

*Билинский А.И., Благодыр Я.Т.
(Астрономическая обсерватория Льв.НУ, г. Львов, Украина),
д.т.н. Денищик Ю.С., Горельников С.А.
(ГМЦ«Орион» ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛАЗЕРНО-ЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ ГМЦ «ОРИОН» ДОНГТУ И РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ СПУТНИКОВ

Перелічені найбільш важливі роботи, що були виконані на лазерній локаційній станції ДМЦ „Оріон” ДонДТУ. Наведені результати виконання цих робіт і результати вимірів далькості штучних супутників Землі.

Ключові слова: локація, передавач, лазер, датчик, випромінювання, потужність, точність, калібрування, мішень, вимірювач, далекість, телескоп.

Перечислены наиболее важные работы, которые были выполнены на лазерной локационной станции ГМЦ «Орион» ДонГТУ. Приведены результаты выполнения этих работ и результаты измерений дальности искусственных спутников Земли.

Ключевые слова: локация, передатчик, лазер, датчик, излучение, мощность, точность, калибровка, мишень, измеритель, дальность, телескоп.

Современные лазерно-локационные станции (ЛЛС) космического назначения имеют предельные дальности действия порядка десятков тысяч километров при импульсных мощностях передающих устройств в сотни мегаватт. Точности измерения дальности объектов, в основном – искусственных спутников Земли, составляют единицы сантиметров. Погрешности привязки системного времени ЛЛС к шкале всемирного времени UTC не превышают одной микросекунды [1].

ЛЛС Астрономической обсерватории ГМЦ «Орион» ДонГТУ до недавнего времени имела импульсную мощность передатчика не более 100 МВт и среднеквадратическую погрешность измерения дальности более 1 м. Служба времени находилась на современном уровне, но не имела автономного питания, что требовало ее синхронизации со шкалой UTC при каждом сеансе работы ЛЛС из-за плохого качества питающей сети в месте размещения обсерватории. Это приводило к большим потерям времени работы всей системы. Указанные недостатки, по сравне-

нию с современными ЛЛС, снижали эффективность работы станции при астрономических наблюдениях.

Поэтому ЛЛС ГМЦ «Орион» ДонГТУ была существенно модернизирована с улучшением энергетических и точностных характеристик. Была увеличена мощность передатчика приблизительно в 6 раз для повышения предельной дальности действия станции и точности определения координат космических объектов [2]. Увеличено быстродействие датчика излучения передатчика с 2 нс до 700 пс и формирователей импульсов «старт» и «стоп» измерителя дальности объекта от 2,5 нс до 1,5 нс, что положительно сказалось на точностных характеристиках ЛЛС.

Для контроля основных параметров станции была смонтирована система калибровки, которая показана на рисунке 1. При выполнении калибровки оптический импульс от передатчика – лазера 1 через ослабляющее устройство 2 телескопа 3, расположенного в астрономическом павильоне 4, подается на зеркало 5 и дальше – на юстируемую мишень – зеркало 6, закрепленное на здании 7 обсерватории. Отраженное излучение 8 попадает на зеркало 9, откуда через оптическое устройство 10 поступает на приемник - фотоэлектронный умножитель приемного тракта ЛЛС. Юстируемые зеркала 5 и 9 с установлены на опоре 11 с бетонным фундаментом.

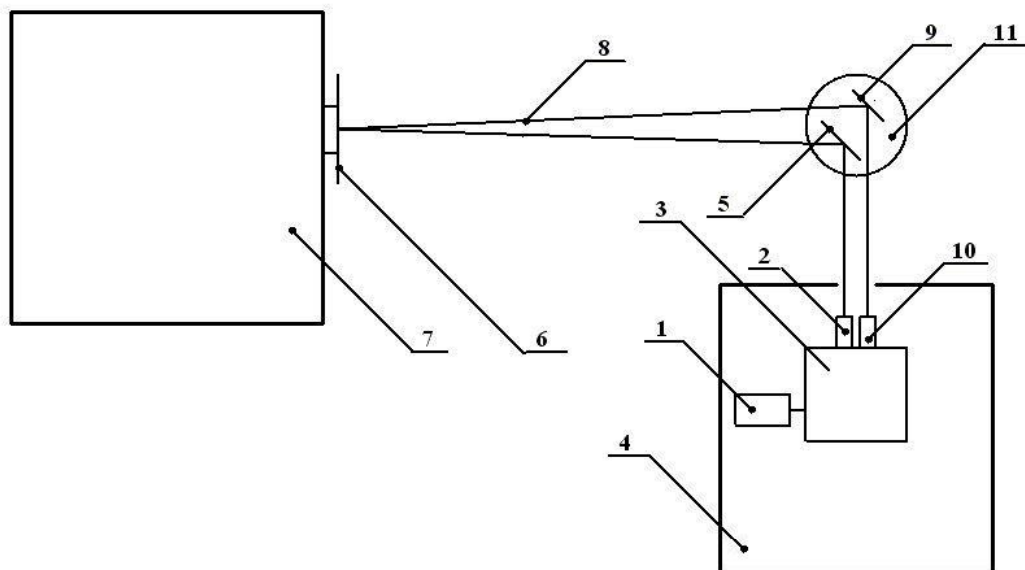


Рисунок 1 – Система калибровки ЛЛС

На рисунке 2 показана мишень, закрепленная на здании обсерватории, и на рисунке 3 - поворотные зеркала, закрепленные на опоре вблизи окна астрономического павильона.

На рисунке 4 показаны оптические устройства телескопа, которые используются для калибровки ЛЛС, а на рисунке 5 – импульсный YAG:

Nd лазер с перископом, размещенные в отдельной комнате павильона. Излучение лазера с длиной волны 0,53 мкм подается через перископ и отверстие в окне комнаты в канал лазера телескопа (рисунок 4). В августе 2009 года авторы настоящей статьи выполнили профилактические работы на ЛЛС с юстировкой главной оптической системы и приемо-передающих каналов при помощи автоколлиматора и гелий-неонового лазера с непрерывным излучением. Телескоп и закрепленный в главной оптической системе гелий-неоновый лазер показаны на рисунке 6.

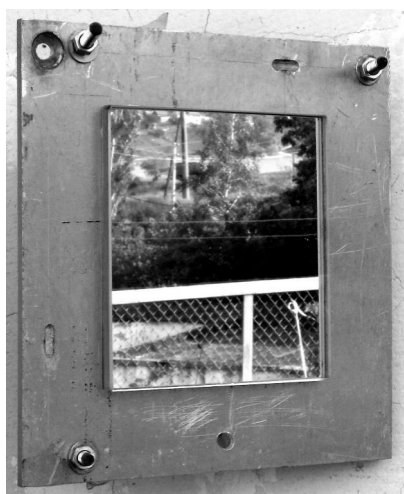


Рисунок 2 – Мишень



Рисунок 3 – Поворотные зеркала на опоре

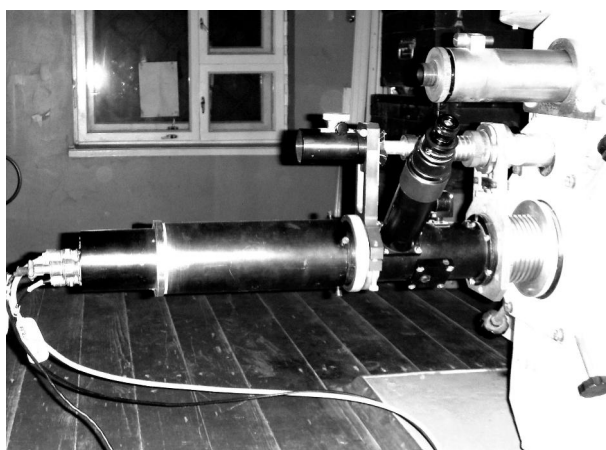


Рисунок 4 – Оптические устройства телескопа для калибровки ЛЛС

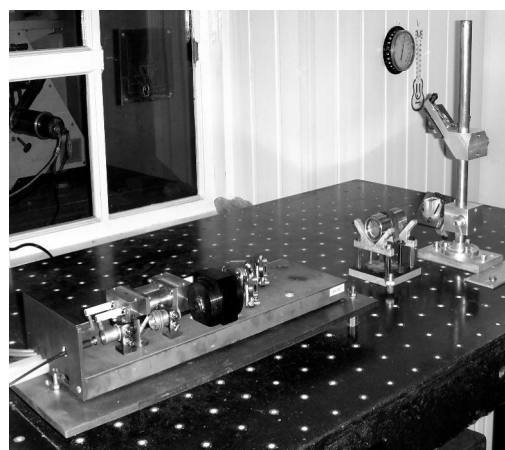


Рисунок 5 – Лазер и перископ

Была также оснащена непрерывным автономным питанием служба времени, показанная на рисунке 7 и состоящая из атомного стандарта частоты, привязанного к шкале времени UTC с помощью станции GPS обсерватории, и синхронметра, который понижает частоту 5 МГц стандарта до более низких частот. Показанная на рисунке 7 служба времени позволяет привязать системное время ЛЛС к всемирному времени UTC с точностью лучше 1,0 мкс.

He:Ne лазер -----

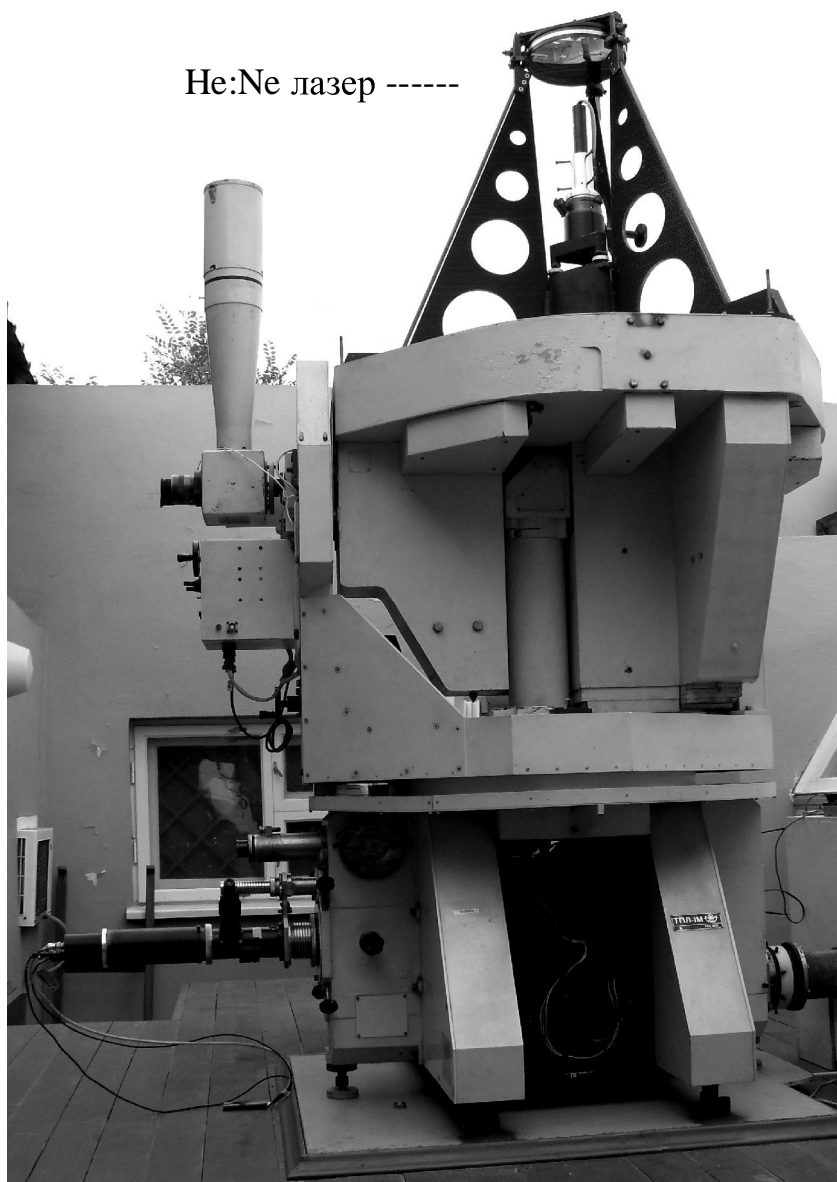


Рисунок 6 - Телескоп и закрепленный в главной оптической системе He:Ne лазер



Рисунок 7 – Служба времени ЛЛС

После проведенных профилактических работ авторами статьи была проведена локация мишени, расстояние до которой составляет 28 м от опоры с поворотными зеркалами. Среднеквадратическая погрешность измерения дальности составила величину, около 1 см. При этом не были использованы специальные методы и средства обработки отраженных оптических импульсов, позволяющие уменьшить эту погрешность в несколько раз.

При тех же условиях были проведены лазерно-локационные наблюдения искусственных спутников Земли «AJISAI», «STELLA», «BEACON». Среднеквадратическая погрешность измерения дальности составила величину не больше 20 см, что можно считать неплохим результатом при отсутствии специальной обработки отраженных оптический импульсов. В настоящее время два различных устройства для такой обработки, одно из которых разработано в ГМЦ «Орион», готовятся к испытаниям в составе ЛЛС. На рисунке 8 показано изображение отраженных сигналов от спутника «AJISAI» на экране монитора в виде прерывистой линии, отдельные точки – это шумы.

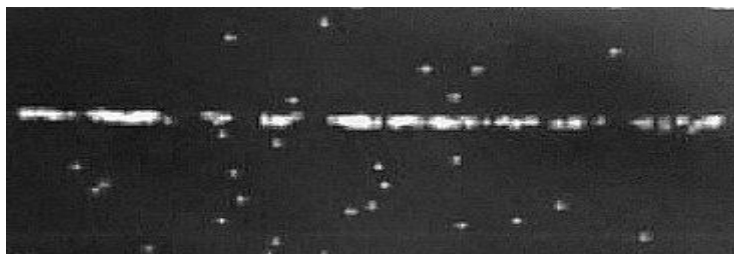


Рисунок 8 - отображение сигналов, отраженных от спутника «AJISAI», на экране монитора

Библиографический список

1. Денищик Ю.С. Анализ современного состояния лазерной локации космических объектов и оптимального построения ЛЛС // Сборник научных трудов ДонГТУ. – вып. 24. – С.329-339.

2. Денищик Ю. С., Дрюченко А. М., Нагай (Любич) И. В. Лазерная локация спутников // Вісник астрономічної школи. – К.: Видавництво національного авіаційного університету. – 2002. – Т. 3, № 2. – С. 58-69.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Заблудским Н.Н.