

УДК 621.311.22

**ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЯТОРА
«УПРАВЛІННЯ ГОЛОВНИМ ДВИГУНОМ СУДНА
З АВАРІЙНОГО ПОСТА» ДЛЯ НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРІВ-
СУДНОМЕХАНІКІВ В УМОВАХ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ**

С. А. Скиданчук

**IMPLEMENTATION OF THE COMPUTER SIMULATOR “OPERATION
OF THE MAIN ENGINE OF A SHIP FROM EMERGENCY CONSOLE”
FOR MARINE ENGINEERS’ STUDYING IN ADVANCED EDUCATION**

S. Skydanchuk

Стаття присвячена аналізу комп'ютерного симулятора з управління головним двигуном типу MAN B&W сучасного морського судна з аварійного поста, створеного в Сингапурській морській академії. Проаналізовано як найкраще використати ресурс цього симулятора під час вивчення майбутніми фахівцями відповідного модулю з устрою та принципу дії автоматичних систем управління головним двигуном сучасного морського судна. Розглянуто як в системі підвищення кваліфікації навчити інженерів-судномеханіків алгоритму передачі управління головним двигуном морського судна з капітанського мостика на центральний пост управління, та з центрального поста управління на аварійний пост при виникненні аварійної ситуації на судні. Показано як, завдяки симулятору, навчити майбутніх фахівців запускати, управляти та зупиняти головний двигун типу MAN B&W з аварійного поста та управляти їм в нестандартних ситуаціях.

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

The article reviews computer simulator “Starting air Systems” for MAN B&W engines, made at Singapore Marine Academy regarding operation of the MAN B&W type main engine from emergency console of a modern ship. Here was analyzed the best way of using the resource of the simulator for studying the relevant modules of special subjects in construction and acting principle of the ship’s main engine automatic control system by marine engineers in specialized training centers, on board vessels when working, and in self education system. The procedure of changing over the main engine control from the navigation bridge to the engine control room and from the engine control room to the local operation console in emergency situation is described in the article from the side of using it in the marine engineering advanced education system. Here was also discussed how to teach marine engineers to start, operate and stop MAN B&W type main engine from the emergency console in out-of-order cases. On the one hand, in the article the author is concentrating on the

Скиданчук С. А. Впровадження комп'ютерного симулятора «Управління головним двигуном судна з аварійного поста» для навчання інженерів-судномеханіків в умовах післядипломної освіти

significance of a special subjects' teacher with the appropriate skills, such as relevant marine education, pedagogical education in vocational system, sufficient sea service experience, high personal moral features. On the other hand, deficiency of using in marine vocational education system only simulators, made by programmers without necessary methodological base has been reflected.

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

Вступ. Структурно, на думку Ю. Сурміна, (Лузан 2016; Luzan 2016) наука як складне утворення складається з чотирьох систем: *соціальної*, яка у свою чергу складається з учених, колективів і норм; *інформаційно-комунікативної*, яка включає інформацію, форми і норми комунікації; *методологічно-інструментальної*, до якої входять методологія, методи та інструментарій наукових досліджень; *гносеологічної* або *емпірико-теоретичної*, до якої входять знання (факти, гіпотези і теорії). Отже, навчальні тренажери, що виконуються з реального суднового обладнання, та навчальні комп'ютерні симулятори відносяться саме до методологічно-інструментальної системи науки.

За останні роки виробниками суднових енергетичних установок та навчальними центрами з підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців водного транспорту все частіше створюються комп'ютерні симулятори (Slow, 2001), метою яких є покращення якості засвоєння навчального матеріалу фахівцями водного транспорту в умовах підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації. Розуміння у повному обсязі принципу роботи складних суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів, систем та пристроїв персоналом машинної команди судна відіграє важливу роль в управлінні ресурсами машинної команди під час аварій та поломок машинного обладнання. Після створення відповідної методичної бази викладач спеціальних (технічних) дисциплін зможе в повному обсязі використовувати ресурс таких комп'ютерних симуляторів для навчання інженерів-судномеханіків в умовах післядипломної освіти (Скиданчук, 2013а; Skydanchuk, 2013b). Даний змістовий навчальний модуль входить до спеціальної навчальної дисципліни “Суднові Двигуни внутрішнього згорання” у Вищих навчальних закладах даного профілю (Чиняев, 1989) та до курсу підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців водного транспорту (рівень експлуатації), що розглядається в навчальних центрах

підвищення кваліфікації. Сьогодні, враховуючи специфіку роботи в багатонаціональних екіпажах морських суден (Ковнір, 2012), від вахтового механіка вимагається повне розуміння устрою, принципу роботи та правил експлуатації усіх суднових допоміжних механізмів та систем, зокрема даної установки. Для досягнення такої мети викладачу необхідно використання демонстраційних плакатів, навчального відеоматеріалу, теоретичної частини курсу термодинаміки, комп'ютерного симулятора з даної установки та, що є найбільш важливим у цьому питанні, власний практичний досвід експлуатації даної установки. Сьогодні деякі виробники суднових установок створюють комп'ютерні симулятори для використання їх на судні разом із судною документацією (Bhandari, 2001) для кращого їх розуміння персоналом машинної команди. Деякі компанії займаються масштабною розробкою комп'ютерних симуляторів, зокрема з суднових енергетичних установок для навчальних центрів водного транспорту (Rush 2010).

Даний симулятор за допомогою викладача надає можливість засвоїти основні принципи процедури *передачі управління головним двигуном з капітанського мостика до аварійного поста управління* в умовах відказу системи дистанційного автоматизованого управління головним двигуном для забезпечення подальшого руху судна, в умовах аварійної ситуації.

Навчальний матеріал може бути виділений у такі етапи (Skydanchuk, 2013):

Головний двигун зупинений, засіб управління паливоподачею знаходиться у положенні «STOP».

1. Необхідно доповісти на капітанський мостик про необхідність передачі управління. Тут викладачу необхідно розглянути можливі суттєві підстави для такої досить відповідальної операції. Потрібно розглянути найбільш типові поломки дистанційної системи управління головним двигуном, паливного регулятора обертань чи їх електронної частини. Необхідно розглянути питання проведення на судні регулярних навчальних тривог: «Передача управління головним двигуном на аварійний пост», «Управління головним двигуном з аварійного поста», «Налагодження та перевірка зв'язку між аварійним постом головного двигуна та капітанського мостика».

2. Зміна органу управління паливними насосами високого тиску. Тут викладач за допомогою симулятора може показати як через дію вахтового механіка на ручний маховичок відбувається відключення

паливних насосів високого тиску від паливного регулятора та підключення їх безпосередньо до рукоятки управління подачею палива через центрування конічних отворів системи регулювання паливоподачею. При цьому рукоятка управління подачею паливом повинна бути у позиції STOP.

3. Настроювання головного двигуна для пуску у напрямку «Вперед» чи «Назад». Викладач, використовуючи справжню робочу схему системи, може показати як через ручний клапан золотникового типу настраюються фази відкриття пускових клапанів відповідних циліндрів та фази впорскування палива паливними насосами високого тиску, визначаючи таким чином напрямок пуску головного двигуна.

4. Сигнал «STOP». Викладач може показати як за допомогою відповідного ручного золотникового клапана вахтовим механіком активується сигнал «СТОП» для головного двигуна, який деактивує усі сигнали несправності, які мали залишитися у системі аварійного захисту ГД під час зміни поста управління дизелем.

5. Переключення на місцеве управління. За допомогою відповідного ручного золотникового клапану студент переключає управління головним двигуном з дистанційної автоматичної системи на аварійну систему управління.

6. Пуск головного двигуна з аварійного поста. Як відомо з теорії, для запуску дизеля необхідно за рахунок імпульсу стисненого повітря розкрутити його до обертань, необхідних для самозаймання впорскнутого форсункою у камеру згоряння палива наприкінці процесу стиснення. Студент ставить рукоятку управління паливоподачею у позицію «Малий вперед/назад» («Dead slow ahead/asturn»), пускає дизель, активуючи відповідний ручний золотниковий клапан на певну мить, поки частота обертань не досягне порядку 10 RPM і потім деактивує цей клапан.

7. Робота головного двигуна на паливі. Через рукоятку управління паливоподачею слухач згідно команди викладача (на судні – вахтового помічника) подає швидкісний сигнал (середній хід/повний хід) на паливні насоси високого тиску, оминаючи регулятор обертань дизеля.

8. Зупинка головного двигуна. Слухач зупиняє дизель через активацію панкчерних клапанів (puncture valves) та настроювання

паливних насосів високого тиску на «нульову» подачу палива (Bhandari & Loke, 2001).

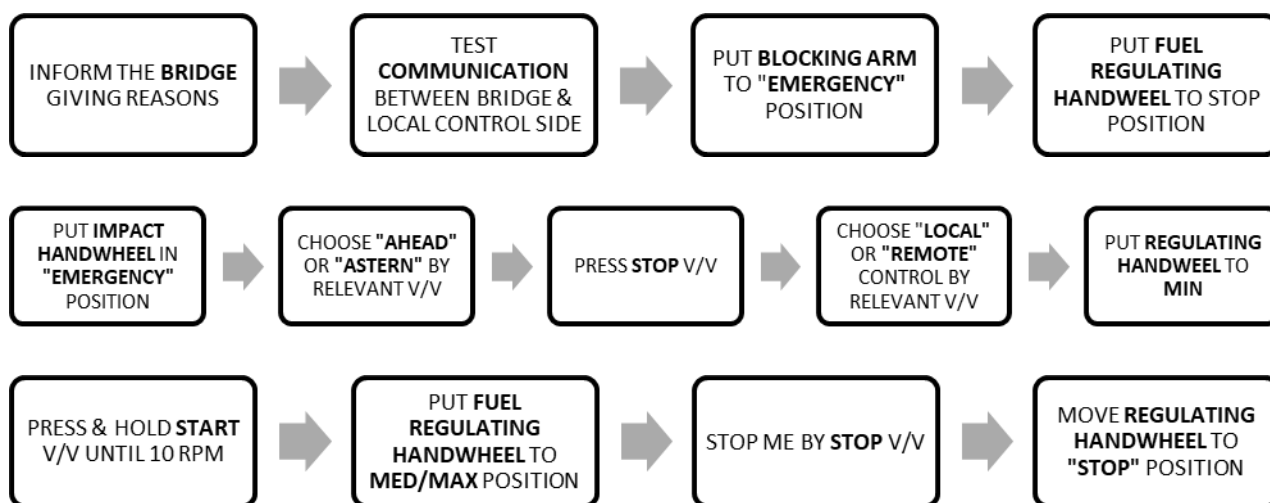


Рис. 1. Алгоритм передачі управління ГД з дистанційного на аварійний пост під час зупинки, пуск та остановка

Може так статися, що не має можливості зупинити головний двигун дистанційно. В такому випадку перехід на аварійний пост управління здійснюється на ходу:

1. У даному випадку викладач має приділити увагу типовим несправностям дистанційної автоматичної системи управління головним двигуном, типовим несправностям паливного регулятора та його електроніки. Необхідно розглянути питання налагодження та перевірки зв'язку між аварійним постом та капітанським містком.

2. Студентові необхідно переконатися, через відповідну індикацію, що настроювання фаз відкриття пускових клапанів через повітряний розподільник та впорскування палива через паливні насоси високого тиску відповідають поточному напрямку обертання головного двигуна. Зазвичай, це напрямок «Вперед», тому студенту необхідно переконатись, що на панелі аварійного поста управління головним двигуном відповідний ручний золотниковий клапан знаходиться у правильному положенні, а саме «Вперед» («Ahead»).

3. Передача управління паливними насосами високого тиску з дистанційного поста на аварійний пост з однаковими швидкісними настроюваннями. Тут студент має швидко передати управління паливними насосами від регулятора до ручного маховичка управління паливopoдачею з аварійного поста на даному швидкісному режимі головного двигуна. Для

цього студенту необхідно встановити блокуючу тягу механізму передачі управління в аварійне положення та повернути ручний маховичок управління паливоподачею у таке положення, щоб значення циклової подачі палива по циліндрам залишалось незмінним під час самої процедури передачі управління. Далі необхідно швидко переключити управління паливоподачею з регулятора на управління ручним маховичком за допомогою впливу на ручний контактний маховичок механізму передачі управління.

4. Передача управління головним двигуном на аварійний пост. Студент здійснює передачу управління ГД з дистанційного поста на аварійний пост через деактивацію відповідного пневматичного клапану «STOP», та переключення відповідного пневматичного клапану в положення «LOCAL».

5. Доповідь вахтовому помічнику. Слухач, який виконує роль вахтового механіка, доповідає викладачу, що процедура передачі управління головним двигуном на аварійний пост завершена.

6. Зупинка головного двигуна. Студент здійснює зупинку головного двигуна через активацію панкчерних клапанів (puncture valves) та встановленням плунжерів паливних насосів в положення «нульової» подачі. Для цього необхідно натиснути на відповідний пневматичний клапан «STOP» та встановити маховичок управління паливоподачею в положення «STOP» (Bhandari & Loke, 2001).

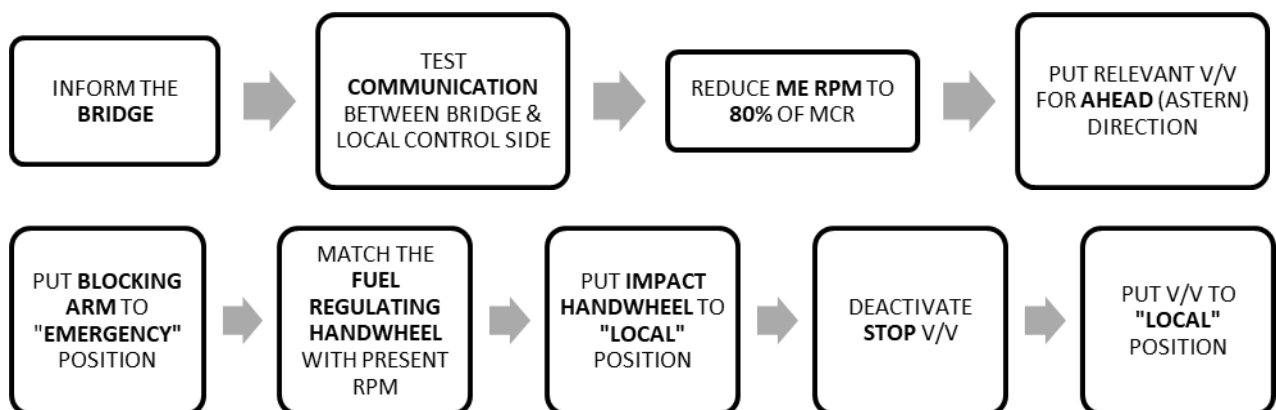


Рис. 2. Алгоритм передачі управління ГД з дистанційного на аварійний пост на ходу

Невдалий пуск головного двигуна. На навчальному симуляторі, за допомогою викладача, студент також має можливість набути навички для повторного пуску головного двигуна у випадку невдалого старту, коли, наприклад, дизель після пуску стислим повітрям не починає працювати на паливі. Для цього необхідно збільшити подачу палива через відміну функції «обмеження паливоподачі» за допомогою перемикача №79, який відображено на тренажері, та зробити ще одну спробу пуску головної енергетичної установки.

Аварійна зупинка судна. Цей розділ тренажера, за допомогою навчально-методичного матеріалу дає студенту можливість придбати практичні навички з аварійної зупинки головної енергетичної установки в нештатних умовах. Викладачу необхідно пояснити чому ця операція можлива тільки, з центрального поста управління чи з аварійного поста. В даному навчальному тренажері не має процедури аварійної зупинки головного двигуна з капітанського мостика, тому навчальний модуль, що охоплює даний матеріал повинен бути розглянутий викладачем окремо.

На рисунку 3 представлено алгоритм аварійної зупинки судна.



Рис. 3. Алгоритм аварійної зупинки судна

Якщо швидкість судна надто висока, необхідно більше часу, щоб досягти пускових обертань головного двигуна, що приведе до більших втрат пускового повітря. У такому випадку студенту необхідно встановити рукоятку телеграфу та рукоятку паливоподачі в положення «STOP», дочекатись поки обертання головного двигуна знизяться ще більше

(15–30% MCR), потім повторно зрeversувати головний двигун телеграфом, встановити рукоятку паливоподачі у положення «START» та, дочекавшись обертань головного двигуна близьких до пускових у зворотному напрямку (назад) (8-12% MCR), встановити рукоятку управління паливоподачею у положення подачі палива. У випадку, коли головний двигун запусився на паливі у заданому напрямку, необхідно тримати його швидкість невеликою кілька хвилин. Це робиться для того, щоб зменшити вібрацію корпусу, яка може виникнути завдяки взаємодії гвинта судна та турбулентного потоку води, що утворюється ним внаслідок реверсу двигуна.

Висновок. Сьогодні Україна входить до трійки держав, що навчають найбільшу кількість фахівців для роботи у сфері міжнародної суднової енергетики. Отже, навчальні комп'ютерні стимулятори у комплексі зі створеною та схваленою методичною базою відігравали б важливе значення у формуванні професійної компетентності (Коваленко, 1996) інженерів-судномеханіків, зокрема в післядипломній освіті. Однак, для успішного навчання фахівців водного транспорту необхідне створення системи професійного розвитку (Коломієць, 2014), яка б: по-перше, забезпечила покращення змістового наповнення занять (Джеджула, 2015); по-друге, забезпечила теоретико-методичну базу навчання спеціальним дисциплінам; по-третє, інтенсифікувала процес засвоєння складного навчального матеріалу за час підвищення кваліфікації в навчальних центрах, під час роботи на судні та в самоосвітній діяльності. Створення таких педагогічних умов у післядипломній освіті забезпечує у майбутньому охорону життя на водному транспорті, захист навколишнього середовища від забруднення небезпечними речовинами та робить нашу державу конкурентоспроможною на міжнародному ринку у сфері підготовки кваліфікованих кадрів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Джеджула, О. М. (2015). Сучасні підходи до проектування змісту професійної підготовки інженерів-механіків у ВНЗ аграрного профілю. *Наукові Записки ВНАУ ім. П.Тичини*, 4, 28-37.
- Лузан, П. Г., Виговська, С. В., Сопівник, І. В. (2016). *Методологія та організація науково-педагогічних досліджень*. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України.
- Коваленко, О. Е. (1996). *Теоретико-методичні та практичні аспекти викладання дисциплін електротехнічного циклу*. Харків: Основа.
- Ковнір, О. І. (2012). Роль компетентнісного підходу у формуванні політичної культури майбутнього офіцера морського флоту. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*, 38, 41-48.
- Коломієць, О. В. (2014). Формування готовності майбутніх механіків до професійної самореалізації у вищому технічному навчальному закладі, як актуальна проблема. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*, 43, 102-109.
- Скиданчук, С. А. (2013а). *Методика навчання спеціальних дисциплін майбутніх інженерів-судномеханіків з використанням тренажерів* (Дис. ... канд. пед. наук). Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова.
- Чиняєв, І. А. (1989). *Судовые вспомогательные механизмы*. Москва : Транспорт.
- Bhandari, R., Loke, K. (2001). *Starting Air Systems. Simulator for MAN Diesel Engines K/L/S50-70MC*. Singapore Marine Academy.
- Clow, R. (2001). Further education teacher's constructions of professionalism. *Journal of Vocational Education & Training*, 53(3), (p. 12-19). United Kingdom, Oxford Brookes University.
- Skydanchuk S. (2013b). Special Subjects Teaching Methods in Marine Engineers' Vocational Education System. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 7(3), (p. 337-340). Poland. Gdynia Maritime University.
- Rush, S. Acton, L. (2010). *Using simulation in a vocational program: does the method support the theory?* London: Kingston University and St George's University of London.

REFERENCES

- Chinyaev, I. A. (1989) *Sudovie vspomogateljniye mehanizmi [Ship Auxiliary Machinery]*. Moscow: Transport. [in Russian]
- Jedgula, O. M. (2015). Suchasni pidhodi do proectuvannya zmistu profesiynoi pidgotovki ingeneriv-mehanikey u VNZ agrarnogo profilu. *Naukovi zapiski VNAU im. P. Tychnini* [Modern approach for engineer mechanics' vocational education's content development in higher educational institutions of agricultural profile. *Scientific Notes of VNAU*]. 4, 28-37. [in Ukrainian]

Скиданчук С. А. Впровадження комп'ютерного симулятора «Управління головним двигуном судна з аварійного поста» для навчання інженерів-судномеханіків в умовах післядипломної освіти

- Kovalenko, O. E. (1996). *Teoretiko-metodichni ta praktichniy aspekti vykladannya disctsiplin electro-tehnichnogo tsikly* [Methodologic-theoretical and practical aspects for electrotechnical subjects' cycle teaching]. Kharkiv: Osnova. [in Ukrainian]
- Kovnir, O. I. (2012). Rol kompetentnisnogo pidkходу u formuvanni politychnoi kultury maibutnoho ofitsera morskoho flotu. *Zasoby navchalnoi ta naukovo-doslidnoi roboty* [The role of a competent approach in shaping the political culture of the future officer of the navy. *Means of educational and research work*], 38, 41-48. [in Ukrainian]
- Kolomiets, O. V. (2014). Formuvannia hotovnosti maibutnikh mekhanikiv do profesiinoi samorealizatsii u vyshchomu tekhnichnomu navchalnomu zakladi, yak aktualna problema. *Zasoby navchalnoi ta naukovo-doslidnoi roboty* [Formation of readiness of future mechanics for professional self-realization at higher technical educational institution as an actual problem. *Means of educational and research work*], 43, 102-109. [in Ukrainian]
- Luzan, P. G., Vygovska, S. V., Sopivnyk, I. V. (2016). *Metodologiya ta organizatsiya naukovo-pedagogichnuh doslidgenj* [Methodology and Managing of Pedagogical Researches]. Kyiv: National University of Resources and Nature Management in Ukraine. [in Ukrainian]
- Skydanchuk, S. A. (2013a). *Metodyka navchannia spetsialnykh dystsyplin maibutnikh inzheneriv-sudnomekhanikiv z vykorystanniam trenazheriv* (Dys. ... kand. ped. nauk) [Methodology of training special disciplines of future marine engineers using simulators (Thesis for a Degree Candidate of Pedagogical Sciences)]. Kyiv: NPU im. M. P. Drahomanova. [in Ukrainian]
- Bhandari, R., Loke, K. (2001). *Starting Air Systems. Simulator for MAN Diesel Engines K/L/S50-70MC*. Singapore Marine Academy.
- Clow, R. (2001). Further education teacher's constructions of professionalism. *Journal of Vocational Education & Training*, 53(3), (p. 2-19). United Kingdom, Oxford Brookes University.
- Skydanchuk S. (2013b). Special Subjects Teaching Method in Marine Engineers' Vocational Education System. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 7(3), 337-340. Poland. Gdynia Maritime University.
- Rush, S. Acton, L. (2010). *Using simulation in a vocational program: does the method support the theory?* Kingston University and St. George's University of London.

Скиданчук Сергій

кандидат педагогічних наук, доцент,
судномеханік I розряду,
докторант Національного педагогічного
університету імені М. Драгоманова
ORCID ID 0000-0002-6905-6091
Тел.: +38 098 378 18 48
e-mail: sergejskid@gmail.com

Skydanchuk Serhiy

Candidate of Pedagogical Science,
Associate Professor,
Ship engineer 1-st category,
Doctoral Candidate of National Pedagogical
Dragomanov University
ORCID ID 0000-0002-6905-6091
Tel.: +38 098 378 18 48
e-mail: sergejskid@gmail.com