvantsev V.I., Mukhalev V.A. Application of the simulator of the ERS-4000 (5000) marine diesel power plant, for training cadets of the specialty "Operation of electrical equipment and automation of ships"//Proceedings of the conference "Science and Education – 2018" - 2018. - pp. 339-344. [in Russian]

3. Transas Navigator. <https://transas.ru/products/trenazhery-mashinnogo-otdeleniya/>. [in Russian]

4. Transas Navigator. «Transas» engine room simulators. [https://transas.ru/wp-content/uploads/2023/09/ers\\_brochure\\_a4\\_ru\\_2015.09\\_preview.pdf](https://transas.ru/wp-content/uploads/2023/09/ers_brochure_a4_ru_2015.09_preview.pdf). [in Russian]

5. Kongsberg Maritime. Neptun ERS engine room simulator. <https://w.kongsberg.com/maritime/> [in English]

6. Troitsky A.V. The use of the simulator of the ship mechanic Kongsberg Neptune ERS when studying the course "Marine internal combustion engines"//Bulletin of VGAVT. Section IX: Operation of marine power equipment – 2012, No. 33, pp. 203-205. [in Russian]

7. Malov K.V. Simulator training at the YESSENOV UNIVERSITY Maritime Academy in the context of training future ship mechanics//Monthly information and analytical magazine "Sayasat-Policy" - 2022. - 11 (322) - Pp. 23-26. [in Russian]

8. Panasenko A.A., Danilov V.S. Improving the effectiveness of simulator training of ship mechanics through the introduction of new exercises//Scientific works of Dalrybvtuz. - Volume No. 33, pp. 41-44. [in Russian]

9. Markov K. V. Possible directions for the development of the simulator of a marine power plant// Bulletin of AGTU. Ser.: Marine engineering and technology. - 2010. No. 2, pp. 125-127. [in Russian]

10. Malov K.V. Implementation of the requirements of the International Convention STCW-78/95 in the training program for students of the Maritime Academy//Monthly information and analytical magazine "Sayasat-Policy" - 2021. - № 7-8 (309-310), - Pp. 38-41. [in Russian]

## ТРЕНАЖЕРЛЕРДІ ҚОЛДАНУ ТЕҢІЗ КЕМЕЛЕРІН ДАЙЫНДАУДА КЕМЕ МЕХАНИКТЕРІ

Малов К. В.

Yessenov University, Ақтау қ, Қазақстан

e-mail: [konstantin.malov@yu.edu.kz](mailto:konstantin.malov@yu.edu.kz)

**Аңдатпа.** Бұл мақалада теңіз кемелерінің тренажерларының болашақ кеме механиктерін оқыту мен даярлау сапасына әсері қарастырылады, бұл кемеңіз энергетикалық қондырғыларын (СЭЖ) пайдалану шеңберінде халықаралық теңіз ұйымының (ИМО) талаптарына сәйкестігіне баса назар аударылады. Біз "кемеңіз энергетикалық қондырғыларын пайдалану" білім беру бағдарламасында тренажерлерді пайдалану тәжірибесін талдаймыз, бұл мамандарды кемедегі нақты жұмыс жағдайларына және машина бөлмесінде вахтаны орындауға дайындау қаншалықты сәтті жүзеге асырылатынын бағалау үшін.

Біздің зерттеуіміздің бір бөлігі ретінде біз қазіргі заманғы тренажерлар болашақ кеме механиктеріне Кеме энергетикалық қондырғыларымен нақты жұмыс істеуге және вахтаны алып жүруге қаншалықты тиімді көмектесетінін түсінуге тырысамыз. Басқаша айтқанда, біз тренажерлардың мамандарды оқыту және даярлау тапсырмасын қаншалықты жақсы орындайтынын бағалағымыз келеді. Біздің назарымыз - кеме механиктерін оқыту процесінде қазірдің өзінде қолданылып жүрген тренажерлардың функционалдығы. Біз олардың нақты пайдалану талаптарына қаншалықты сәйкес келетінін және студенттерге қажетті дағдылар мен білім алуға көмектесетінін талдаймыз.

Зерттеу тақырыбы ретінде transas LTD компаниясының Kongsberg Maritime as «Neptun ERS (Engine Room Simulator)» машина бөлімшесінің тренажері және «ERS 4000» кеме дизельді энергетикалық қондырғысының тренажері" атты екі тренажер жүйесі таңдалды компаниясының Transas Ltd.

**Түйін сөздер:** кеме механигі, құзыреттілігі, Кеме энергетикалық қондырғысының тренажері, маман даярлау.

## APPLICATIONS OF SIMULATORS MARINE VESSELS IN PREPARATION SHIP'S MECHANICS

Malov K.

Yessenov University, Ақтау қ, Қазақстан

e-mail: [konstantin.malov@yu.edu.kz](mailto:konstantin.malov@yu.edu.kz)

**Annotation.** This article examines the impact of marine simulators on the quality of education and training for future ship mechanics, with an emphasis on compliance with the requirements of the International Maritime Organization (IMO) in the operation of marine power plants (SEUs). We will analyze the experience of using simulators in the educational program "Operation of marine power plants" in order to assess how successfully specialists are trained for real working conditions on a ship and performing shifts in the engine room. As part of our research, we strive to understand how effectively modern simulators help future ship mechanics prepare for real work with marine power plants and watchkeeping.

In other words, we want to evaluate how well the simulators are coping with the task of educating and training specialists. Our focus is on the functionality of those simulators that are already being used in the training of ship mechanics. We will analyze how well they meet the requirements of real-world operation and whether they help students acquire the necessary skills and knowledge.

Two training systems were chosen as the subject of the study: "Neptun ERS Engine Room Simulator" from Kongsberg Maritime AS and "ERS 4000 Marine Diesel Power Plant Simulator" from Transas Ltd.

**Key words:** ship mechanic, competence, ship power plant simulator, specialist training.