

## **ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЯТОРА «УЩІЛЬНЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЕЙДВУДНОГО ПРИСТРОЮ МОРСЬКОГО СУДНА» В СИСТЕМУ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРІВ-СУДНОМЕХАНІКІВ У ПІСЛЯДИПЛОМНІЙ ОСВІТІ**

*У статті проаналізовано комп'ютерні симулятори, як засоби інтенсифікації навчання, що розробляються виробниками суднового обладнання та поставляються до суднової бібліотеки разом із документацією для використання механіками на судні з метою кращого розуміння ними пристрою та принципу дії відповідних сучасних складних судових механізмів та систем. Розглянуто типовий комп'ютерний симулятор «Система ущільнювальна дейдвудного пристрою морського судна». Здійснено аналітичний огляд кожного компоненту комп'ютерного симулятора, що дає можливість під час проведення практичного заняття навчити фахівців водного транспорту управляти системою ущільнювальна дейдвудного пристрою під час нормальної роботи та в умовах виходу системи з ладу, виключаючи можливість збруднення навколишнього середовища нафтопродуктом. Після опрацювання симулятора викладачем та створення відповідної методичної бази він може використовуватись для навчання інженерів-судномеханіків як в профільних вищих навчальних закладах, так і в умовах підвищення кваліфікації.*

**Ключові слова:** *навчальний комп'ютерний симулятор, технічні дисципліни, післядипломна освіта, інженер-судномеханік.*

**Скиданчук С. А. Внедрение компьютерного симулятора «Система уплотнения дейдвудного устройства морского судна» в систему профессионального развития инженеров-судомехаников в последипломном образовании.** *В статье проанализированы компьютерные симуляторы, как средство интенсификации обучения, которые разрабатываются производителями судового оборудования и поставляются на морские суда вместе с судовой документацией для использования механиками на судне с целью лучшего понимания ими устройства и принципа действия соответствующих сложных судовых механизмов и систем. Рассмотрен типовой компьютерный симулятор «Система уплотнения дейдвудного устройства морского судна». Осуществлен аналитический обзор каждого компонента симулятора, что дает возможность во время проведения практического занятия обучать специалистов водного транспорта управлять*

системой уплотнения дейдвудного устройства как при нормальной работе, так и в аварийном режиме в момент ее поломки, исключая возможность загрязнения окружающей среды нефтепродуктом. После редактирования симулятора преподавателем и создания соответствующей методической базы он может использоваться для обучения инженеров-судомехаников как в профильных учебных заведениях так и в последипломном образовании.

**Ключевые слова:** учебный компьютерный симулятор, технические дисциплины, последипломное образование, инженер-судомеханик.

**Skydanchuk S. A. Implementation of computer simulator “A sturn tube air sealing systems” in professional development of marine engineers in advanced education.** The article reviews computer simulators, as a feature of teaching intensification, which are being produced by manufacturers of marine equipment and sent on marine vessels together with ship’s technical library in order to help engineers onboard understand better construction and acting principle of such machinery. Typical computer simulator «Sturn tube air sealing system of a ship» has been considered. Every component of the simulator has been examined and this, while studying, gives possibility to teach marine engineers to control the system both in normal mode and in emergency situation, eliminating oil spill from the ship. When it has been worked by a teacher and methodology base has been implemented, the simulator could be used for studying marine engineers both in appropriate educational institutions and in advanced education system.

**Key words:** computer simulator, marine engineer, advanced education, technical subjects.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Сьогодні в сфері суднової енергетики разом із сучасним обладнанням створюються комп’ютерні симулятори, мета яких полегшити судновим механікам зрозуміти принцип дії складних суднових механізмів та їх систем. Але для того, щоб використовувати повний навчальний ресурс таких симуляторів, необхідна відповідна методична база, яка потребує постійного розвитку та вдосконалення з метою використання її в системі професійної підготовки інженерів-судномеханіків у післядипломній освіті.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Щодо професійної освіти в цілому, то її аспекти відображені в працях С. Я. Батищева, А. І. Дьоміна, В. О. Зайчука, І. А. Зязюна, Л. Г. Коваль, Н. С. Корця, Г. Е. Левченка, П. Г. Лузана, В. М. Мадзигона, П. М. Олійника, П. М. Решетніка, З. О. Решетова

та ін. Проблеми професійної підготовки фахівців водного транспорту в процесі підвищення кваліфікації досліджувалися національною морською адміністрацією Фінляндії, національною морською адміністрацією Швеції, асоціацією норвезьких судновласників.

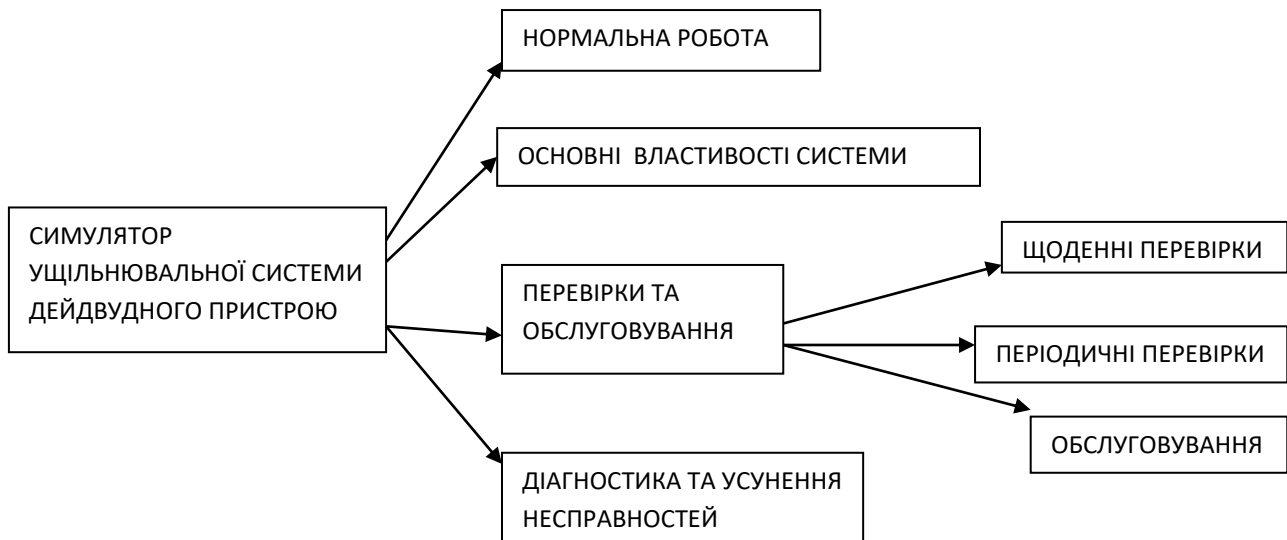
**Невирішені раніше частини загальної проблеми.** Процес навчання управлінням ресурсами машинної команди, а саме: формування професійної компетентності та розвиток управлінських навичок майбутніх фахівців водного транспорту в умовах підвищення кваліфікації досліджувався у філіпінському навчальному центрі Global Training Systems. Однак, система професійного розвитку фахівців водного транспорту в процесі підвищення кваліфікації як в Україні, так і в розвинених морських країнах світу потребує свого подальшого вивчення.

**Мета статті** – створити методичну базу для використання повного ресурсу комп'ютерних симуляторів, які створюються виробниками відповідного обладнання, в системі професійного розвитку інженерів-судномеханіків в умовах післядипломної освіти, обґрунтувавши їх доцільність та користь.

**Виклад основного матеріалу.** Система ущільнювальня дейдвудного пристрою є потенційно небезпечною з точки зору можливості забруднення навколишнього середовища мастильними матеріалами під час виходу з ладу, тому старший та другий механік судна повинні досконало знати її устрій для того, щоб правильно її обслуговувати та налаштувати на аварійний режим у випадку поломки. Дані симулятори, як правило, складаються з чотирьох модулів: нормальна робота, основні компоненти, перевірка та обслуговування, діагностика та усунення несправностей. На малюнку наведена структурна схема комп'ютерного симулятора «Ущільнювальна система дейдвудного пристрою морського судна».

Після створення відповідної методичної бази цей комп'ютерний симулятор викладач може задіяти в процесі підвищення кваліфікації інженерів-

судномеханіків під час вивчення курсу «Управління ресурсами машиної команди». Тема, дейдвудний пристрій із системами, входить до складу спеціальної дисципліни «Суднові допоміжні дисципліни» та вивчається на другому курсі вищого навчального закладу водного транспорту.



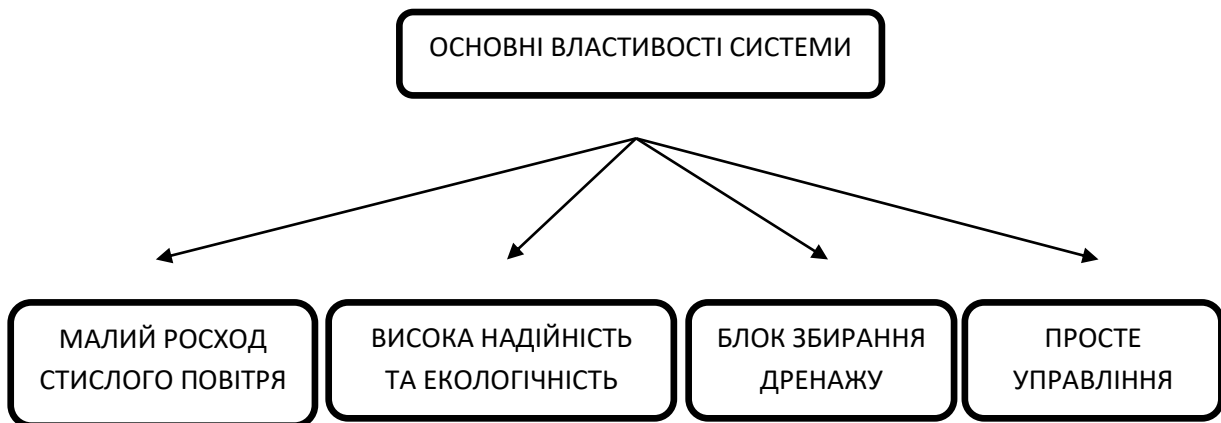
За допомогою ж цього симулятора стає можливим розібрати цей матеріал з точки зору експлуатації системи на судні у випадку її серйозної поломки та неможливості негайно отримати спеціалізований технічний сервіс, що вже є питанням, пов'язаним з Управлінням ресурсами машиної команди під час поломок та відказу обладнання машинного відділення.

*Нормальна робота.* Цей розділ симулятора викладач може задіяти в процесі навчання для аналізу основних компонентів дейдвудного пристрою з системами. Тут можна пояснити мету системи ущільнювальня дейдвудного пристрою стислим повітрям та відслідкувати рух стислого повітря з точки входу в систему, крізь фільтруючі елементи, клапан режиму роботи, регулятор тиску повітря, витратомір, суваковий клапан, триходовий клапан, камеру ущільнення валолінії повітрям, танк збору дренажу, регулятор протока стислого повітря з камери ущільнення. Показано, яким чином частина стислого повітря просочується крізь ущільнювальні кільця.

У цьому розділі викладач також може показати як рухається циркуляційне мастило від масляного насосу, крізь камеру ущільнювальня мастилом, мастильний танк дейдвудного пристрою та назад на всмоктування насоса. Видно також, як частина циркуляційного мастила подається на змащення валолінії. Слухач може проаналізувати знаходження та взаємний зв'язок основних компонентів системи: блок управління стислим повітрям, блок збирання дренажу, танк циркуляційного мастила, масляні насоси, носове ущільнення валолінії головного двигуна, кормове ущільнення валолінії головного двигуна. Однак, головним недоліком такого симулятора є те, що не відображаються реальні значення робочих параметрів і викладач має залучати додаткові матеріали з суднової документації та власного досвіду. Для студента, майбутнього інженера-судномеханіка, дуже важливим під час проведення практичного заняття з даного навчального модуля є обговорення нормальних та критичних значень робочих параметрів даної системи як в баласному стані, так і коли судно знаходиться з вантажем.

Для блоку управління стислим повітрям нормальні параметри мають бути: тиск повітря на вході  $P_1 \approx 7 \text{ bar}$ , диференційний тиск після фільтруючих елементів  $dP \leq 1 \text{ bar}$ , тиск після регулятора тиску  $P_2 \approx 3,0 \text{ bar}$ , тиск в камері ущільнення валолінії повітрям  $P_4 \approx 0,8 \div 1,45 \text{ bar}$ . Для системи циркуляційного мастила нормальні робочі параметри мають бути такими: тиск на нагнітанні масляного насосу  $P_{ou} \approx 1,8 \div 2,8 \text{ bar}$ , тиск в камері ущільнювальня валолінії мастилом  $L01PI \approx 0,8 \div 1,5 \text{ bar}$ . Крім того, на занятті необхідно згадати про контроль нормального рівня циркуляційного мастила у масляному танку дейдвудного пристрою та масляному танку ущільнювальня носових кілець валолінії головного двигуна. За допомогою симулятора викладач краще зможе визначити, яку роль у системі відіграє стисле повітря, циркуляційне мастило, як відбувається змащення дейдвудного підшипника, яким чином ущільнюються кормові камери валолінії #2/3 та #3/3S, як ущільнюються кормові кільця #1, #2, та носові кільця #4 & #5 під час нормальної роботи системи.

*Основні властивості системи.* В даному розділі симулятора викладач може показати основні переваги таких сучасних систем. Завдяки цьому розділу симулятора студент може побачити з якою метою та як здійснюється настроювання витрати стислого повітря в правильному діапазоні  $(40\div 60) \text{NL}/\text{min}$ , як здійснюється ущільнення кормових кілець валолінії головного двигуна #1, #2.



Викладач, звертаючи увагу на надійність роботи системи, має показати яким чином забортна вода та контур циркуляційного мастила відокремлені один від одного контуром стислого повітря, що робить саму систему, в принципі, екологічно безпечною, виключаючи попадання мастила у навколишнє середовище, та, з другого боку, – попадання забортної води в машину відділення судна крізь валолінію. У данному розділі є важливим проаналізувати роль кільця #3S, яке не задіяно в нормальному режимі роботи системи, а використовується тільки як резервна одиниця під час переходу системи в аварійний режим.

Стосовно блока збирання дренажу зазначимо, що під час проведення практичного заняття слід відмітити: по-перше, його функцію, тиск стислого повітря після камери ущільнювальня #2/#3 ( $L02PI \approx 0,7 \text{bar}$  в баласному стані та  $1,4 \text{bar}$  у вантажному стані судна), його протік при цьому не має перевищувати  $2-5 \text{NL}/\text{min}$  (дуже маленьке значення). Якщо – це практичне заняття у системі

післядипломної освіти, то тут дуже важливим моментом є обговорення викладачем появи забортної води чи циркуляційного мастила в танку збирання дренажа, що є сигналом поломки системи ущільнення валолінії. Критичним буде спрацьовування сигналу «Високий рівень у дренажному танку», що буде вказувати на вихід з ладу кормових ущільнюючих кілець. Показано чому неможна дренувати цей танк під час роботи головного двигуна і як це може вплинути на роботу кільця #1 та #2.

*Просте управління.* У цьому розділі викладач має пояснити принцип роботи системи, звертаючись до теоретичної складової – балансу тисків в системі.

$$P_{sw} < P_{\#1/2} < P_{\#2/3} < P_{\#3/3S} P_{ST}; \quad P_{\#4/5} < P_{sw}$$

Для морського танкерного судна водотонажністю 160 000 тонн та осадкою 17,5 метрів ці параметри мають таке значення:

$P_{sw}$  (тиск забортної води)  $\approx$  1,25 bar (у вантажному стані) / 0,46 bar (у баласному стані);

$P_{\#1/2} \approx$  1,45 bar (у вантажному стані) / 0,66 bar (у баласному стані);

$P_{\#2/3} \approx$  1,65 bar (у вантажному стані) / 0,86 bar (у баласному стані);

$P_{\#3/3S} = P_{ST} \approx$  2,15 (у вантажному стані) / 1,36 (у баласному стані);

Якщо система працює правильно, то повинно мати місце таке рівняння:

$$P_{\#3/3S} - P_{\#2/3} \leq 0,5 \div 0,3 \text{ bar}$$

*Перевірки та обслуговування.* Цей розділ присвячений перевіркам з боку вахтенного механіка: щоденним, періодичним та обслуговуванню з боку другого механіка чи старшого механіка. Важливим питанням тут є обговорення на занятті умов, коли необхідне промивання системи прісною водою. Такі умови мають місце, якщо виконується таке рівняння.

$$L01P1 - L02P1 \geq 0,2\text{bar}$$

*Діагностика та усунення несправностей.* Ця частина симулятора найбільш складна, бо передбачає вже наявність певних теоретичних знань та практичних навичок із даної системи, тому її доцільно використовувати на практичних заняттях в системі підвищення кваліфікації інженерів-судномеханіків. Тут викладач може проаналізувати такі можливі несправності системи, як: сильне протікання мастила через ущільнювальне кільце #3, зміна рівня циркуляційного мастила у масляному танку дейдвудного пристрою, надмірне протікання забортної води крізь ущільнювальні кільця #1, #2, втрата тиску повітря в системі.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок.**

Сьогодні Україна входить до трійки держав, що навчають найбільшу кількість фахівців для роботи в сфері міжнародної суднової енергетики, яка стрімко розвивається та залишає обмаль часу навчальним закладам водного транспорту та центрам з підготовки, перепідготовки та підвищенню кваліфікації фахівців водного транспорту на якісну освіту. Опрацювання симуляторів «Система ущільнювальня дейдвудного пристрою морського судна» та залучання їх до системи професійного розвитку фахівців водного транспорту, зокрема у післядипломній освіті, інтенсифікує процес навчання, забезпечуючи охорону життя на водному транспорті та захист навколишнього середовища.

До перспективної тематики подальших наукових пошуків можна віднести питання інтенсифікації процесу навчання та покращення його якості з метою забезпечення у майбутньому охорони життя в міжнародному судноплаванні, захисту навколишнього середовища від забруднення небезпечними речовинами з суден, та залишення української держави конкурентноспроможною на міжнародному ринку в сфері підготовки кваліфікованих кадрів морської галузі.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко О. Е. Теоретико-методичні та практичні аспекти викладання дисциплін електротехнічного циклу. Методичні основи технології навчання. Х., Основа, 1996. С. 22-24.
2. Скиданчук С. А. Методика навчання спеціальних дисциплін майбутніх інженерів-судномеханіків з використанням тренажерів. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук: 13.00.02 Теорія та методика викладання спеціальних дисциплін. НПУ ім. М.П. Драгоманова. К., 2013.
3. Air Sealing system for sturn tube manual. Korea, Pusan Shipyard 2005.
4. Air Seal Type AX non-pollution air sealing system for Sturn tube Simulator. Kobelco Eagle Marine Engineering Co., LTD.
5. Clow R. Further education teacher's constructions of professionalism. Journal of Vocational Education & Training. 2001. Vol. 53, №3, Oxford Brookes University, United Kingdom. С.12-19.
6. Rush, S. Acton, L. Using simulation in a vocational program: does the method support the theory? Kingston University and St George's University of London. UK. 2009. P.13-15.
7. Space Bulletin Q2 2017. HSQEE-Marine Department. Tsakos Columbia Shipmanagement SA.
8. Skydanchuk S. Special Subjects Teaching Methods in Marine Engineers' Vocational Education System. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. 2013. Vol.7, №3, Gdynia Maritime University, Poland. С.337-340.