

УДК 527

DOI 10.47049/2226-1893-2023-1-91-103

**АСТРОНОМІЧНІ МЕТОДИ У МОРЕХІДНІЙ НАВІГАЦІЇ.
АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ**

О.Б. Даниленко

д. пед. н., професор
завідувач кафедри навігації і управління судном

В.І. Чимшир

д. т. н., професор
директор Дунайського інституту
Національного університету «Одеська морська академія»

*Дунайський інститут Національного університету
«Одеська морська академія», Ізмаїл, Україна*

***Анотація.** Навігаційна безпека судна у великій ступені залежить від частоти і точності здійснення процедури визначення місця судна. В умовах відкритого моря, коли відсутні візуальні орієнтири, цю задачу в останні роки судноводії найчастіше вирішують за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), в першу чергу, таких як GPS. Але, незважаючи на великі переваги перед класичними способами визначення місця судна, застосування ГНСС має достатньо значні ризики, насамперед в умовах загострення військово-політичної обстановки та ведення військових дій в районах плавання.*

В зазначених умовах актуальним стає застосування астрономічних методів визначення місця суден тому, що вони є автономними. Практично немає засобів, що дозволяють позбавити судно можливості астрономічних спостережень при виведенні електрообладнання з ладу; небесні світила є природними навігаційними датчиками, що дозволяє одночасно проводити вимірювання для розрахунку елементів декількох ізоліній; небесні світила забезпечують можливість визначення координат судна у будь-якій частині світового океану; для визначення поправки курсовказівника у відкритому морі поки що не існує інших способів як астрономічні. Разом з цим, класичні астрономічні методи визначення місця судна мають деякі обмеження, які пов'язані з метеорологічними умовами, недостатньою швидкістю й точністю оброблення вихідних даних та здійснення математичних розрахунків, що зокрема, пов'язано з рівнем професійності людини, яка проводить відповідні процедури.

Одним з шляхів вирішення цих протиріч є запровадження синтезу єдиного комплексу програмного забезпечення для персонального комп'ютера, методології планування астронавігаційних спостережень з використанням персонального комп'ютера, сучасних автоматизованих оптичних приладів, складання алгоритмів планування та їх органічне включення до єдиного комплексу програмного забезпечення астрономічних методів навігації, а також розробка з урахуванням універсального алгоритму контрольних і тренажерних програм з морехідної Істрономії, направлених на прищеплення відповідних професійних навичок. Прикладом практичної реалізації означеного комплексу може стати лабораторно-тренажерний комплекс з «Морехідної астрономії», який дозволяє проводити навчання та дослідження незалежно від погодних умов та географічного розташування на новому технологічному рівні.

Ключові слова: астрономічні методи, морехідна астрономія, лабораторно-тренажерний комплекс, астронавігаційна обсервація, спуфінг, джаммінг.

UDC 527

DOI 10.47049/2226-1893-2023-1-91-103

ASTRONOMICAL METHODS IN MARITIME NAVIGATION. RELEVANCE AND WAYS OF IMPROVEMENT

O. Danylenko

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

V. Chymshyr

Doctor of Technical Sciences, Professor

*Danube Institute of the National University
«Odessa Maritime Academy», Izmail, Ukraine*

Abstract. *The navigational safety of a vessel depends to a large extent on the frequency and accuracy of the vessel positioning procedure. In the open sea, when there are no visual landmarks, this task has been most often solved by navigators in recent years with the help of global navigation satellite systems (GNSS), primarily GPS. However, despite the great advantages over the classical methods of determining the vessel's position, the use of GNSS carries significant risks, especially in the context of an aggravated military and political situation and military operations in the areas of navigation.*

In these conditions, the use of astronomical methods of ship location becomes relevant because they are autonomous. There are practically no means to deprive a ship of the possibility of astronomical observations in case of failure of electrical equipment; celestial bodies are natural navigation sensors, which allows simultaneous measurements to calculate elements of several isolines; celestial bodies provide the ability to determine the coordinates of a ship in any part of the world ocean; there are no other methods than

astronomical ones to determine the correction of the direction indicator in the open sea. At the same time, classical astronomical methods of vessel positioning have some limitations related to meteorological conditions, insufficient speed and accuracy of processing the initial data and performing mathematical calculations, which, in particular, is related to the level of professionalism of the person performing the relevant procedures.

One of the ways to resolve these contradictions is to introduce the synthesis of a unified software package for a personal computer, a methodology for planning astronomical observations using a personal computer, modern automated optical instruments, the development of planning algorithms and their organic inclusion in a unified software package of astronomical navigation methods, as well as the development of control and training programmes in navigational astronomy aimed at the An example of the practical implementation of this complex can be a laboratory and training complex for «Nautical Astronomy», which allows to conduct training and research regardless of weather conditions and geographical location.

Keywords: *astronomical methods, nautical astronomy, laboratory and training complex, astronomical observatory, spoofing, jumbo jet.*

Постановка проблеми. Однією з важливих оперативних задач морської навігації є визначення місця судна. Навігаційна безпека судна у великій ступені залежить від частоти і точності здійснення цієї процедури. В умовах відкритого моря, коли відсутні візуальні орієнтири, цю задачу в останні роки судноводії найчастіше вирішують за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), в першу чергу, таких як GPS [2].

GPS-приймач, вимірюючи різницю між часом надходження сигналу від супутника та часом генерації цього сигналу, визначає відстань до даного супутника. З будь-якої точки на поверхні Землі спостерігаються, як мінімум, 4 супутники. Так як координати супутників у заданий момент часу відомі з високою точністю, GPS-приймач може обчислити власні координати з точністю 5-10 м. Отримання обсервованих координат для визначення місця розташування судна за допомогою ГНСС за будь-яких обставин плавання займає короткий проміжок часу, достатньо зняти їх з екрана монітора.

У GPS-приймачі цивільних суден не передбачено аутентифікацію навігаційної інформації, тобто GPS-приймач працює з інформацією, прийнятої від антени, і приймає цю інформацію як достовірну. Таким чином, отримувана навігаційна інформація від ГНСС в GPS-приймачах цивільних суден залишається незахищеною і схильна до кібератак [2]. GPS-приймач не відрізняє помилкові сигнали від істинних. Вперше, експеримент із підміни сигналу від ГНСС на судні, що знаходиться в морі, був проведений у 2013 році дослідниками Університету Остіна. Підміна сигналу навігаційних систем називається спуфінгом. В результаті цього експерименту, навігаційний приймач-індикатор став відображати неправдиву інформацію. Для організації спуфінгу використовується спеціальний прилад-передавач, який знаходиться на будь-якому об'єкті, що рухається (судно, літальний апарат, дрон та ін.) і імітує сигнал від супутника ГНСС за умови, що рівень

імітуючого сигналу дещо перевищує рівень сигналу реальних супутників. GPS-приймач, встановлений на судні, буде приймати підроблений сигнал і обчислювати своє місце розташування на основі отриманих даних, за умови, щоб прийом був можливий на слабкому рівні сигналу, тобто нижче за шуми. Сигнал GPS – періодичний, відповідно, навіть «статичний» спуфінг вимагає динамічної передачі одних і тих же за фактичним змістом навігаційних сполучень. Перешкоду можна зробити такою, що буде імітувати переміщення приймача за заданою спуфером траєкторією. У ході цих досліджень була показана реальна можливість виведення з ладу існуючих моделей приймачів навігаційних сигналів за допомогою маніпуляцій з переданою інформацією.

Крім спуфінгу сигналів, активно застосовується придушення прийому сигналу GPS більш потужними сигналами. Цей процес називається джемінгом (придушенням). Придушення і легше і більше поширене, ніж спуфінг. Для того, щоб заглушити сигнали супутника ГНСС, достатньо випромінювати із Землі немодульовані частоти 1577 МГц (цивільний канал) та 1230 МГц (військовий канал). При цьому потужності випромінювання передавача в 20 Ватт у кожному частотному діапазоні досягає дальності 150 км при масі 10 кг.

Зрозуміло, що спуфінг та джемінг можуть виникнути лише примусово, але можливість таких кібератак відкидати не можна. Кібератаки спотворюють інформацію про стан судна шляхом проникнення через судову апаратуру. Тому актуальними залишаються методи постійного контролю роботи ГНСС не залежними способами [5].

Крім розглянутих штучних завод на достовірність та стабільність роботи ГНСС можуть впливати й деякі природні явища. Так, як показали результати проведених експериментів та дослідження навігаційної обстановки при переходах у відкритому морі, у певних районах, перерви у використанні супутникових навігаційних систем можуть становити від двох з половиною до десяти годин на добу, а сумарний час відсутності навігації по супутникових системах – до 25-27 % від загального часу переходу.

Враховуючи вищезазначені чинники, широке використання в сучасній навігаційній практиці ГНСС не знімає актуальності інших традиційних методів навігації. Насамперед це стосується досліджень, пов'язаних з удосконаленням астрономічних методів, бо морехідна астрономія здатна повною мірою забезпечити автономне орієнтування судна у відкритому морі, як у випадках втрати цілісності супутникової навігаційної системи, так і виникнення надзвичайних ситуацій на борту та при стихійних лихах, що ведуть до виходу із ладу супутникового навігаційного устаткування [2].

Астрономічні методи визначення мають суттєві переваги, а саме:

- небесні світила є природними навігаційними датчиками, причому цих датчиків досить багато, що дозволяє одночасно проводити вимірювання для розрахунку елементів декількох ізоліній;
- небесні світила забезпечують можливість визначення координат судна у будь-якій частині світового океану;

- астрономічні методи визначення місця судна є автономними. Практично немає засобів, що дозволяють позбавити судно можливості астрономічних обсервацій при виведенні електрообладнання з ладу;

- для визначення поправки курсовказівника у відкритому морі поки що не існує інших способів як астрономічні [5; 7].

Метою статті є аналіз та визначення шляхів вдосконалення астрономічних методів визначення місця судна.

Огляд останніх досліджень та літератури. Протягом великого проміжку часу морехідна астрономія розвивалася без принципових змін, шляхом вдосконалення використовуваних інструментів, посібників і методів. Разом з тим в останній час, мають місце запропоновання певних інноваційних рішень і в цій галузі. Аналізуючи сучасні дослідження у галузі астронавігації можна визначити декілька напрямків та тенденцій.

Так, наприклад Міщик М.О., аналізуючи можливі шляхи оптимізації методів морехідної астрономії, з'ясував, що до сьогодні виникли протиріччя між різноманітним розробленим раніше методів морехідної астрономії та відсутністю їх реалізації на сучасній обчислювальній техніці, між необмеженими можливостями обчислювальної техніки та традиційними ручними методами морехідної астрономії, між роллю морехідної астрономії, що змінилася, і великим обсягом вивченого матеріалу [4]. Одним з шляхів вирішення цих протиріч стало розроблення оптимальних методів синтезу єдиного комплексу програмного забезпечення для персонального комп'ютера, методології планування астронавігаційних спостережень з використанням персонального комп'ютера, складання алгоритмів планування та їх органічне включення до єдиного комплексу програмного забезпечення астрономічних методів навігації, а також розробка з урахуванням універсального алгоритму контрольних і тренажерних програм з морехідної астрономії. Проблеми практичного використання аналітичних методів обробки астронавігаційної обсервації, а також визначення їх реальної точності досліджував Фогілев В.О. [6], який розробив оптимальний алгоритм автоматизованої обробки астронавігаційних обсервацій, заснований на методі ітерацій. Ефективність цього методу була доказана під час проведеного порівняльного аналізу результатів обробки матеріалів натурального експерименту за традиційною графоаналітичною методикою та за розробленим у рамках проведеного дослідження методом ітерацій. Крім цього були розроблені та запропоновані методики обробки серії вимірювань навігаційного параметра з малим числом спостережень з урахуванням критерію внутрішньої збіжності, а також технічні рішення та організаційні заходи щодо підвищення точності результатів вимірювань та обробки астрономічних обсервацій. Вперше розроблено спеціальну тренажерну систему та методику навчання виміру висот світил у лабораторних умовах.

Окремим інноваційним напрямком в морехідній астрономії можна визначити намагання вчених, конструкторів астрономічного навігаційного обладнання автоматизувати процес спостереження за природними астрономічними орієнтирами. В цьому контексті заслуговує уваги запропонована групою вчених (Дакі О.А., Урум Н.С., Федунов В.М., Бажак О.В.) астронавігаційна система (АНС) для

морських суден [1]. На думку авторів ця система дозволить автоматизувати процес вимірювання астронавігаційних параметрів та вирішувати наступні завдання:

- 1) автоматичне формування площини штучного істинного горизонту;
- 2) розрахунок екваторіальних та горизонтних координат світил з метою наведення на світило вимірювального пристрою;
- 3) наведення на світило вимірювального пристрою та вимір астронавігаційних параметрів як в оптичному діапазоні, так і по радіовипромінюванню;
- 4) обробка всієї вимірної астронавігаційної інформації в реальному масштабі часу, відображення результатів цієї обробки та їх трансляція в системи автоматичного числення;
- 5) визначення місця судна, напрямку географічного меридіана, виправлень систем та приладів курсовказування;
- 6) визначення та збереження точного часу;
- 7) оцінка природного освітлення.

Для вирішення зазначених задач пропонується наступний склад судової АНС:

- 1) система стабілізації в площині істинного горизонту;
- 2) вимірювальний пристрій у складі оптичної схеми з телекамерою та радіосекстан на стабілізованій у площині істинного горизонту платформі;
- 3) обчислювальний пристрій для обробки астронавігаційної інформації.

Практичний інтерес у напрямку автоматизації процесу спостереження за природними астрономічними орієнтирами та отримання відповідної навігаційної інформації зокрема має робота групи вчених під керівництвом Гагарського Д.А. «Морехідна астрономія як альтернатива GNSS в ECDIS при спуфінгу та джаммінгу. Сучасні підходи до навчання та практичного застосування». Вченими запропоновано:

- модернізацію секстану шляхом автоматизації знімання вимірної висоти та часу спостережень;
- автоматизацію обробки даних шляхом передачі їх на комп'ютер бездротового каналу зв'язку;
- автоматизацію розрахунку обсервованих координат місцезнаходження судна за допомогою астрономічних програм. Миттєве одержання альтернативної GNSS обсервації;
- контроль GNSS координат на електронній карті ECDIS.

Основний матеріал дослідження. Відповідно до глави II розділів А-II/1, А-II/2 Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) 1978 року (з Манільськими поправками 2010 року) до складу обов'язкових мінімальних вимог для дипломування вахтових помічників капітана, старших помічників капітана та капітанів суден валовою місткістю 500 одиниць і більше включено вміння використовувати небесні тіла для визначення місцезнаходження судна. Критерієм для оцінки компетентності цього вміння є місцезнаходження, отримане за допомогою астрономічних методів, що знаходиться в межах припустимих рівнів точності. Таке вміння потребує наявності стійких навичок, чого за сучасних умов підготовки кадрів досить складно досягти [5; 12].

Тому ще одним актуальним напрямком розвитку астронавігації можна визначити пошуки шляхів удосконалення професійної підготовки майбутніх судноводіїв, зокрема у питаннях морехідної астрономії та розробки відповідного лабораторно-тренажерного забезпечення цього процесу [2].

Представниками сучасної педагогічної науки достатньо широко досліджувалися питання інновацій у професійній підготовці судноводіїв. Так наприклад, питання застосування інноваційних та новітніх тренажерних технологій у підготовці судноводіїв неодноразово були предметом досліджень таких вчених як Волошинов С.А., Глікман С.В., Герганов Л.Д., Даниленко О.Б., Сирбу Т.В., Чимшир В.І. Безпосередньо проблему застосування інноваційних технологій навчання під час викладання «Морехідної астрономії» майбутнім судноводіям розглядали Соколов І.В., Черой Л.І.

Так, наприклад у статті «Застосування інноваційних технологій навчання під час викладання «Морехідної астрономії» майбутнім судноводіям» [7] автором проаналізовано зміст та особливості навчальної дисципліни «Морехідна астрономія». На основі цього аналізу запропоновано до застосування декількох педагогічних інноваційних методів, зокрема задачного та кейс-методу. Автор стверджує, що задачний метод є одним із найбільш доцільних у вивченні морехідної астрономії, особливості застосування якого полягають у розробленні науково-педагогічними працівниками практичних завдань, що є своєрідними моделями майбутніх професійних ситуацій. Сутність задачного методу полягає в тому, щоб перетворити зміст певної навчальної дисципліни у комплекс навчальних професійних задач [7]. Основними умовами використання задачного методу є:

- наближення змісту навчальної дисципліни «Морехідна астрономія» до професійної діяльності;
- розроблення не однієї задачі, а комплексу навчально-професійних задач (завдань);
- зміст розроблених завдань повинен бути спрямований на засвоєння майбутніми судноводіями певних професійних знань та вироблення умінь (визначення справності/працездатності навігаційного обладнання;
- визначення координат місця судна за небесними світилами;
- аналіз системи підтримки часу на судні тощо);
- у розробленні навчально-професійних завдань способи діяльності, що повинні засвоїти майбутні судноводії, необхідно позиціонувати як прямий навчальний продукт.

Задачний метод як сучасна інновація є багатофункціональним, оскільки дозволяє диференціювати розроблені завдання, робити їх різнорівневими. Водночас, залежно від змісту завдань, їх поділяють на інформаційні, аналітичні, комунікативні та рефлексивні.

Щодо кейс-методу, то як зазначає автор, він полягає у розробленні завдань професійного спрямування у вигляді блоків або кейсів. Автор наголошує на розробленні реальних або придуманих ситуацій у професійній підготовці майбутніх судноводіїв. Важливою умовою розробки кейсів є не подання звичайного опису ситуації, а формулювання у ній певної суперечності [2; 7]. Ми погоджуємось з

автором щодо переваги кейс-методу у порівнянні з іншими інноваціями під час вивчення «Морехідної астрономії» полягають у такому:

- практична спрямованість методу, оскільки майбутні судноводії мають змогу використати теоретичні знання для розв'язання практичної проблеми;
- високий рівень інтерактивності методу, оскільки при використанні кейсів виникає висока емоційна та активна взаємодія між суб'єктами освітнього процесу;
- удосконалення компетентностей, що у подальшому використовуються переважно у професійній діяльності;
- спільний аналіз практичних завдань виступає сьогодні універсальним методом навчання;
- вироблення навичок систематизації, узагальнення та аналізу інформації, необхідної для пошуку оптимального рішення у кейсі.

Подібно до задачного методу, кейс-метод є декількох видів: за форматом (тематичні, гарвардські та виконавчі), за рівнем складності (маленькі нариси, великі неструктуровані, структуровані). Наш практичний досвід використання кейс-методу під час вивчення «Морехідної астрономії» показав, що його цінність полягає не лише у пошуку оптимального та ефективного рішення, а у формулюванні майбутніми судноводіями запитань, висловлюванні певних гіпотез, виявленні прогалин у знаннях. Таким чином проаналізувавши інновації, які можна застосувати під час вивчення навчальної дисципліни «Морехідна астрономія» ми обирали ті, що мають прагматичну орієнтацію, тобто максимально наближають майбутніх судноводіїв до світу реальної професійної діяльності [2; 7].

Розглянуті нами інноваційні методи, неможливо реалізувати без відповідного технічного та лабораторного забезпечення. Крім того подальші дослідження щодо поширення застосування астрономічних методів у морській навігації також доцільно проводити у лабораторних умовах [2; 7]. На наш погляд вирішенню зазначених проблем буде сприяти лабораторно-тренажерний комплекс з «Морехідної астрономії» який дозволяє проводити навчання та дослідження незалежно від погодних умов та географічного розташування на новому технологічному рівні. Тобто немає потреби перебувати в морі або на березі моря і тільки в ясну погоду, відповідно з'являється можливість навчати фахівців не тільки в освітніх закладах, розташованих біля моря. Курс занять із застосуванням цього комплексу має на меті прищепити здобувачам вищої освіти професійні навички, використання яких спрямоване на забезпечення безпеки судноводіння, включаючи підготовку астрономічних приладів та інструментів у період підготовки до рейсу та використання під час плавання, а також вирішення завдань щодо визначення поправки хронометра, визначення поправки курсовказівника та місця судна астрономічними методами. Знання, вміння та набуті в ході тренінгів навички повинні бути достатні для того, щоб вирішувати ці завдання під час ходової вахти без додаткової підготовки [2; 7].

Пропонуємо далі розглянути склад компонент лабораторно-тренажерного комплексу та опис кожної з них:

1. Астрономічний тренажер «Зіркове небо» (рис. 1) – представляє собою стелю у вигляді макету зіркового неба для вивчення основних навігаційних зірок і сузір'їв і уявного їх розташування.



Рис. 1. Зовнішній вигляд астрономічного тренажеру «Зіркове небо»

2. Астрономічний тренажер «Літній трикутник» (рис. 2) – представляє собою не прозорий екран з фотодруком зірок «літнього трикутника», пряма функція якого: визначення кутових відстаней між спостерігачем, горизонтом і небесним світилом.

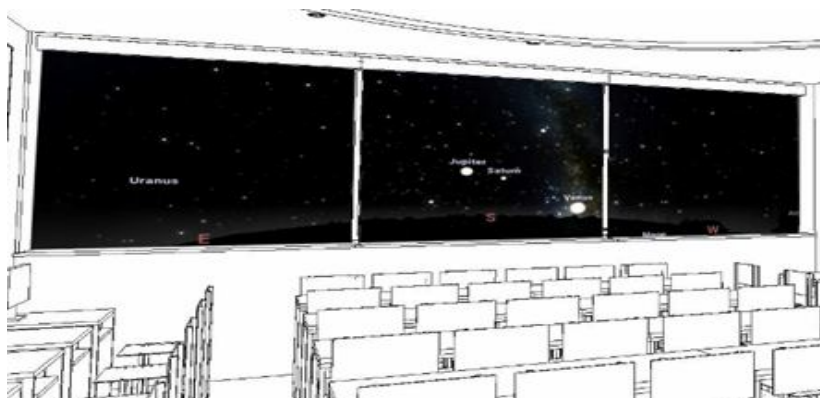


Рис. 2. Варіант зовнішнього вигляду астрономічного тренажеру «Літній трикутник»

3. Інформаційні стенди з морехідної астрономії.

4. Багатофункціональна стіна (рис. 3) з вбудованими інтерактивною дошкою, годинниками різних часових поясів, спеціалізованою шафою для зберігання і наочної демонстрації спеціального астрономічного обладнання і літератури, що використовується для проведення практичних занять з морехідної астрономії.

5. Робоче місце курсантів (дослідників) обладнане персональним комп'ютером, відповідним програмним забезпеченням та рухомою картою зіркового неба (starfinder), яке призначається для відпрацювання практичних навичок:

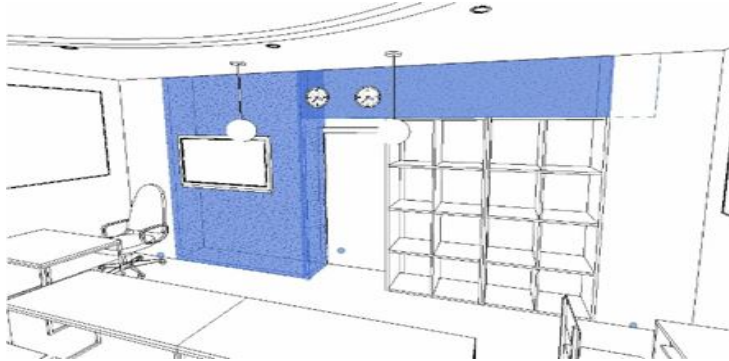


Рис. 3. Варіант реалізації багатофункціональної стіни

- визначення поправки індексу секстану по горизонту, по зірці та по Сонцю;
- визначення поправки хронометра;
- вимірювання висоти світил за допомогою секстану;
- виправлення висоти світил, виміряних секстаном;
- приведення виміряних секстаном висот до одного зеніту;
- підбір світила для астронавігаційних спостережень за допомогою зоряного глобусу;
- виконання розрахунку часу меридіональної висоти Сонця;
- визначення широти за висотою Полярної зірки або меридіональною висотою Сонця;
- визначення часу сходу (заходу) Сонця;
- визначення часу початку та кінця навігаційних сутінків;
- підготовка до астрономічних спостережень за допомогою зоряного глобусу;
- отримання обсервованих координат судна за висотними лініями положення;
- визначення поправки компасу за азимутом сходу (заходу) Сонця[3; 5].

У цілому обладнання та програмні модулі лабораторно-тренажерного комплексу забезпечують:

- наочність усіх операцій з визначення місцезнаходження судна та обчислення поправок;
- відтворення операцій у режимі реального часу;
- проведення вимірювань в будь-якій точці на поверхні Землі;
- швидке створення завдань для обчислення та оцінка результатів їх виконання;

- можливість вибору виду астрономічного завдання: упізнання світила, визначення місця судна по небесним світилам, визначення поправки курсовказівника астрономічними способами;

- можливість встановлення на локальну мережу навчального закладу;
- робота на ПК стандартної конфігурації;
- вивчення зоряного неба у будь-якій півкулі;
- вимірювання висоти світила за допомогою імітатора навігаційного секстану (денна та нічна труба) у режимі реального часу;
- вимірювання пеленгу на світило в режимі реального часу;
- моделювання руху точки спостереження заданою швидкістю та заданим курсом [3; 7].

Також підвищують якість проведення занять функціональні можливості тренажера такі як:

- ведення журналу успішності;
- автоматична оцінка результатів обчислень [3; 7].

Перевага використання такого обладнання очевидна. Ті, хто навчаються, мають можливість у режимі реального часу та в ситуації наближеної до реальних судових умов відпрацьовувати порядок вимірювань та обчислень, отримуючи місцезнаходження судна астрономічним способом [3], а також проводити різноманітні дослідження у галузі астронавігації.

Висновки. Таким чином на сьогодні залишається актуальним застосування астрономічних методів у морехідній навігації. До основних шляхів вдосконалення цих методів можна віднести складання алгоритмів планування та їх органічне включення до єдиного комплексу програмного забезпечення астрономічних методів навігації, а також розробка з урахуванням універсального алгоритму контрольних і тренажерних програм з морехідної астрономії, розробка алгоритму автоматизованої обробки астронавігаційних обсервацій, заснованого на методі ітерацій, автоматизація процесу спостереження за природними астрономічними орієнтирами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дакі О., Урум Н, Федунів В, Бажак О. *Методи морехідної астрономії в сучасності // Системи управління, навігації та зв'язку.* <http://journals.nipp.edu.ua/sunz/issue/view/82/45>. 2021. Вип.. 3(65)
2. Даниленко О.Б. *Актуальність та шляхи розвитку компетентносних якостей судоводіїв у застосуванні астрономічних методів навігації. Інноваційні підходи до розвитку компетентнісних якостей фахівців в умовах професійного становлення: матеріали VI Міжн.наук.-практ. конф. Ізмаїл, 21 квітня 2022 р. Запоріжжя: АА Тандем, 2022. 399 с.*
3. Даниленко О.Б. *Неперервна професійна підготовка майбутніх судоводіїв у вищих морських навчальних закладах: теорія і практика: Монографія. Запоріжжя: АА Тандем, 2020. 564 с.*

4. Мицик Н. Целостно-системный анализ параллактического треугольника мореходной астрономии. Budapest, Hungary: <http://www.scientific-heritage.com/wp-content/uploads/2021/10/The-scientific-heritage-No-75-75-2021-Vol-1.pdf> No 75 (2021) 10.
5. Старцев О.М. Використання тренажерів щодо надбання компетентностей з місцезнаходження судна астрономічними способами. Інноваційні підходи до розвитку компетентнісних якостей фахівців в умовах професійного становлення: Матеріали VI Міжн.наук.-практ. конф. Ізмаїл, 21 квітня 2022 р. Запоріжжя: АА Тандем, 2022. 399 с.
6. Фогилев В. Аналитические методы обработки и точность астронавигационных обсерваций: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПб. 2012. Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного автором, в типографии Издательства Политехнического университета. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
7. Черой Л. Застосування інноваційних технологій навчання під час викладання «Морехідної астрономії» майбутнім судноводіям // Зб. наук. праць Національної академії державної прикордонної служби України. Серія: Педагогічні науки. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ ім. Б. Хмельницького. Т. 25. № 2 (2021).
8. Веб-сайт. URL: <https://naukarus.com/k-voprosu-o-primenenii-morehodnoy-astronomii-v-sovremennoy-praktike-moreplavaniya> (дата звернення 15.02.2022)
9. Веб-сайт. URL: https://www.100rmsim.ru/catalog/morskoy_transport/2941/ (дата звернення 15.02.2022)
10. Веб-сайт. https://zora.ru/?page_id=413 (дата звернення 15.02.2022)
11. Веб-сайт. <https://studfile.net/preview/5156706/page:14/> (дата звернення 15.02.2022).
12. Веб-сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_052#Text (дата звернення 15.02.2022).

REFERENCES

1. Daki O., Urum N, Fedunov V, Bazhak O. Metody morekhidnoi astronomii v suchasnosti // Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku. <http://journals.nipp.edu.ua/sunz/issue/view/82/45>. 2021, випуск 3(65).
2. Danylenko O.B. Aktualnist ta shliakhy rozvytku kompetentnosnykh yakosteï sudnovodiiv u zastosuvanni astronomichnykh metodiv navihatsii. Innovatsiini pidkhody do rozvytku kompetentnisnykh yakosteï fakhivtsiv v umovakh profesiinoho stanovlennia: materialy VI Mizhn.nauk.-prakt. konf. Izmail, 21 kvitnia 2022 r. Zaporizhzhia: AA Tandem, 2022. 399 s.
3. Danylenko O.B. Neperervna profesiina pidhotovka maibutnikh sudnovodiiv u vyshchykh morskyykh navchalnykh zakladakh: teoriia i praktyka : monohrafiia. Zaporizhzhia: AA Tandem, 2020. 564 s.

4. Myshchik N. *Tselostno-systemnyi analiz parallaktycheskoho treuholnyka morekhodnoi astronomy*. Budapest, Hungary: <http://www.scientific-heritage.com/wp-content/uploads/2021/10/The-scientific-heritage-No-75-75-2021-Vol-1.pdf> No 75 (2021) 10
5. Startsev O.M. *Vykorystannia trenazheriv shchodo nadbannia kompetentnosti z mistseznakhodzhennia sudna astronomichnymy sposobamy. Innovatsiini pidkhody do rozvytku kompetentnisnykh yakosti fakhivtsiv v umovakh profesiinoho stanovlennia: materialy VI Mizhn.nauk.-prakt. konf. Izmail, 21 kvitnia 2022 r. Zaporizhzhia: AA Tandem, 2022. 399 s.*
6. Fohylev V. *Analytycheskye metody obrabotky y tochnost astronavygatsyonykh observatsyi. Avtoreferat dySSERTatsyy na soyskanye uchenoi steneny kandydata tekhnicheskikh nauk. Sankt-Peterburh – 2012. Otpechatano s hotovogo orygnal-maketa, predostavlennogo avtorom, v typografy Yzdatelstva Polytekhnicheskoho unyversyteta. Sankt-Peterburg, Polytekhnicheskakaiaul., 29.*
7. Cheroi L. *Zastosuvannia innovatsiinykh tekhnolohii navchannia pid chas vykladannia «Morekhidnoi astronomii» maibutnim sudnovodiam // Zb. nauk. prats Natsionalnoi akademii derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy. Serii: pedahohichni nauky. Khmelnytskyi: Vyd-vo NADPSU im. B. Khmelnytskoho. Tom 25. № 2 (2021).*
8. *Veb-sait. URL: <https://naukarus.com/k-voprosu-o-primenenii-morehod-noy-astronomii-v-sovremennoy-praktike-moreplavaniya> (data zvernennia 15.02.2022).*
9. *Veb-sait. URL: https://www.100rmsim.ru/catalog/morskoy_transport/2941/ (data zvernennia 15.02.2022).*
10. *Veb-sait. https://zora.ru/?page_id=413 (data zvernennia 15.02.2022).*
11. *Veb-sait. <https://studfile.net/preview/5156706/page:14/> (data zvernennia 15.02.2022).*
12. *Veb-sait. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896_052#Text (data zvernennia 15.02.2022).*

Стаття надійшла до редакції 15.03.2022

Посилання на статтю: Даниленко О.Б., Чимшир В.І. Астрономічні методи у морехідній навігації. Актуальність та шляхи вдосконалення // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць, 2023. № 1 (68). С. 91-103. DOI 10.47049/2226-1893-2023-1-91-103.

Article received 15.03.2022

Reference a JournalArtic: Danylenko O., Chymshyr V. Astronomical methods in maritime navigation. Relevance and ways of improvement // Herald of the Odessa national maritime university. Coll. scient. works, 2023. № 1 (68). 91-103. DOI 10.47049/2226-1893-2023-1-91-103.