УДК 378.1

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

Знамеровська Наталія Павлівна.
кандидат педагогічних наук, доцент, доцент
Херсонська державна морська академія

Анотація (Abstract): У статті розглядаються педагогічні умови та методи формування професійних компетенцій майбутніх суднових електромеханіків при вивчення інженерної графіки. Автор наголошує на важливості графічної грамотності в професійній діяльності морських фахівців, зокрема для читання та створення суднових електричних схем та технічної документації. Запропоновано комплексний підхід, що поєднує класичні методи з CAD-системами, з цифровізацією підготовки майбутніх електромеханіків про шо свідчать методи застосування галузевих завданб, які підвищують мотивацію та рівень підготовки суднових електромеханіків згідно з міжнародними стандартами.

Ключові слова (Keywords): Суднові електромеханіки, професійні компетенції, інженерна графіка, морська освіта, системи автоматизованого проєктування(САПР), суднова технічна документація.

Вступ (Introduction). Сучасна морська освіта — це високотехнологічна та динамічна сфера, яка трансформується під впливом глобалізації, цифрових технологій та суворих міжнародних стандартів. [1, 2]. Сьогодні підготовка фахівців плавскладу (судноводіїв, механіків, електромеханіків) має кілька ключових рис:

- навчання суворо регламентоване Міжнародною конвенцією **ПДНВ (STCW)**. Дипломи мають визнаватися у всьому світі.
- Використання комп'ютерних симуляторів, тренажерних комплексів, навігаційних містків і віртуальної реальності (VR)[1].

- Акцент на роботу з автоматизованими системами, безпілотними суднами та вимогами «зеленого» судноплавства. [3, 4]
- Змішане навчання. Інтеграція дистанційних платформ (Moodle, Zoom) із обов’язковою очною практикою на тренажерах та реальних суднах. [5, 6, 7]
- Професійна морська англійська мова є обов'язковим наскрізним елементом підготовки фахівців морської справи [3]

Зупинимось на формуванні компетенцій суднових електромеханіків, які зумовлені стрімким технологічним розвитком морської галузі, підвищенням рівня автоматизації суден, цифровізації процесів та жорсткими міжнародними вимогами до безпеки мореплавства. Мотивацією можуть бути наступні удосконалення суднової архітектури. Автоматизація та модернізація флоту ставлять особливі умови до професійних компетенцій фахівців. Це здатність суднових електромеханіків працювати з автоматизованими системами управління судном, вміти моделювати електричні та електронні процеси і використовувати інноваційні підходи у діяльності на судні. Проблемою стає традиційний кресленик, виконаний олівем. Він вже не задовольняє потреби ринку, адже судновий електромеханік має миттєво зчитувати складні схеми на моніторах систем автоматичних систем управління (АСУ).

Актуальність даного дослідження полягає в тому, що сучасне електротехнічне обладнання вимагає від фахівців вміння працювати з автоматизованими системами управління та враховувати при цьому інноваційні підходи і ґрунтується на інтеграції українських фахівців в європейський простір та передбачає підвищення рівня підготовки суднових електромеханіків у плані знання і застосування міжнародних стандартів для цього здобувачі вищої освіти (ВО) мають вивчити досконало графічні позначення на схемах відповідно до стандартів IEC (міжнародні) або ANSI/IEEE (американські). Електромеханік повинен вільно володіти цими стандартами і орієнтуватися в обох.

Мета статті: визначення методів і засобів формування у майбутніх суднових електромеханіків професійних компетенцій щодо аналізу технічної

документації суднових електроенергетичних систем із використанням засобів автоматизованого проєктування. Обґрунтувати методику навчання інженерної графіки, що базується на міжнародних стандартах та ІТ-технологіях.

Професійні компетентності суднового електромеханіка визначаються міжнародними стандартами (Конвенція ПДНВ/STCW, Розділ А-III/6) та спрямовані на забезпечення безперебійної роботи електротехнічного обладнання судна. Вони включають технічні знання, навички експлуатації та вміння забезпечувати безпеку на судні. Освітня програма забезпечує набуття здобувачами ВО компетентностей відповідно до кодексу з питань підготовки і дипломування моряків та несення вахти, Міжнародної конвенції ПДНВ з поправками 2010 р, а саме: для спеціалізації J5.03 «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» та стандартів компетентності, зазначених у розділі А-III/6 Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти, з поправками [1].

Піідвищення професійної компетентності суднових електромеханіків відповідно до вимог Манільських поправок 2010 року, аналізував теоретичні основи та показники професійної компетентності досліджував Черкасов О.В. [2]. Для суднового електромеханіка інженерна графіка — це не просто вміння креслити, а це фундаментальна мова спілкування та обміну судновою технічною документацією.

Наведемо компетенції, які пояснюють важливість інженерної графіки для спеціалізації :J5.03 Експлуатація суднового електрообладнання та засобів автоматики. Це:

- Читання суднових схем: Більшу частину часу ви працюватимете з електричними схемами (принциповими, монтажними, схемами підключень). Знання графіки дозволяє миттєво розуміти логіку роботи генераторів, ГРЩ (головних розподільчих щитів) та систем автоматики.
- Обслуговування суднового обладнання: Суднові електродвигуни, лебідки чи крани — це складні механізми. Щоб правильно їх розібрати, відремонтувати та зібрати, потрібно вміти читати складальні кресленик та

деталювання.

- Взаємодія з механіками: У суднових умовах важливо розуміти взаємозв'язок електричної частини з механічною. Кресленик допомагають зрозуміти, як прокладені кабельні траси через переборки та як встановлено обладнання в машинному відділенні.
- Виконання ремонтних ескізів: Якщо під час рейсу виходить з ладу якась деталь (наприклад, вал чи кронштейн), ви повинні вміти власноруч виконати грамотний ескіз, щоб за ним могли виготовити запчастину в майстерні на березі.
- Робота з цифровою документацією: Сучасні судна проєктуються в CAD-системах. Розуміння бази інженерної графіки — це фундамент для роботи з електронною документацією та системами моніторингу судна.

Без знання інженерної графіки електромеханік не зможе безпечно та ефективно експлуатувати суднове обладнання, адже помилка в читанні схеми може призвести до блекауту або пошкодження техніки.

Згідно з міжнародними стандартами STCW та сучасними вимогами морської галузі, при вивченні цієї дисципліни формуються наступні професійні компетенції. Наведемо їх характеритики:

Когнітивні та технічні компетенції. До них відносяться питання складних креслеників, розуміння архітектури суднових приміщень, та вміння читати плани розташування електрообладнання.

Наступна компетентність — це *робота зі схемами*, а саме: читання та аналіз принципових електричних схем; розуміння схем з’єднань (wiring diagrams) та однолінійних схем енергосистем судна. Розвиток просторової уяви — це одна з важливих задач інженерної графіки. Щоб досягти її здобувачі ВО повинні опанувати вміння візуалізації тривимірних складаних одиниць за двомірними проєкціями. Також вони повинні мати розуміння трасування кабельних трас крізь перебірки та палуби.

Судновим електромеханікам потрібно оволодіти *практичними навичками* (Hard Skills): *стандартизації та символіки*, що базуються на знаннях графічних

символів за стандартів IEC (МЕК) та ISO; *розуміння морської специфіки позначень* (датчики, реле, суднові вогні). Використання інтеграційних можливостей інженерної графіки у формуванні професійних компетентностей суднових електромеханіків шляхом оволодіння графічними CAD-системами. Це передбачає формування навичок роботи в AutoCAD, EPLAN або SolidWorks, також важливо оволодіти здобувачам ВО вміннями вносити зміни в електронні версії креслеників після ремонту чи модернізації електрообладнання. Ще одна значуща компетентність це — е*скізування* з натури. Вона полягає у швидкому створенні технічного рисунка деталі чи робочого кресленика наприклад, вала двигуна для виготовлення його в береговому цеху чи в майстерні на судні [5].

Особливе значення мають *спеціалізовані професійні компетенції.* До них відносяться такі вміння: документальна грамотність і діагностичні компетентності. Знання документів, що містяться у судновій технічній бібліотеці та вміння складати специфікації обладнання на основі наявних креслеників. Діагностична компетенція визначається вмінням використовувати схеми для пошуку несправностей (Troubleshooting) електрообладнання. Також здобувач ВО повинен визначати взаємозв'язки між механічною частиною приводу та електричною схемою керування. Ці знання дають можливість пройти сертифікацію та безпечно експлуатувати складне обладнання (генератори, ГРЩ, системи автоматизації). Помилка в читанні схеми на судні може призвести до знеструмлення (blackout) або виходу з ладу дорогої техніки та електрообладнання. Розробка робочої програми для спеціалізації J5.03 потребує балансу між класичною базою та сучасними цифровими інструментами. Оскільки судновий електромеханік частіше працює зі схемами та планами розведення, ніж із чистим машинобудуванням, програмне забезпечення повинно бути відповідним. [3]. Однією з важливих складових процесу формування професійних компетенцій суднового електромеханіка є конкретні методи та завдання, які сприяють інтеграції інженерної графіки у дисципліни циклу професійної підготовки майбутніх суднових електромеханіків. Наведемо приклади такої інтеграції. Так, при навчанні

інженерної графіки у темі: «Схеми» у пункті плану «Читання та аналіз суднових схем» здобувачі вищої освіти набувають навички читання схем суднового електрообладнання, набувають вміння порівняльного аналізу схем і елементів діючого електрообладнання. Ця компетентність важлива для діагностики несправностей енергетичних об'єктів суден. На лабораторних заняттях важливо звернути увагу не тільки на зображеннях умовних позначень на схемі, а й на логіці самої схеми електросистеми [2; 6].

Наступна компетентність полягає у вивчення міжнародних стандартів (IEC, ANSI) для позначення головних елементів схем: генераторів, реле, контакторів та датчиків. Тому головна мета даного заняття: «Знайомство зі специфікацією символів» — для цього здобувачам ВО потрібно вивчити досконало графічні позначення на схемах відповідно до стандартів IEC (міжнародні) або ANSI/IEEE (американські). Електромеханік повинен вільно орієнтуватися в обох.

Щоб володіти компетентністю, яка дозволить виконувати трасування ланцюгів, викладач ставить здобувачам завдання на знаходження шляху струму від ГРЩ (головного розподільчого щита) до споживача на реальних суднових схемах.

Щоб формувати компетентність з пошуку помилок у схемах, викладач свідомо вносить помилки у схеми, а здобувач ВО має знайти їх за допомогою графічного аналізу схеми.

Ця компетентність формує навички обслуговування механічних вузлів електродвигунів. Це робота з виконання процесу деталювання кресленика загального виду та читання складаних креслеників допомагає орієнтуватись у зображеннях будови електродвигунів. Здобувачі повинні вміти виконувати і читати кресленики, що містять розрізи та перерізи. Наприклад, потрібно виконати кресленики вальцевих вузлів, щіткових засобів, механізмів або муфт. Здобувач має розуміти, як розібрати складану одиницю, допоможуть стати конкурентно здатними фахівцями користуючись її кресленником. Для формування компетенції, що вчить структуровано підходити до запасних

частин (Spare Parts), здобувач має вміти орієнтуватись у графічних документах, які супроводжують складані одиниці. А саме: створення специфікацій до креслеників електромеханічного обладнання, що вчить здобувачів ВО структуровано підходити до замовлення запасних частин (Spare Parts).

Враховуючи значну цифровізацію освітнього процесу, формування компетенцій користування здобувачами ВО CAD-систем (AutoCAD, SolidWorks тощо) стає нагальною потребою.. Таблиця 1 показує цифрові навички і результат їх опанування електромеханіками.

Таблиця

0 1-Цифрові навичкии та CAD-систем у підготовці електромеханіків

Цифрова навичка	Опанування навички	Результат опанування даної навички
1. Цифрова трансформація графічної підготовки:	Опанування CAD-систем (AutoCAD, SolidWorks тощо) перетворює інженерну графіку з методу відображення деталей на інструмент інформаційного моделювання.	Це формує у студента навичку «цифрового мислення», де кожен елемент креслення є об’єктом із певними технічними характеристиками, а не просто набором ліній.
2. Пам'ять та ефективність роботи (Блоки та Бібліотеки):	Використання динамічних блоків та створення власних бібліотек стандартних суднових символів (IEC/ANSI) вчить електромеханіків оптимізувати робочий час.	Ця навичка є критичною для суднового електромеханіка під час ведення суднової документації, коли потрібно швидко внести зміни до схем після проведеної модернізації або ремонту обладнання.
3. Точність та мінімізація помилок.	Використання прив'язок, шарів (Layers) та інструментів вимірювання дозволяє уникнути критичних помилок при проектуванні розводки щитів чи прокладанні кабельних трас	Робота в CAD-системах прищеплює культуру точності. Це закладає основу для безпечної експлуатації електрообладнання, де помилка в схемі може призвести до аварії.
4. Просторова уява та 3D-моделювання	Елементи 3D-проектування в межах курсу графіки допомагають здобувачам ВО краще розуміти конструкцію складних вузлів (наприклад, внутрішню будову генератора або розміщення апаратури в ГРЩ).	Це розвиває здатність віртуально «розібрати» агрегат ще до початку фізичних робіт, що підвищує якість технічного обслуговування.
5. Універсальність та інтеграція.	Навички роботи з електронною документацією (PDF-схеми, цифрові мануали виробників) інтегрують графіку зі щоденною роботою електромеханіка.	Вміння швидко «читати» схему з екрана монітора або планшета, використовувати пошук за тегами та маркуванням робить майбутнього офіцера конкурентоспроможним у сучасному високотехнологічному флоті.

Як показує таблЦифрова компетентність, необхідна здобувачам освіти

для сучасної роботи з документацією. Сюди також можна віднести завдання на створення власних блоків (символів) електричних компонентів, 3D-моделювання: наприклад, моделювання корпусу двигуна або розподільчої коробки для розуміння габаритів та просторового розміщення кабельних трас

Як видно з наведених вище прикладів, метод інтегрування в інженерну графіку засобів формування професійних компетенцій суднових електромеханіків дозволяє здобувачам набути ті необхідні навички, які при закріплені їх на практиці, дозволять зайняти відповідну фахову нішу нашому випускнику.

Також можемо навести план лекції з інженерної графіки для майбутніх суднових електромеханіків, де звернемо особливу увагу на міжнародний стандарті IEC 60617, який є основним і широко дієвим для роботи на суднах іноземних компаній

Тема лекції: «Міжнародні графічні символи IEC 60617 в суднових електросхемах».

Мета: Вивчити логіку побудови та правила читання умовних графічних позначень (УГП) згідно з міжнародними стандартами. Сформувати відповідні компетентості у здобувачів ВО.

План лекції:

1. Вступ: Вибір стандартів: IEC, ДСТУ чи ANSI? *Уніфікація:* На борту сучасного судна встановлено обладнання з різних країн (Японія, Німеччина, Корея). *Вимоги STCW:* Офіцер повинен розуміти документацію незалежно від мови тексту, орієнтуючись на символи. *Відмінність*: Основна відмінність IEC від старих ДСТУ ГОСТ — у відображенні контактів, котушок та логіки керування.

2. Базові елементи та контакти (Contacts) Це фундамент будь-якої релейної схеми судна

3. Котушки та виконавчі механізми (Coils & Actuators) Relay/Contactor coil: В IEC це зазвичай порожній прямокутник (на відміну від кола в деяких інших стандартах).

4. *Електричні машини та трансформатори* Двигуни (Motors). Генератори (Generators),Трансформатори.

5. *Захисні пристрої (Protective devices).Це* безпека судна, тому ці символи студенти мають знати бездоганно.

6. *Логіка літерних кодів (IEC 81346)* Символ завжди супроводжується літерою. Наприклад, K — Реле та контактори. Q — Силова апаратура (автомати). S — Кнопки, перемикачі. F — Захисні пристрої. M — Електродвигуни.

Викладач може використати наступну практичну вправу після прослуханої лекції. Він демонструє здобувачам дві схеми виконані за вимогами різних стандартів_- одну в стандарті ДСТУ ГОСТ, іншу в IEC. Озвучує завдання: Знайти 5 відмінностей у зображенні звичайної кнопки "Пуск" та теплового реле. У іншому варіанті можна використати питання для самоконтролю, наприклад:

1. В чому різниця між позначенням котушки реле та котушки електромагнітного клапана?

2. Як на схемі відрізнити кнопку з само повернення від фіксованого вимикача?

3. Що означає пунктирна лінія між двома контактами? (Механічний зв'язок)

Для перевірки не лише знань умовних графічних позначень, а й професійної логіки суднового електромеханіка можна провести тестування на 5-10 хвилин наприкінці заняття.

Методи контролю покажуть рівень засвоєння відповідних знань, вмінь та навичок, які підтвердять якість і рівень сформованих компетентностй.

Наведений приклад підтверджує, шо найефективніший засіб навчання-це застосування реальних суднових схем : генераторів, пускачів, систем автоматики. Це дозволяє здобувачу вже на етапі вивчення інженерної графіки розуміти логіку роботи суднового обладнання, а це значно полегшує засвоєння спец предметів на старших курсах. Інженерна графіка є фундаментом, на якому

будується професійна ідентичність електромеханіка. Вона прищеплює точність, структурне мислення та відповідальність за дотримання стандартів безпеки.

Висновки щодо формування професійних компетентностей суднових електромеханіків через інженерну графіку:

Інженерна графіка для електромеханіків виступає як професійна мова, яка надає навички не просто вміння накреслення ліній, а й опанування *універсальної міжнародної мови* технічного спілкування. Формування компетентностей має базуватися на стандартах IEC та ISO, що забезпечує здатність майбутнього електромеханіка працювати на суднах під будь-яким прапором. Найефективніший спосіб навчання інтегрованому курсу інженерної графіки — це *інтеграція теорії та практики*, а саме: використання на заняттях інженерної графіки реальних схем суднових електросистем (генераторів, пускачів, систем автоматики). Це дозволяє електромеханікам вже на етапі вивчення графіки розуміти логіку роботи суднового обладнання, що значно полегшує засвоєння спеціальних предметів на старших курсах. *Цифрова грамотність (CAD-компетентність):* Використання програм типу AutoCAD є обов'язковою умовою сучасної освіти. Опанування динамічних блоків, роботи з шарами та автоматизації процесу виконання креслеників формує навичку швидкого створення та коригування технічної документації, що є критичним під час виконання ремонтних робіт на судні.

Вивчення літерно-цифрових кодів – це комплексний підхід до маркування: складових схем(наприклад, «K» для реле, «Q» для автоматів) та колірного кодування провідників трансформує графічні знання електромеханіків у практичну навичку безпечної діагностики та обслуговування електроустановок.

Ознайомлення заздалегідь з типами ліній електричних схем(силові **vs** ланцюги керування) та специфікаціями (**BOM**) готує базу для вивчення експлуатації систем автоматизації та електроприводу є важливою частиною підготовки до майбутніх викликів: а саме, при переході до вивчення фахових дисциплін, роблячи цей перехід послідовним і зрозумілим. Таким чином,

цифрові навички суднових електромеханіків у інженерній графіці і CAD-системах — це не лише вміння користуватися програмним забезпеченням, а здатність електромеханіка створювати, аналізувати та зберігати технічні уніфіковані рішення в цифровому середовищі є обов'язковою вимогою міжнародних морських стандартів.

Даний матеріал не претендує на вичерпність, має багато цікавих граней, які вимагають вивчення у наступних дослідженнях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 р. : Конвенція Міжнар. мор. орг. від 07.07.1978 р. : станом на 25 червня 2010 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/ show/995_053#Text (дата звернення: 03.01.2024).
2. Черкасов О.В. Підвищення професійної компетентності суднових електромеханіків у відповідності з вимогами Манільських поправок 2010 р. /Черкасов О.В.//Наука і освіта: наук.-практ. журнал.-2012, -№5,С.129-133
3. Стандарт вищої освіти України. Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. Галузь знань – 27 Транспорт, спеціальність – 271 Річковий та морський транспорт, затв. наказом МОН від 13.11.2018 р. № 1239.
4. Стандарт вищої освіти України. Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. Галузь знань – 27 Транспорт, спеіальність – 271 Річковий та морський транспорт, затв. наказом МОН від 13.11.2018 р. № 1239.
5. Гедзик А. Термінологічна складова професійно-графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів. Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Серія «Педагогічні науки». 2017. Вип. 2. С. 86–90.
6. Козяр М. Теоретичні і методичні основи графічної підготовки майбутніх інженерів у галузі водного господарства засобами інноваційних технологій : дис. … докт. пед. наук : 13.00.04. Київ, 2013. 522 с.