

УДК 621.311.22

ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЯТОРА «ДИСТАНЦІЙНА АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ГОЛОВНИМ ДВИГУНОМ» В ПРОЦЕСІ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ІНЖЕНЕРІВ-СУДНОМЕХАНІКІВ

Скиданчук С. А., к.пед.н., докторант кафедри загально-технічних дисциплін Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, м. Київ, e-mail: sergejskid@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6905-6091

Стаття присвячена аналізу комп'ютерного симулятора з системи дистанційного автоматичного управління головним двигуном типу MAN B&W сучасного морського судна, який створено в Сингапурській морській академії. В статті проведено аналітичний огляд питання: як найкраще використати ресурс цього симулятора під час проведення практичного заняття як в вищих навчальних закладах водного транспорту, так і в системі підвищення кваліфікації інженерів-судномеханіків в процесі розглядання відповідного навчального модулю з устрою та принципу дії дистанційних автоматичних систем управління головним двигуном судна. Розглянуто як, завдяки даному симулятору, навчити майбутніх фахівців алгоритму дистанційного запуску, управління та остановки головного двигуна морського судна з капітанського мостика. Проаналізовано, як досягти кращого розуміння дисциплі газорозподілу двохтактного СДВЗ, а саме – управління фазою відкриття пускового клапану та фазою впорскування палива, за допомогою яких відбувається реверсування головного двигуна. Зроблено огляд фази продування робочого циліндру та фази роботи вихлопного клапану в межах симулятора.

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

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Сьогодні, вищі навчальні заклади водного транспорту для того, щоб зробити процес підготовки інженерів-судномеханіків успішним, мають вирішувати складні проблемні питання інтенсифікації та покращення якості навчального матеріалу. Це обумовлено тим, що суднова енергетика розвивається занадто швидко, а навчальний процес є обмеженим у часі, та неспроможний охопити весь обсяг навчального матеріалу, необхідний для засвоєння майбутнім фахівцям [7]. Сьогодні, використання навчальних симуляторів з судової енергетики [4, 6] стає впевненим кроком на шляху інтенсифікації та покращення якості професійної освіти у розвинутих морських країнах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З 2010 по 2013 автором був проведений аналіз досліджень і публікацій стосовно даної проблеми, який був відображений в дисертаційній роботі на тему «Методика навчання спеціальних дисциплін майбутніх інженерів-судномеханіків з використанням тренажерів» [1]. Актуальні проблеми формування готовності майбутніх механіків до професійної самореалізації у вищому технічному навчальному закладі досліджувалися в роботах Коломійця О.В. [7]. В роботах Горшкова А. Н., Старкова А. Ф., Томакової Р. А. був зібраний досвід створення інформаційно-методичного комплексу та комп'ютерної технології навчання [10]. Створенням навчальних симуляторів автоматичних систем управління різноманітних судових допоміжних систем з елементами реального судового обладнання займалися доценти кафедри судової енергетики, допоміжних механізмів та їх експлуатації Київської державної академії водного транспорту ім. П. К.-Сагайдачного Скиданчук А. І., Скиданчук С. А. [8, 9, 2]. Створенням навчальних комп'ютерних симуляторів з «Дистанційної автоматичної системи управління головним двигуном типу MAN B&W» морського судна займалися Bhandari R., та Loke K. В Сингапурській морській академії [3]. Розробкою комп'ютерного симулятора «Sturn tube air sealing systems» для свого обладнання, яким оснащуються морські судна займалася японська компанія Kemel (Eagle Industry Co., LTD.) [4]. Проблеми професійної підготовки та розвиток управлінських навичок фахівців водного транспорту в процесі підвищення кваліфікації досліджувалися

Інститутом Глобальних Навчальних Систем на Філіпінах у 2016 році [5]. Сьогодні, одним з світових лідерів у комп'ютерному моделюванні суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів та систем є англійська компанія Transas [6].

Основна мета статті – аналіз умов покращення методичної бази для використання симулятора «Дистанційна автоматична система управління головним двигуном типу» MAN B&W морського судна в процесі вивчення відповідного навчального модулю як у вищому навчальному закладі водного спрямування, так і під час розглядання його в системі підготовки інженерів-судномеханіків.

Основний матеріал. Даний комп'ютерний симулятор розроблено центром досліджень та розвитку сингапурської морської академії для полегшення роботи фахівців водного транспорту під час обслуговування головної енергетичної установки морського судна [3]. Після створення викладачем відповідної методичної бази для його більш успішного засвоєння, симулятор може бути використаний в якості навчального комп'ютерного симулятора на практичних заняттях як під час навчання студентів-магістрів напряму «Морський та річковий транспорт» так і в системі підвищення кваліфікації інженерів-судномеханіків».

Симулятор включає в собі шість основних розділів (рис. 1).

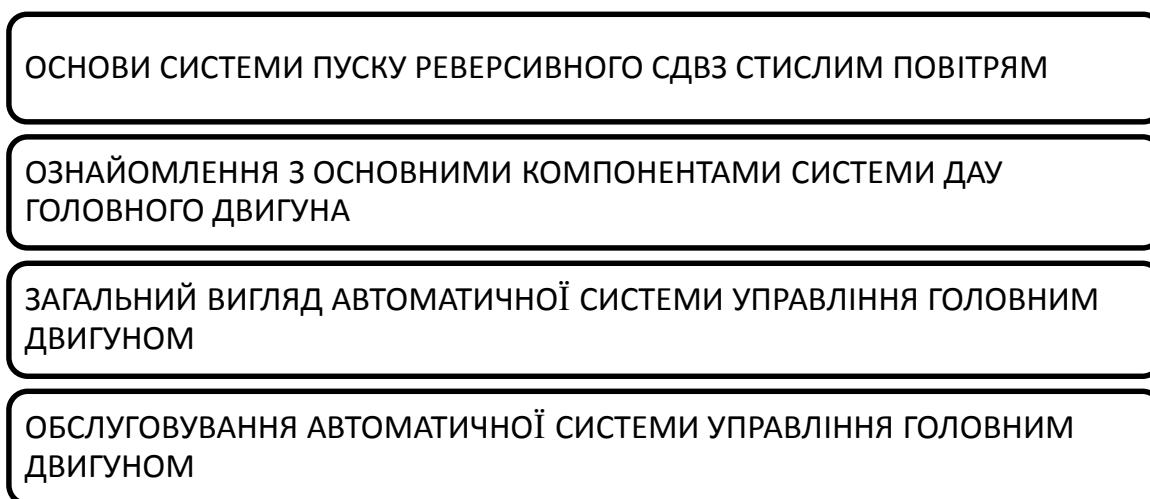


Рисунок 1 – Структура симулятора «Дистанційна автоматична система управління головним двигуном типу MAN B&W»

Основи системи пуску реверсивного сдвз стислим повітрям. Використовуючи даний розділ тренажера, викладач має можливість ознайомити студентів з основами системи пуску головного двигуна.

Поняття реверсивного дизеля та гвинту фіксованого кроку. Даний розділ тренажера присвячений стислому опису принципу роботи головної енергетичної установки морського судна з гвинтом фіксованого кроку на передній рух та у зворотньому напрямку. Дається визначення та приклади використання реверсивного дизеля та нереверсивного дизеля, а також поняття «гвинт фіксованого кроку» та «гвинт регульованого кроку». Використовуючи цей підрозділ, викладач може спростити та скоротити вивчення тем, пов'язаних з основою теорії робочих процесів суднових дизелів та характеристикою пропульсивного комплексу. Перевагою використання даного тренажера є можливість для студента побачити в динаміці взаємний зв'язок практики та теорії - напрямку руха судна та кругової діаграми суднового дизеля з відображеною на неї фазою відкриття та закриття пускового клапану. Досить доступно показується дзеркальне переузгоджування фаз газорозподілу, зокрема фази відкриття та закриття пускового клапану відповідного циліндру для пуску дизеля стислим повітрям у зворотньому напрямку з метою руху судна назад. Якщо використовувати традиційні засоби вивчення відповідних навчальних

змістових модулів, то, по-перше, викладачу потрібний більший час для роз'яснювання даного матеріалу, а по-друге – менший відсоток студентів відповідної групи буде в спроможності оволодіти їм.

Основи роботи системи автоматичного управління реверсивним дизелем. За допомогою даного підрозділу тренажеру викладач у більш стислий час та більш якісно може розкривати такі навчальні модулі, як «Основи теорії робочих процесів суднових дизелів» та «Основи технічної експлуатації СДВЗ». Використовуючи даний розділ, викладач може досить доступно пояснити:

1. Алгоритм підготовки СДВЗ до пуску через пневматичний циліндр повітряного розподільника, який в свою чергу впливає на фазу відкриття пускового клапану відповідного циліндру, а також через пневматичний циліндр паливного насоса високого тиску, який впливає на фазу впорскування палива відповідного циліндру для пуску реверсивного головного двигуна для руху судна “вперед” чи і у зворотньому напрямку.

2. Алгоритм розкручування головного двигуна стислим повітрям у заданому напрямку до обертань, необхідних для самозаймання розпиленого дизельного палива у камері згоряння.

3. Алгоритм передачі швидкісного сигналу до паливних насосів високого тиску через паливний регулятор або безпосередньо на плунжера паливних насосів високого тиску через аварійний пост управління головним двигуном у аварійній ситуації.

4. Остановка головного двигуна через дію на «puncture valves», які виводять паливні насоси високого тиску на «нульову» подачу.

Управління фазою відкриття пускового клапану. З теорії СДВЗ відомо, що фаза відкриття пускового клапану споконвічно не є симетричною відносно ВМТ на круговій діаграмі, тому потребує управління для реверсу головного двигуна. За допомогою методичної літератури даний розділ може досить зрозуміло продемонструвати студентові алгоритм управління фазою відкриття пускового клапану (starting valve), а також залежність напрямку обертання колінчастого валу від зміни самої фази дзеркально відносно ВМТ через відповідне настроювання пневматичного циліндра (57), який переміщає кулачки розподільника пускового повітря (starting air distributor) у позицію для пуску “Вперед” чи у позицію для пуску “Назад”. Чітко показано яким чином це забезпечує своєчасний рух пускового повітря через пускові клапана у циліндри для пуску головного двигуна у відповідному напрямку незалежно від розташування поршней у циліндрах дизеля в даний момент. Студент має можливість побачити механічний зв'язок пневматичного циліндра (57) та кулачків повітряного розподільника. Суттєвою перевагою використання даної методички [1] під час заняття перед традиційними методиками [5] викладання спеціальних дисциплін є можливість для викладача водночас показати які практичні зміни відбуваються в системі управління головним двигуном під час його пуску судновим механіком в обох напрямках та відповідні зміни, що відбуваються в теорії відповідного робочого процесу суднової дизельної установки.

Управління фазою впорскування палива. Фаза впорскування палива також не є симетричною відносно ВМТ на круговій діаграмі і тому також потребує управління для реверсу головного двигуна. Даний розділ спрощує та прискорює вивчення студентами такої складної теми, як «Устрій та принцип дії системи дистанційного автоматичного управління головним двигуном» змістового навчального модуля «Аналіз конструкції СДВЗ». За допомогою даного навчального тренажера викладачу значно легше пояснити як саме фаза впорскування палива змінюється дзеркально відносно ВМТ на круговій діаграмі, що призводить до зміни напрямку обертання дизеля під час запуску з момента коли вальцевий штовхач займе протилежну позицію на торцевій частині кулачка розподільного валу, який починає підіймати плунжер для впорскування палива. Показана характерна риса головних двигунів сімейства MAN B&W серії SMC – кулачки приводу паливного насоса високого тиску закріплені безпосередньо на розподільному валу, але вальцевий штовхач плунжера може переміщатися змінюючи фазу впорскування палива. Тягова штанга, що переміщує

вальцевий штовхач кожного ПНВД приводиться в дію пневматичним циліндром (13) через поршень, на який, в свою чергу діє стиснуте повітря від пневматичної системи управління головним двигуном.

Продувальні вікна та робота випускного клапана. Фази ж відкриття продувальних вікон та випускного клапана навпаки є симетричними відносно НМТ на круговій діаграмі, що досить просто викладач може показати студентам, використовуючи цей розділ тренажера. Тому нескладно пояснити майбутнім фахівцям, чому в даному випадку не потрібне управління фазами процесу наповнення циліндра СДВЗ зарядом свіжого повітря та процесу випуску відпрацьованих газів для їх дзеркального відображення на круговій діаграмі, що відповідно обумовлює використання кулачків приводу на розподільному валі простішої конструкції у порівнянні кулачками для приводу паливного насоса високого тиску.

Пости управління головним двигуном. Даний розділ викладач може використати для демонстрації постів управління головним двигуном на крупнотоннажному морському судні. Студентам наочно демонструється пояснення таких понять, як “Центральний пост управління (Control Room Console) Головним двигуном”, “Пост управління Головним двигуном з навігаційного мостика” (Remote Control) та “Аварійний пост управління (Engine Side Manoeuvring Console) Головним двигуном”.

Знайомство з основними компонентами системи управління головним двигуном. За допомогою даного розділу та необхідної методичної бази студент має можливість ознайомитися з принциповою системою управління головним двигуном. Даний блок представляє собою структурну схему основних компонентів системи управління судновим дизелем. Причому, кожний блок має індикатор, при натисненні на який мишкою комп'ютера студент отримує інформацію про знаходження цього елемента та його зв'язок з іншими елементами на загальній автоматичній системі управління головним двигуном. Основні елементи системи: консоль управління головним двигуном, пусковий клапан, паливний насос високого тиску, реверсивний механізм та повітряний розподільник зображені у вигляді ескізу, наближеного до реального виду.

Загальний вигляд автоматичної системи управління 2-тактним головним двигуном. За допомогою даного розділу та відповідної методичної бази студенти мають можливість набути практичних навичок з управління головною енергетичною установкою з капітанського мостика, центрального поста управління та аварійного поста. По-перше, необхідно ознайомитись з принциповою дистанційною автоматичною системою управління головним двигуном на прикладі тихохідного 2-тактного суднового дизеля сімейства MAN B&W модельного ряду K/L/S50-70MC-C. За допомогою даного матеріалу викладач може наглядно показати яким чином відбувається пуск, реверс та робота Головного двигуна, який управляється чи з капітанського мостика, чи з центрального поста управління, що знаходиться в машинному відділенні через привід в дію відповідних електромагнітних клапанів. За допомогою розробленої викладачем належної методичної бази можна досягти виконання таких задач під час проведення практичних занять з відповідних модулів:

1. Вивчення алгоритму настроювання головного двигуна для пуску у визначеному напрямку.
2. Вивчення алгоритму пуску головного двигуна.
3. Принцип управління частотою обертань головного двигуна.
4. Вивчення алгоритму остановки головного двигуна.

Великою перевагою використання даної методики [1] є те, що студент має можливість бачити протікання вище вказаних процесів у динаміці з синхронним фарбуванням відповідних відрізків даної системи та електромагнітних (пневматичних) клапанів, які активуються, що безумовно значно полегшує розуміння цих складних процесів майбутніми фахівцями під час проведення заняття з відповідного навчального модуля. В цьому розділі симулятора студент має можливість прослідкувати з практичної

сторонни як під впливом вахтеного механіка дана система автоматично настроює головний двигун на визначений напрямок пуску (та відповідно подальшої роботи на паливі) головного двигуна через дію на пневмоциліндр повітряного розподільника та пневмоциліндри паливних насосів високого тиску. Показується у динаміці як пускове повітря направляється у відповідні циліндри через повітряний розподільник (Starting Air Distributor) та відповідні пускові клапани для розкручування ГД у визначеному напрямку. Далі студент має можливість побачити, що тільки но дизель розкрутився до достатньої частоти обертання – яким чином подача повітря припиняється, та розпилене паливо подається на форсунку, яка впорскує паливо у циліндр дизеля. Демонструється процес управління частотою обертання дизеля, який досягається шляхом надсилання сигналу про задану уставку швидкості до регулятора обертів. Показується процес остановки дизеля який досягається впливом стиснутого повітря (7 bar) на «панкчерні клапани» (*puncture valves*), які настроюють паливні насоси високого тиску на рециркуляцію, а також впливом системи на регулятор, який повертає плунжера всіх паливних насосів високого тиску на «нульову подачу». Приділяється також увага блокуючим пристроям, які використовуються в системі аварійного захисту головного двигуна. Кожний елемент системи має інформаційну виноску, натиснувши на яку студент отримує вікно з стислим описанням цього вузла на англійській мові.

Висновки. Сьогодні Україна входить до трійки держав, що навчають найбільшу кількість фахівців для роботи в сфері міжнародної суднової енергетики. За останні роки ця галузь набула сильного розвитку. Дедалі вищі навчальні заклади водного транспорту та навчальні центри підготовки, перепідготовки, підвищення кваліфікації та сертифікації фахівців водного транспорту долають значні труднощі [7], тому що навчальний процес є обмеженим у часі, та залишиться отаким, а кваліфікаційні вимоги до інженера-судномеханіка з боку морських міжнародних законодавчих організацій з кожним роком зростають. Один з шляхів подолання цього проблемного питання [9] – це перспектива створення системи професійного розвитку фахівців водного транспорту, де важливу роль будуть відігравати інформаційно-методичний комплекс та комп'ютерна технологія навчання на практичних заняттях зокрема в післядипломній освіті з метою інтенсифікації та покращення якості професійної освіти, забезпечуючи у майбутньому охорону життя в міжнародному судноплаванні, захист навколишнього середовища від забруднення небезпечними речовинами с суден, та залишаючи нашу державу конкурентноспроможною на міжнародному ринку в сфері підготовки кваліфікованих кадрів морської галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Скиданчук С.А. Методика обучения специальным предметам для будущих морских инженеров с помощью тренажеров : дис..... канд наук : 13.00.02 / С.А. Скиданчук. – К., 2013. – 317 с.
2. Skydanchuk S. Special Subjects Teaching Methods in Marine Engineers' Vocational Education System. Skydanchuk S. // TransNav.– International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – Gdynia Maritime University, Poland 2013.- Volume 7, No.3.- P.337-340.
3. Bhandari R., Loke K. Starting Air Systems / Simulator for MAN Diesel Engines K/L/S50-70MC. [Електронний ресурс] / Bhandari R. Kevan L. // Singapore Marine Academy. – 2001.
4. Sturn Tube Air Sealing (Type AX non-pollution) System simulator // Kobelco Eagle Marine Engineering Co., LTD.- Japan.- 2008.
5. Engine Resource Management. Course Handout // Global Training Systems – Philipines, Inc. 2003.
6. Main Propulsion Plant Simulator // St. Petesburg branch of Transas Co. 2000.
7. Коломієць О.В. Формування готовності майбутніх механіків до професійної самореалізації у вищому технічному навчальному закладі, як актуальна проблема / О.В.

Коломієць // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи.- Харків.-2014.- Вип. №43.– С.102-109.

8. Скиданчук С.А. Методика навчання змістового модуля спеціальної дисципліни майбутніх інженерів-судномеханіків з використанням навчального тренажера «Оператор судових автоматичних котельних форсунок» / С.А. Скиданчук // Засоби навчальної та науково-дослідної роботи.- Харків.- Вип.№41.- 2013.- С.202-209.

9. Скиданчук С.А. Моніторинг стану підготовки майбутніх інженерів-судномеханіків у процесі вивчення спеціальних дисциплін / С.А. Скиданчук // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми.- Київ-Вінниця.- Вип. № 34, 2013.

10. Горшков А. Н., Старков А. Ф., Томакова Р. А. Опыт создания информационно-методического комплекса и компьютерная технология обучения // Досвід і проблеми організації самостійної роботи і контролю знань студентів: матер. II Міжнар.наук.-практ.конф. Суми, 1995.

REFERENCES

1. Skydanchuk S. Special Subjects Teaching Methodology for future marine engineers by means of simulators. Skydanchuk S. / Dissertation on pedagogical sciences degree // Skydanchuk S. Kyiv, 2013.

2. Skydanchuk S. Special Subjects Teaching Methods in Marine Engineers' Vocational Education System. Skydanchuk S. // TransNav.– International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Gdynia Maritime University, Poland 2013. Volume 7, No. 3. P. 337-340.

3. Bhandari R., Loke K. Starting Air Systems / Simulator for MAN Diesel Engines K/L/S50-70MC. / Bhandari R. Kevan L. // Singapore Marine Academy. – 2001.

4. Sturn Tube Air Sealing (Type AX non-pollution) System simulator // Kobelco Eagle Marine Engineering Co., LTD. Japan. 2008.

5. Engine Resource Management. Course Handout // Global Training Systems – Philipines, Inc. 2003.

6. Main Propulsion Plant Simulator // St. Petesburg branch of Transas Co. 2000.

7. Kolomiets O. Forming future engineers' readiness for self-actualization in high educational technical institution as a problem of today / Kolomiets O. // Means of educational and research activity. Kharkiv. 2014.-Issue No.43. P.102-109.

8. Skydanchuk S. Special subject module teaching methodology for future marine engineers by means of «Automatic burner operator de-facto simulator» / Skydanchuk S. // Means of educational and research activity. Kharkiv. 2013. Issue No.41. P.202-209.

9. Skydanchuk S. Monitoring of future marine engineers knowledge condition when teaching special subjects / S. Skydanchuk // Modern information technologies and innovational educational methods in teaching specialists: methodology, theory, experience. Ukraine Kyiv-Vinnitsa.- Issue No.34, 2013.

10. Gorshkov A., Starkov A., Tomakova R. Experience of creating the information-methodological complex and computer technology of studying / Experience and problems of the out- of-class studying management and testing of students // International theoretical and practical forum. Sumi, 1995.

Скиданчук С. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО СИМУЛЯТОРА «ДИСТАНЦИОННАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ» В ПРОЦЕССЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРОВ-СУДНОМЕХАНИКОВ

Статья посвящена анализу компьютерного симулятора по системе дистанционного автоматического управления главным двигателем семейства MAN B&W современного морского судна, который был разработан в Сингапурской морской академии. В статье проведен аналитический обзор вопроса: как наилучшим образом использовать ресурс данного симулятора во время проведения практического занятия, как в высших учебных заведениях водного транспорта, так и в системе повышения квалификации инженеров-судомехаников в процессе рассмотрения соответствующего учебного модуля по устройству и принципу действия дистанционных автоматических систем управления главным двигателем судна. Рассмотрено как, благодаря данному симулятору, научить будущих специалистов алгоритму дистанционного пуска, управления и остановки главного двигателя морского судна с капитанского мостика. Проанализировано, как достичь наилучшего понимания процессов газораспределения в двухтактном СДВС, а именно – управления фазой открытия пускового клапана и фазой впрыска топлива, при помощи которых происходит реверсирование главного двигателя. Сделан обзор фазы продувания рабочего цилиндра и фазы работы выхлопного клапана в пределах симулятора.

Ключевые слова: учебный компьютерный симулятор, профессиональная подготовка, система повышения квалификации, инженер-судомеханик, технические дисциплины.

Skydanchuk S. THE USE OF A TRAINING COMPUTER SIMULATOR «REMOTE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR THE MAIN ENGINE» IN THE PROCESS OF IMPROVING THE QUALIFICATION OF SHIP ENGINEERS

The article reviews analysis of the computer simulator, which has been developed in Singapore marine academy, in main engine remote control system MAN B&W type for a modern marine vessel. Here was analyzed the question: what is the best way of using the resource of the simulator during practical lessons both in high educational Institutions and in advanced marine engineering educational system, in order to improve understanding, when studying in classes appropriate module in main engine remote control system by future water transport specialists. Procedure of remote starting, controlling, stopping of a main engine from the navigational bridge, and the way to use this material for studying were considered in the article. It was examined, how to achieve the best understanding in classes the fuel and engine valve's timing processes, which provide reversing of a two stroke engine. Charging air process and exhaust valve timing were discussed from the side of the simulator as well.

Keywords: vocational education, educational computer simulator, marine engineer, technical subjects, advanced marine engineering training.

© Скиданчук С. А.

Статтю прийнято
до редакції 16.03.19