

УДК 656.61.052

ПЕРВЫЕ ОПЫТЫ ОБСЕРВАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА ОДНОЗЕРКАЛЬНОГО СЕКСТАНА

Безбородов Святослав Андреевич¹, аспирант

e-mail: svyatoslav.b37@gmail.com

¹ Сибирский государственный университет водного транспорта, Новосибирск, Россия

Аннотация. Рассматривается актуальность астронавигации и необходимость развития её методологии и технических средств. Работы последних лет привели к созданию двухпараметрических секстансов. Один из них – однозеркальный секстанс. Проведена экспериментальная обсервация с помощью испытательного образца однозеркального секстана. Краткий обзор и результаты эксперимента представлены в данной статье.

Ключевые слова: однозеркальный секстанс, обсервация, навигационный параметр, определение места наблюдателя.

THE FIRST EXPERIMENTS OF OBSERVATION USING A TEST SAMPLE OF A SINGLE-MIRROR SEXTANT

Sviatoslav A. Bezborodov¹, Doctoral student

e-mail: svyatoslav.b37@gmail.com

¹ Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russia

Abstract. The relevance of astronavigation and the need to develop its methodology and technical means are considered. Recent work has led to the creation of two-parameter constants. One of them is a single-mirror sextant. An experimental observation was carried out using a test sample of a single-mirror sextant. A brief overview and the results of the experiment are presented in this article.

Keywords: single-mirror sextant, observation, navigation parameter, determination of the observer's location.

Актуальность

На протяжении всей истории развития морского флота мореходная астрономия является неотъемлемой частью судовождения, в наше время, астронавигация единственный резервный метод определения места судна вне видимости берегов. Следовательно, развитию методов и средств астронавигации должно уделяться не меньшее внимание.

Задача исследования

В последние годы работы по развитию средств мореходной астрономии привели к созданию двухпараметрических секстанов, позволяющих работать на протяжении всей ночи и получать различные навигационные параметры. Один из таких секстанов – однозеркальный секстан (ОЗС) [1]. О применении его в проведенной экспериментальной обсервации пойдет речь в данной статье.

Экспериментальная обсервация с применением ОЗС

Как и стандартный секстан, ОЗС применим в случае безоблачной погоды и видимых светил на небосводе. Для проведения обсервации применяется испытательный образец ОЗС (рис. 1) [2], сконструированный на базе патента [3]. Рассмотрим этапы проведенного эксперимента.



Рисунок 1 – Испытательный образец ОЗС

Первый этап обсервации – подготовительный. Прибор заблаговременно выносится на площадку наблюдения для выравнивания температуры между ОЗС и окружающей средой. Поскольку в испытательном образце ОЗС отсутствует рукоятка, основание секстана крепится к штативу для возможности удобной гибкой регулировки угла обзора и выставления ОЗС в вертикале наблюдаемого прямолинейного светила. Производится установка оптики согласно меткам соосности.

Второй этап обсервации – подбор выгодных светил для наблюдения. В начале навигационных сумерек производится анализ звёздного неба. С помощью ОЗС за одно наблюдение можно получить различные комбинации навигационных параметров: сумму высот светил и их разность азимутов; разность высот светил и их разность азимутов. Выгодные условия для наблюдения подобных комбинаций описаны в [4] и [5].

Третий этап обсервации – отсеивание подобранных светил. Поскольку в испытательном образце в качестве полупрозрачного зеркала используется омедненное стекло с тонировкой «серебро 20», необходимо убедиться в возможности увидеть отражение ранее подобранных выгодных светил в темное время суток, а также произвести фокусировку оптической трубы для глаза наблюдателя.

Для этого по выборке выгодных светил производится наблюдение отражения светил с от самой яркой до самой тусклой звезды, в соответствующих вертикалях. Удерживая ОЗС в вертикале наблюдаемого светила, регулируется высотное отсчётно-стопорное устройство (ОСУ) ОЗС «ловя» отражение светила в зеркале. Данное наблюдение производится с оптикой, светила чьи отражения не были замечены при наблюдении – отсеиваются.

Четвертый этап обсервации – расчёт для метода целеуказания. Поскольку метод «от нуля» [5] при наблюдении светил с помощью испытательного образца ОЗС затруднен,

разумной альтернативой является метод «целеуказания». Для этого по оставшимся светилам после третьего этапа производится расчёт параметров ОСУ ОЗС по высоте и азимуту с учётом поправки индекса, на заранее выбранное время наблюдения.

Наблюдение методом «от нуля» с помощью испытательного образца ОЗС также возможно, в таком случае порядок действий будет следующий. На ОЗС выставляются нули по отсчетам ОСУ и наблюдается отраженное светило. Постепенно, не теряя из виду отраженное светило, отводится зеркало в азимутальной плоскости, приводя отраженное светило на примерный вертикал прямовидимого светила, затем зеркало регулируется в вертикальной плоскости, постепенно совмещая отраженное светило с прямовидимым.

Пятый этап - наблюдение. Производятся несколько наблюдений заранее подобранных светил, с интервалом 1-2 минуты. При этом важно удерживать ОЗС в вертикале наблюдаемого прямовидимого светила, для этого используется пузырьковый уровень, установленный на раме зеркала. Записываются отсчёты ОЗС с соответствующим временем наблюдения. В последующем отсчёты ОЗС осредняются для уменьшения влияния случайных ошибок.

Шестой этап – решение задачи по определению места. Решается графоаналитическая задача определения места по полученным отсчётам секстана. Для этого расчётом, исходя из полученных отсчётов ОСУ ОЗС, получают обсервованные навигационные параметры, описанные во втором этапе. Теория по применению разностно-высотной линии положения (РВЛП), суммарно-высотной линии положения (СВЛП) и разностно-азимутальной линии положения (РАЛП) в решении графоаналитической задачи по определению места наблюдателя описана в [6].

В эксперименте использованы следующие исходные данные: время наблюдения; наблюдаемые в ОЗС светила; координаты места наблюдения снятые с GPS; расчётные эфемериды наблюдаемых светил; отсчёты ОЗС.

Первая обсервация проводилась 1 мая 2025 года, с исходными данными: координаты места наблюдения с GPS: $54^{\circ}57,76' \text{ N } 083^{\circ}10,45' \text{ E}$; время первого наблюдения: 22:30 (N = 7E); наблюдаемые светила в первом наблюдении: α Возничего (28) – прямовидимое, α Льва (67) – отраженное; время второго наблюдения: 22:50 (N=7E); наблюдаемые светила во втором наблюдении: α Возничего (28) – прямовидимое, β Большой медведицы (71) – отраженное.

Вторая обсервация проводилась 14 мая 2025 года, с исходными данными: координаты места наблюдения с GPS: $54^{\circ}57,75' \text{ N } 083^{\circ}10,45' \text{ E}$; время первого наблюдения: 22:50 (N = 7E); наблюдаемые светила в первом наблюдении: α Лебедя (149) – прямовидимое, α Близнецов (54) – отраженное; время второго наблюдения: 23:10 (N=7E); наблюдаемые светила во втором наблюдении: α Льва (67) – прямовидимое, γ Волопаса (100) – отраженное.

По полученным с помощью ОЗС параметрам выполнены прокладки (рис. 2 - 5) в компьютерной программе компас 3Д [7], в пространстве «чертеж» для уменьшения влияния человеческого фактора на точность графической части задачи, размеры заданы в миллиметрах. Использован угловой масштаб [6] для определения величин: $\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$. В качестве счислимого места выбраны координаты с GPS, на него получены расчётные эфемериды и навигационные параметры. Следовательно, величины переноса навигационных параметров дадут представление о точности выполненных наблюдений.

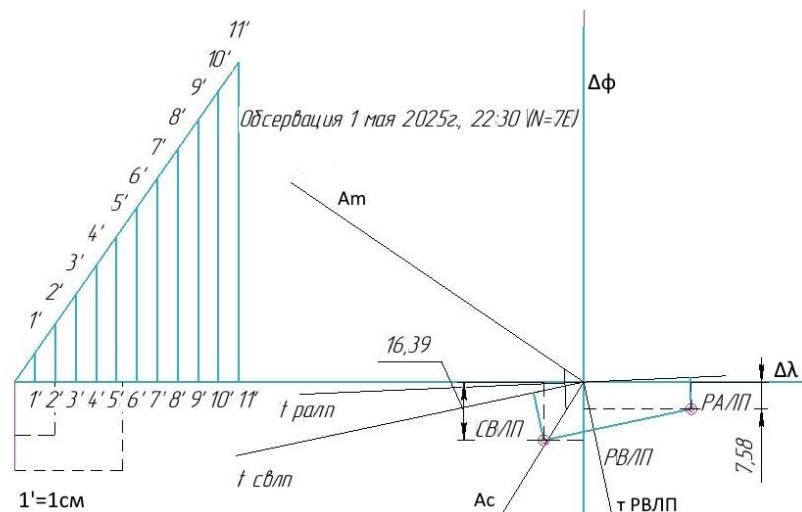


Рисунок 2 – Прокладка по обсервации 1 мая 2025 года, 22:30

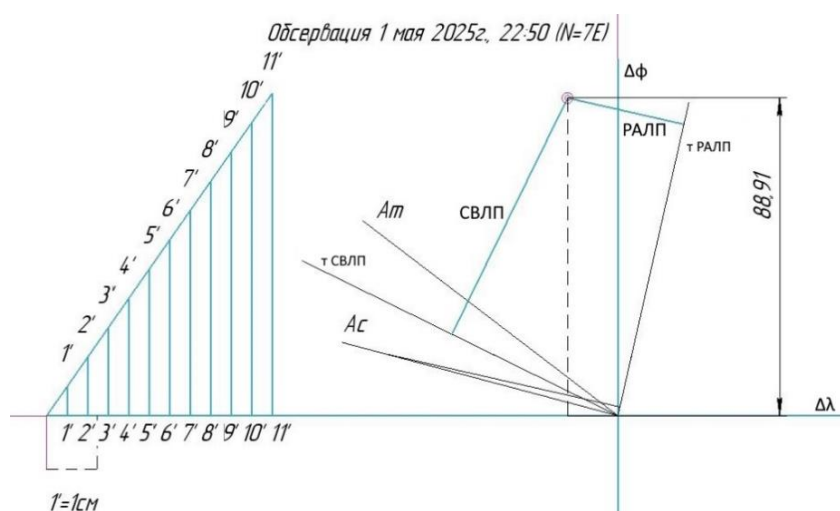


Рисунок 3 – Прокладка по обсервации 1 мая 2025 года, 22:50

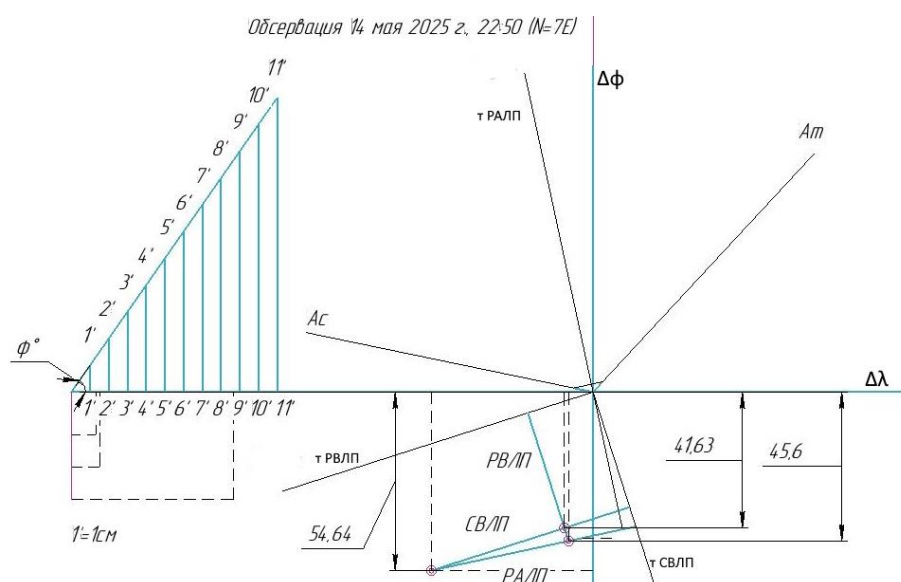


Рисунок 4 – Прокладка по обсервации 14 мая 2025 года, 22:50

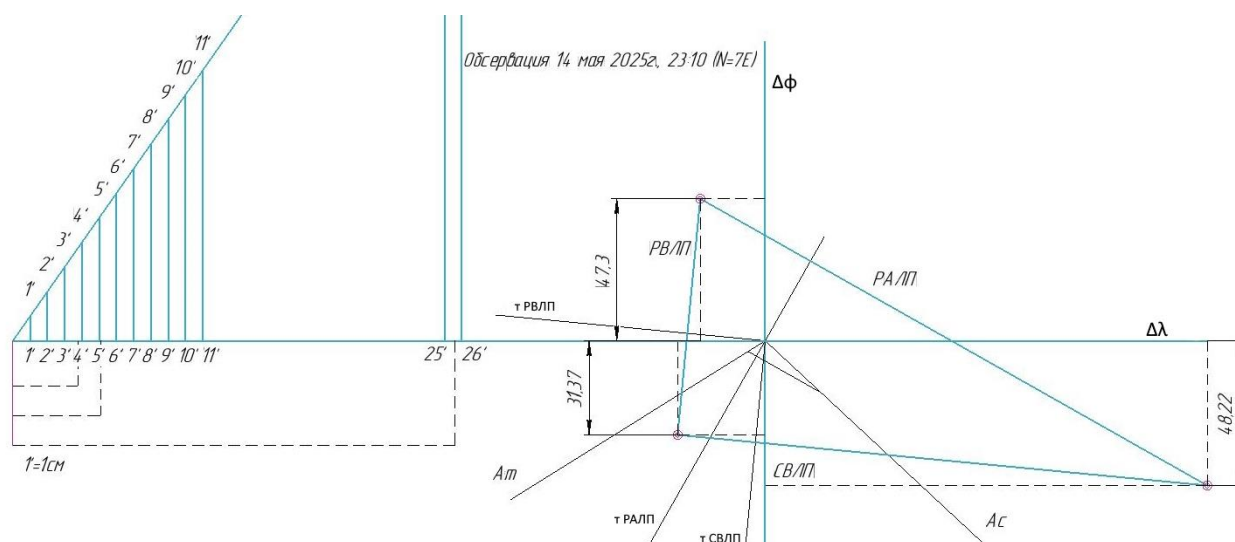


Рисунок 5 – Прокладка по обсервации 14 мая 2025 года, 23:10

Результаты

Исходя из рисунков 2-5, а также исходных данных получились следующие результаты расчётов.

Обсервация 1 мая 2025 года, 22:30 (N=7E). Координаты с GPS: $54^{\circ}57,76' \text{ N } 083^{\circ}10,45' \text{ E}$. Обсервованные координаты для разных методов: СВЛП/РВЛП: $54^{\circ}56,12' \text{ N } 083^{\circ}08,45' \text{ E}$; РАЛП/РВЛП: $55^{\circ}57,0' \text{ N } 083^{\circ}15,65' \text{ E}$. Разница между обсервованными координатами и GPS: СВЛП/РВЛП: $\Delta\varphi = 1,64'$; $\Delta\lambda = 2,0'$; РАЛП/РВЛП: $\Delta\varphi = 0,76'$; $\Delta\lambda = -5,2'$.

Обсервация 1 мая 2025 года, 22:50 (N=7E). Координаты с GPS $54^{\circ}57,76' \text{ N } 083^{\circ}10,45' \text{ E}$. Обсервованные координаты: $55^{\circ}06,65' \text{ N } 083^{\circ}07,95' \text{ E}$. Разница между обсервованными координатами и GPS: $\Delta\varphi = -8,89'$; $\Delta\lambda = 2,5'$.

Обсервация 14 мая 2025 года, 22:50 (N=7E). Координаты с GPS $54^{\circ}57,75' \text{ N } 083^{\circ}10,45' \text{ E}$. Обсервованные координаты для разных методов: СВЛП/РВЛП: $54^{\circ}53,59' \text{ N } 083^{\circ}08,95' \text{ E}$; РАЛП/РВЛП: $54^{\circ}53,19' \text{ N } 083^{\circ}09,05' \text{ E}$; РАЛП/СВЛП: $54^{\circ}52,29' \text{ N } 083^{\circ}01,65' \text{ E}$. Разница между координатами GPS и обсервованными: СВЛП/РВЛП: $\Delta\varphi = 4,16'$; $\Delta\lambda = 1,5'$; РАЛП/РВЛП: $\Delta\varphi = 4,56'$; $\Delta\lambda = 1,4'$; РАЛП/СВЛП: $\Delta\varphi = 5,46'$; $\Delta\lambda = 8,8'$.

Обсервация 14 мая 2025 года, 23:10 (N=7E). Координаты с GPS $54^{\circ}57,75' \text{ N } 083^{\circ}10,45' \text{ E}$. Обсервованные координаты для разных методов: РАЛП/РВЛП: $55^{\circ}02,48' \text{ N } 083^{\circ}06,65' \text{ E}$; СВЛП/РВЛП: $54^{\circ}54,61' \text{ N } 083^{\circ}05,4' \text{ E}$; РАЛП/СВЛП: $54^{\circ}52,93' \text{ N } 082^{\circ}44,95' \text{ E}$. Разница между координатами GPS и обсервованными: РАЛП/РВЛП : $\Delta\varphi = -4,73'$; $\Delta\lambda = 3,8'$; СВЛП/РВЛП: $\Delta\varphi = 3,14'$; $\Delta\lambda = 5,05'$; РАЛП/СВЛП: $\Delta\varphi = 4,82'$; $\Delta\lambda = 25,5'$.

Выводы

Обсервации с применением испытательного образца ОЗС позволили выявить дополнительные недостатки конструкции, а также подтвердить теорию расчётов навигационных параметров. На практике подтвердилось главное преимущество ОЗС по сравнению с традиционным секстаном – использование на протяжении всей ночи, а не только в период навигационных сумерек. Возможность использовать комбинации получаемых навигационных параметров, для решения задачи по определению места наблюдателя, позволяют производить наблюдение выбранных светил без дополнительных смен позиции наблюдателя и смены вертикала наблюдаемых светил, как в случае применения традиционного секстана.

Наиболее точное наблюдение было произведено 1 мая 2025 года, 22:30, исходя из решения задачи по определению места методом СВЛП и РВЛП.

Рекомендации

Дальнейшая работа должна вестись в направлении: исследования применяемых методов комбинаций различных ЛП в решении задачи по определению места наблюдателя; определение точности применяемых методов и дальнейшая разработка методологии применения для различных условий наблюдения.

Список литературы

1. Сичкарёв В.И., Безбородов С.А. Секстан. Патент на изобретение № 2781060 С1 МПК G01C 1/08 (2006.01). Опубликовано 04.10.2022. Бюл. № 28.
2. Безбородов С.А. Однозеркальный секстан / С.А. Безбородов // Транспорт. Горизонты развития: Сборник трудов конференции. – Нижний Новгород, ВГУВТ, 2024. – 274 с.
3. Сичкарёв В.И., Безбородов С.А. Однозеркальный секстан. Патент на изобретение № 2828180 С1 МПК G01C 1/08 (2006.01). Опубликовано 07.10.2024. Бюл. № 28.
4. Сичкарев В.И. Выгодные условия наблюдения светил для обсервации по их разностям высот и азимутов / В.И. Сичкарев. // Судовождение-2016: Сборник научных трудов. – Новосибирск: СГУВТ, 2016. – С. 3-7.
5. Сичкарев В.И. Исследование условий обсервации по суммам высот и разностям азимутов светил / В.И. Сичкарев, С.А. Безбородов. // Транспортное дело России. 2024. № 8. С. 158-161.
6. Сичкарёв В.И. Вспомогательные операции мореходной астрономии: учебное пособие / В.И. Сичкарёв. – Новосибирск: Изд-во НГАВТ, 2012. – 131 с.
7. Гаврюк М.И. Астронавигационные определения места судна. - М.: Транспорт, 1973. - 176 с.
8. Мокрецова, Л.О. Программное обеспечение начертательной геометрии и инженерной графики. Система твердотельного моделирования КОМПАС-3D: Учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы / Л.О. Мокрецова, В.В. Свирина, И.В. Дохновская; Под ред. Л.О. Мокрецовой. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. – 58 с

