

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОФЕСІЙНО СПРЯМОВАНИХ ЗАДАЧ СУДНОВОДІННЯ ТА ЇХ РЕАЛІЗАЦІЯ НА БАЗІ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ

Кравцова Людмила Володимирівна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інноваційних
технологій та технічних засобів судноводіння
Херсонська державна морська академія, Україна

Камінська Наталія Геннадіївна

викладач кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння
Херсонська державна морська академія, Україна

Підготовка спеціаліста морського профілю у вищому навчальному закладі здійснюється згідно навчальних планів, затверджених Міністерством освіти і науки України. Ці плани передбачають впровадження циклу дисциплін, що охоплюють як загальну, так і професійно - спрямовану складові програми навчання. До професійно - спрямованих дисциплін програми підготовки судноводія відносяться такі курси як навігація і лоція, теорія та будова судна, міжнародні правила запобігання зіткнення суден у морі, навігаційні інформаційні системи, глобальний морський зв'язок для пошуку та рятування та багато інших [1,2]. Але перш ніж вивчати такі складні та специфічні дисципліни, курсант має оволодіти фундаментальною базою, яка для судноводія містить такі складові як вища математика, фізика, цифрові технології. При вивченні професійно спрямованих дисциплін курсант часто стикається з необхідністю виконувати деякі розрахунки, мати справу з базами даних, статичними та динамічними, вміти складати алгоритми пошуку рішень за наявності коректної постановки задачі та послідовності формул, що ведуть від вхідних даних до кінцевого результату. Причому, курсант має не тільки зрозуміти зміст формули або, частіше, серії формул, а і оптимізувати розрахунки таким чином, щоб, змінюючи вхідні дані, миттєво отримувати правильні результати відповідно змінюваним даним. Наприклад, при виконанні навігаційних розрахунків при зміні координат місця знаходження судна, отримуємо відстань між точками відходу та приходу та курс яким рухається судно. Тобто, очевидним фактом є те що курсант має розуміти математичну модель процесу в аналітичному представленні та вміти реалізувати цю модель на базі сучасних інформаційних технологій [3].

Аналіз задач, з якими доводиться мати справу спеціалісту морської галузі, сприяв створенню робочої програми з дисципліни «Інформаційні технології» підготовки судноводія за підтримкою провідних фахівців випускаючої кафедри, які є діючими капітанами або штурманами далекого плавання. Тому лабораторні роботи містять велику кількість розрахункових завдань, безпосередньо пов'язаних з професійними обов'язками судноводія. Такі задачі як розрахунок девіації магнітного компаса, визначення статичної та динамічної остійності судна, навігаційні розрахунки, робота з динамічною базою даних «Перевірка рятувальних засобів» або створення вахтового графіку надають можливість курсантові отримати навички використання прикладних програм, а саме, електронних таблиць Excel для виконання складних розрахунків. Тут виникають одразу декілька проблем: по-перше,

розуміння технічного змісту задачі; по-друге, визначення типу математичної моделі, до якої відноситься дана задача, та аналітичних формул відповідно до моделі; далі, розробка алгоритму використання формул, структурування сторінки електронного документу MS Excel відповідно до вхідних даних та підготовка даних до проведення розрахунків із застосуванням вбудованих функцій електронних таблиць MS Excel. Найважливішим у вказаній процедурі є те, що курсант набуває навичок сприйняття складних аналітичних формул не як «малюнків», а як інструкцію до виконання, та вміння проведення розрахунків, використовуючи вбудовані можливості MS Excel.

Нагадаємо, що Microsoft Excel є одним з основних інструментів для обробки даних. Цю програму використовують спеціалісти різних напрямків у всьому світі для аналізу та прогнозу даних, побудови моделей та їх адаптації, створення статичних та динамічних баз даних, підвищення ефективності робочих процесів. Сьогодні знання MS Excel необхідно практично у будь-якій сфері діяльності, у тому числі і в морській, оскільки практично вся документація судноводія створюється, обробляється, передається у форматі Excel. Тому судноводій повинен володіти цією програмою на належному рівні.

Яскравим прикладом може бути наступна задача.

Використовуючи вбудовані тригонометричні функції та майстер побудови діаграм табличного процесора MS Excel, виконати розрахунок параметрів дуги великого кола.

Надамо деякі необхідні пояснення за умови задачі.

Локсодромія – лінія постійного курсу, в морській навігаційній карті в проекції Меркатора - пряма лінія, що перетинає меридіани під одним і тим же кутом. Ортодромія – дуга великого кола (ДВК) – найкоротша відстань між двома точками на земній сфері - крива, звернена (на МНК в проекції Меркатора) опуклістю до найближчого полюсу.

Наведемо розрахункові формули завдання.

Плавання по дузі великого круга (довжина ортодромії):

$$S_{орт} = \arccos(\sin \varphi_n \cdot \sin \varphi_k + \cos \varphi_n \cdot \cos \varphi_k \cdot \cos(\lambda_k - \lambda_n)) \quad (1)$$

де $\varphi_n, \varphi_k, \lambda_k, \lambda_n$ – координати початкової і кінцевої точки.

Довжина локсодромії:

$$S_{локс} = \frac{\varphi_k - \varphi_n}{\cos \left(\arctg \frac{(\lambda_n - \lambda_k) \cdot \cos \frac{\varphi_n + \varphi_k}{2}}{\varphi_k - \varphi_n} \right)} \quad (2)$$

Різниця плавань:

$$\Delta S = S_{локс} - S_{орт} \quad (3)$$

Широти проміжних точок дуги великого кола для нанесення на меркаторську карту можна знайти за формулою:

$$\varphi_i = \arctg \frac{\sin(\lambda_i - \lambda_0)}{\operatorname{tg} K_0}, \quad (4)$$

де λ_i – довгота проміжної точки, λ_0 – довгота точки перетину екватора ортодромії, K_0 – кут між меридіаном і ортодромією в точці перетину екватора.

$$\lambda_0 = \frac{\lambda_n + \lambda_k}{2} - \arctg \left[\frac{\sin(\varphi_n + \varphi_k) * \operatorname{tg} \frac{\lambda_k - \lambda_n}{2}}{\sin(\varphi_k - \varphi_n)} \right] \quad (5)$$

$$K_0 = \arctg \frac{\sin(\lambda_n - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_n} \quad (6)$$

Як бачимо, представлені формули (1) – (6) у сукупності доволі складні, тим паче що λ_0 та K_0 є константами у формулі (4), тому обчислюються раніше за формулами (5) і (6), і використовуються у розрахунку за формулою (4) як абсолютне посилення, тому необхідно враховувати специфіку використання деяких вбудованих функцій та безпосередньо змісту задачі. Наприклад, широти (φ) та довготи (λ) точок відходу та приходу судна визначаються у градусній мірі, але вбудовані тригонометричні функції Excel потребують аргумент у радіанній мірі вимірювання. Тому логічно так структурувати розрахунки, щоб оптимізувати час отримання результатів. Далі, необхідно враховувати, що тригонометричні функції арктангенс, арксинус, арккосинус повертають результат у радіанній мірі, тому ці результати треба повернути у градусну міру. Всі ці дії виконуються використанням суперпозиції вбудованих функцій.

Звернемо увагу на формулу що прописана у функціональному рядку. Запис формули суттєво відрізняється від її аналітичної форми за формулою (2). Фактично це стосується кожної з наведених формул (1) – (6), та взагалі будь-якої задачі, яку доводиться вирішувати судноводію. На рис.1 представлений фрагмент рішення задачі з розрахунку параметрів дуги великого кола з побудовою траєкторії руху судна, яка візуально підтверджує правильність отриманих результатів.

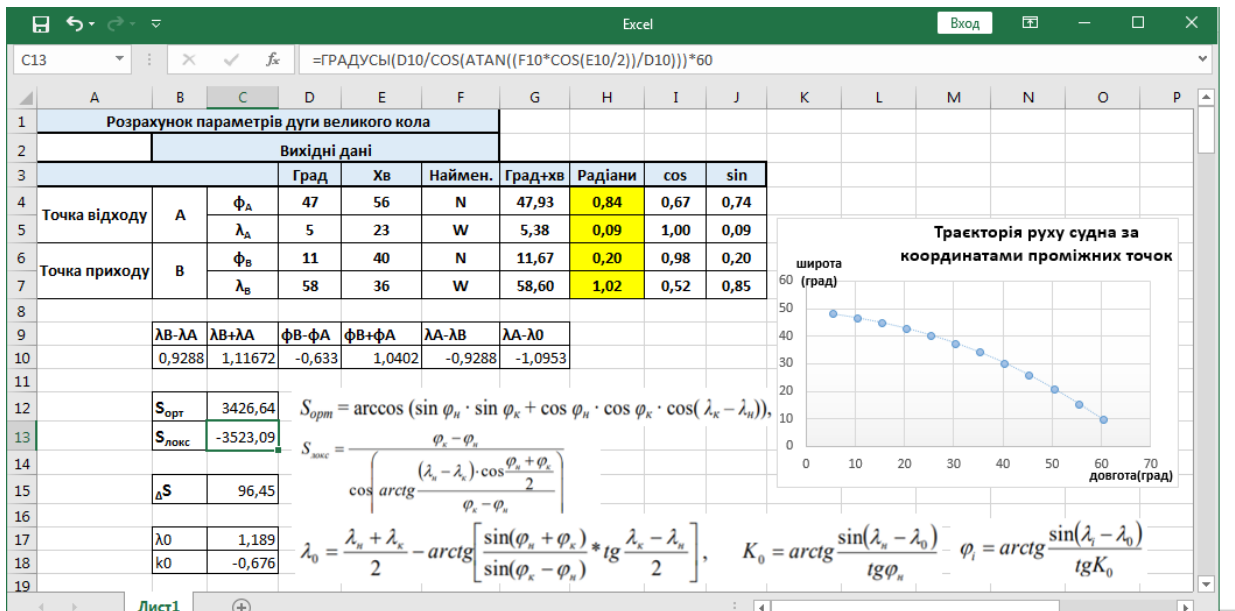


Рис. 1. Приклад оптимального структурування етапів реалізації рішення професійно спрямованих задач

Цей приклад наочно показує, наскільки важливо для курсантів морського вищого навчального закладу володіння методикою вирішення професійно спрямованих задач на базі загально доступних прикладних офісних програм. У сукупності з іншими професійними знаннями та отриманими під час навчання

навиками, це значно підвищує конкурентоспроможність випускників вищого морського навчального закладу на міжнародному ринку праці.

Список використаних джерел:

1. Резолюція MSC.428(98) «Управління морськими кіберризиками в системах управління безпекою» http://rise.odessa.ua/texts/MS428_98.php3.
2. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти. (2011). Лондон.: ІМО. «Эшфорд Пресс».
3. Математичне моделювання новітніх технологічних систем.: Монографія/ Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А.– Вінниця: 2021. – 193 с.