

Copyright © 2022 by Cherkas Global University



Published in the USA  
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A  
 Has been issued since 2015.  
 E-ISSN: 2413-7499  
 2022. 8(1): 3-11

DOI: 10.13187/rjar.2022.1.3  
<https://rjar.cherkasgu.press>



## Articles

### Evolution of Geodetic Astronomy

Gospodinov Slaveyko Gospodinov <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofia, Bulgaria

#### Abstract

The article analyzes the evolution of geodetic astronomy over the past 120 years. Initially, it was formed on the basis of the transfer of measurement methods and information processing from geodesy to the field of astronomy. Currently, geodetic astronomy is closely related to space geoinformatics, comparative planetology and space geodesy. Currently, comparative planetary science has begun to use more measuring methods and methods of comparative analysis. Measuring and comparison methods link geodetic astronomy and comparative planetary science. Advanced methods of geodetic measurements link space geodesy and geodetic astronomy. The principles of technology integration and data integration from space geoinformatics have been transferred to the field of geodetic astronomy. Common to space geodesy, space geoinformatics, comparative planetology and geodetic astronomy is the trend towards using angular measurements and a small number of linear measurements. Common to these sciences is the study of spatial relationships on Earth and in space. What they have in common is the use of advances in computing technology to process observations and measurements. There were described four celestial spheres, which are used in geodetic astronomy. The basic coordinate systems used in geodetic astronomy are described. Methods for ensuring the uniformity of time measurements in geodetic astronomy are described. The article reveals the content of geodetic astronomy through the main directions of its application. The features of astronomical definitions characteristic of geodetic astronomy are described. The evolution of geodesic astronomy has led to the fact that its modern content is significantly different from its original content.

**Keywords:** astronomy, geodetic astronomy, geoinformatics, space geoinformatics, astronomical coordinates, geodetic coordinates.

#### 1. Введение

Геодезическая астрономия возникла как самостоятельная наука (Hayford, 1910). Ее особенностью был перенос методов геодезии в область астрономии. В настоящее время геодезическая астрономия находится в тесной взаимосвязи с космической геоинформатикой, сравнительной планетологией и космической геодезией. Появление космической геодезии (Глушков и др., 2002) и развитие сравнительной планетологии повлияли на содержание геодезической астрономии. Сравнительная планетология первоначально опиралась на земные геологические методы, которые переносились на

\* Corresponding author  
 E-mail addresses: [sgospodinov@mail.bg](mailto:sgospodinov@mail.bg) (G.S. Gospodinov)

изучение других планет. В настоящее время сравнительная планетология (Tsvetkov, 2018) стала использовать больше измерительные методы и методы сравнительного анализа (Кудж, 2019) в своих исследованиях. Измерительные методы и методы сравнения связывают геодезическую астрономию и сравнительную планетологию. Космическая геодезия возникла как самостоятельная наука для удовлетворения информационной потребности по лучшему изучению небесной механики и совершенствованию геодезических методов с использованием динамики, а также по применению методов баллистики для геодезических расчетов. Расширенные методы геодезических измерений связывают космическую геодезию и геодезическую астрономию. Космическая геоинформатика (Bondur, Tsvetkov, 2015) является самой молодой среди перечисленных четырех наук. Ее принципы интеграция технологий и интеграция данных были перенесены в область геодезической астрономии. В настоящее время многие методы обработки информации в геодезической астрономии используют геоинформационный подход (Rozenberg, Tsvetkov, 2009). Можно констатировать, что эволюция геодезической астрономии (Hoskinson, Duerksen, 1947; Korakitis, 2002; Hirt, Burki, 2006; Пандул, 2010) привела к тому, что содержание современной геодезической астрономии существенно отличается от ее первоначального содержания и толкования. Это требует ее углубленного анализа и изучения. Общим для космической геодезии, космической геоинформатики, сравнительной планетологии (Tsvetkov, 2018) и геодезической астрономии является тенденция к использованию угловых измерений и незначительного количества линейных измерений. Общим для космической геоинформатики, геодинамики и геодезической астрономии является измерение деформаций земной коры, посредством пространственных измерений (Господинов, 2011).

Фундаментальное значение геодезической астрономии, астрономии и космической геоинформатики состоит в исследовании мирового пространства и исследовании закономерностей развития вселенной и связанных с ними закономерностей развития земной цивилизации. Прикладное значение геодезической астрономии связано с навигацией. В условиях глобализации общества ее методы стали применять для глобальной навигации, в первую очередь, для управления транспортом (Lyovin, 2017).

Развитие радиотехники привело к появлению нового направления в астрономии радиоастрономии (Kraus, 1966). Это направление применяют и геодезической астрономии. Достаточно долго основной системой координат для земных наук была астрономическая система координат. С выявлением отклонения формы фигуры Земли от сферической формы возникла геодезическая система координат. Она стала применяться на поверхности Земли как более точная при определении местоположения объектов. Применение двух систем координат поставило проблемы связи между геодезической и астрономической системами координат и проблему трансформации координат между этими системами. Особую актуализацию этой трансформации придает проблема астероидно-кометной опасности (Tsvetkov, 2016a). Траектории особо опасных объектов рассчитывают первоначально в гелиоцентрической системе координат, затем в геоцентрической (астрономической) системе координат. По мере приближения к Земле возникает проблема оценки попадания небесного тела в точку земной поверхности. Приближение опасных объектов к Земле требует пересчета траектории небесного тела в геодезическую систему координат. Это обуславливает тесную связь геодезической астрономии и обычной геодезии и мотивирует развитие геодезической астрономии (Gospodinov, 2018) этом направлении. Интеграция геодезических измерений с астрономическими измерениями делает актуальными исследования в области интеграции геодезической астрономии с другими науками.

## 2. Обсуждение и результаты

**Современное содержание геодезической астрономии.** Содержательно геодезическая астрономия включает (Господинов, Джордова, 2011) ряд основных разделов, определяющих ее основу:

Пространственная геометрия, включая геометрию Евклида и Римана (Болбаков, 2021).

Механика объектов небесной сферы

Основы пространственной логики (Тягунов, Цветков, 2021).

Основы угловых измерений в космосе (Савиных, 2021; Цветков 2021).

Теорию координатных систем (Розенберг, Цветков, 2009).

Теорию измерения времени (Robbins, 1967).

Методы астрометрии.

Методы космического мониторинга.

Информационные системы по космической тематике (Савиных, 2019) и другие.

В соответствии с методикой координирования и методикой космического мониторинга при пространственных наблюдениях выбирают область наблюдения или поле наблюдения. В зависимости от области наблюдения в геодезических исследованиях выбирают не только системы координат, но и базовую небесную сферу. Выбор базовой небесной сферы является отличительной особенностью геодезической астрономии. Таких сфер в геодезической астрономии четыре. Первая топоцентрическая сфера.

В геодезической астрономии центр топоцентрической небесной сферы находится на поверхности Земли. Эта координатная система важна для исследования астероидной опасности применительно к точке соприкосновения с Землей.

Вторая важная сфера по мере приближения к Земле – геоцентрическая. Для этой небесной сферы начало координат совпадает с центром масс Земли. Эта координатная система важна для подлунного и залунного пространства. Залунное пространство (Barmin et al., 2014) исследуется редко, но с позиции астероидной опасности оно представляет большую важность. Две другие небесные сферы гелиоцентрическая (геометрическая) барицентрическая (гравитационная) связаны с Солнцем. Они различаются тем, что для гелиоцентрической центр сферы совмещен с центром Солнца, для барицентрической центр сферы совмещен с центром тяжести Солнечной системы.

Для координирования при использовании сферической системы координат принято в этой системе выбирать два взаимно перпендикулярных круга, задающих астрономическую широту ( $\varphi$ ), и астрономическую долготу ( $\lambda$ ). Широту  $\varphi$  определяют по между плоскостью экватора и направлением линии из данной точки (М) в центр координат. В зависимости от расположения кругов выбирают системы координат, которые различают в геодезической астрономии и задают специальную систему координат. К числу таких специальных систем координат относят: горизонтальную систему координат; экваториальные системы координат; эклиптическую систему координат.

В координатных системах геодезической астрономии базовыми параметрами являются широта, долгота и астрономический азимут направления (А).

Астрономическая долгота  $\lambda$  – определяется по двугранному углу между плоскостями условно начального меридиана и меридиана, проходящего через определяемую точку (М). Величину (А) отсчитывают также по двугранному углу. Этот угол задают две плоскости плоскость астрономического меридиана и плоскость, проходящую через вертикаль из точки (М).

Единство времени важная составляющая измерений в геодезической астрономии. Для этой цели применяют системы звездного времени и солнечного времени. Основой измерения времени во всех научных направлениях является выбор эталона времени. Эталон времени использует стабильную частоту или эталонную частоту. Такой эталонной частотой в геодезической астрономии выбирают частоту вращения Земли вокруг оси. Эта частота является стабильной не имеет ограничений во времени. Многие земные эталоны частоты имеют экспоненциальную тенденцию изменения частоты во времени. Частота земного вращения является стабильной на протяжении существования человечества. Дополнительно применяют системы эфемеридного времени. Дополнительно в геодезической астрометрии применяют квантовые эталоны времени, что обеспечивает создание равномерной временной шкалы.

Астрономические наблюдения и определения имеют свои особенности.

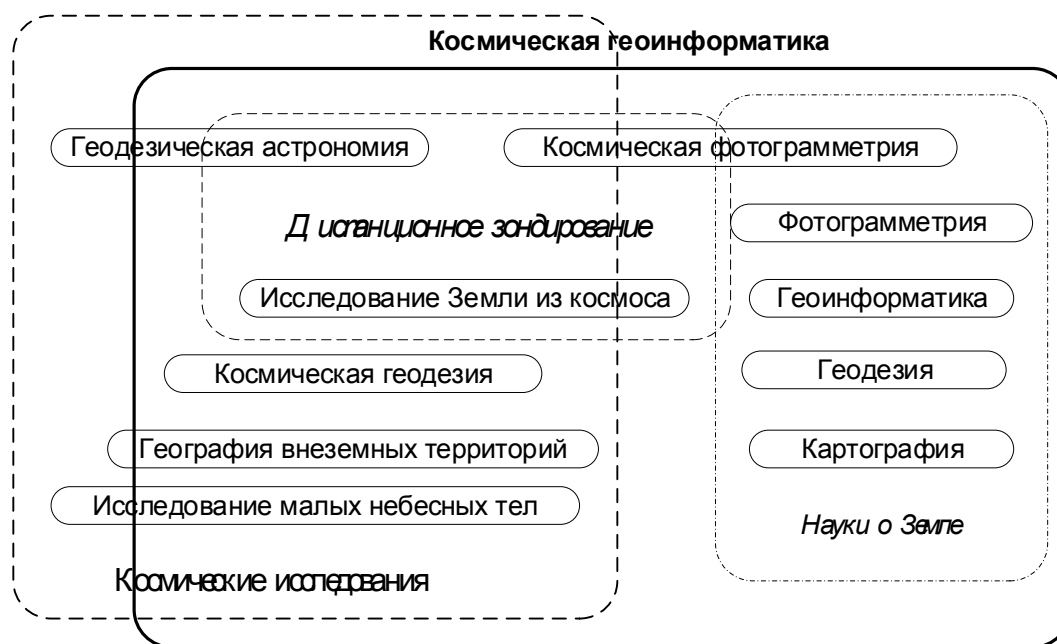
Астрономические наблюдения позволяют с использованием понятия приведенной широты определять связь между геодезической и астрономической системами координат (Ознамец, Цветков, 2018);

Определения азимутов на земные предметы ограничивают случайные и систематические погрешностей угловых измерений;

Астрономические наблюдения в космосе основаны на визуально инструментальных наблюдениях (Савиных, 2020);

Астрономические угловые измерения разделяют на точные и приближенные. Точные обеспечивают предельную инструментальную точность и минимальную погрешность, приближенные угловые измерения имеют погрешность от 1" до 1'. Точные основаны на расчетах, приближенные на прямых измерениях. Их часто применяют в первую очередь, для индикации.

**Особое отношение геоинформатики и геодезической астрономии.** Общим для обеих наук является то, что они развились из земных наук. Космическая геоинформатика возникла как разновидность наземной информатики. Геодезическая астрономия первоначально возникала как синтез наземной геодезии и астрономии. Геоинформатика (Савиных, Цветков, 2013) и космическая геоинформатика (Bondur, Tsvetkov, 2015) на ее основе развиваются на основе интеграционных принципов объединения различных научных направлений (Савиных, 2015). Космическая геоинформатика использует еще интеграцию данных и интеграцию технологий. В первую очередь надо отметить интеграцию геоинформатики и космической геоинформатики с методами дистанционного зондирования (Савиных, Цветков, 1999). Именно интеграция является наиболее привлекательной для геодезической астрономии (Господинов, Джордова, 2011). В первую очередь геодезическую астрономию привлекает интеграция данных и технологий геоинформатики. Она дает возможность собирать информацию методами геодезической астрономии, а обрабатывать ее методами космической геоинформатики как наиболее сложившаяся исторически наука среди рассмотренных наук. На Рисунке 1 дана структурная схема космической геоинформатики, отражающая ее связь с геодезической астрономией.



**Рис. 1.** Интеграция наук в космической геоинформатике

Космическая геоинформатика полностью включает две области исследования: науки о Земле и Дистанционное зондирование. Космическая геоинформатика частично включает область космических исследований. Многие науки в космической геоинформатике образуют категориальные пары.

Дистанционное зондирование является близким геодезической астрономии и фотограмметрии, особенно воздушной. Исследование Земли из космоса связано с геоинформатикой, прежде всего в части организации данных в геоданные.

Геодезия связана с космической геодезией. Картография связана с географией внеземных территорий. Исследование малых небесных тел представляет собой направление космической геоинформатики и космических исследований.

Верхний уровень космической геоинформатики образуют геодезическая астрономия и космическая фотограмметрия. Причем геодезическая астрономия лишь частично входит в космическую геоинформатику.

Космическая геоинформатика, как и геодезическая астрономия, обеспечивает на уровне данных сопоставимость и анализ. Но геодезическая астрономия решает задачи связи между астрономией и геодезией. Космическая геоинформатика решает задачи связи для большего числа наук.

Космическая геодезия (Глушков и др., 2002) трансформирует методы геодезии в космические исследования и в геодезическую астрономию. На Рисунке 1 не показана сравнительная планетология (Савиных, Цветков, 2012), частично связана с исследованием малых небесных тел.

На уровне технологий космическая геоинформатика и геодезическая астрономия интегрируют технологии и методы обработки пространственной информации. Методологически они осуществляют междисциплинарный перенос знаний. На уровне познания космическая геоинформатика и геодезическая астрономия формируют картину мира (Tsvetkov, 2014).

Методологически космическая геоинформатика и геодезическая астрономия работают с информационным полем (Цветков, 2016), из которого извлекают знание, пространственное знание (Savinych, 2016) и геознание (Tsvetkov, 2016b).

Информационный аспект космической геоинформатики и геодезической астрономии состоит в создании дескриптивных моделей описания и прескриптивных моделей исследования. На Рисунке 2 приведены космические пространства как объект исследования геодезической астрономии.



**Рис. 2.** Космические пространства как объект исследования геодезической астрономии

Особенность схемы на Рисунке 2 в том, что геодезическая астрономия не исследует земную поверхность и подземное пространство. Рассматривая процесс освоения космического пространства как процесс цивилизации, можно считать, что космическая геоинформатика и геодезическая астрономия расширяют пространство, освоенное человеком. Методы геодезической астрономии и космической геоинформатики тесно интегрированы с космическими исследованиями и образуют новый этап интеграции космических и земных наук.

### 3. Заключение

Геодезическая астрономия в настоящее время является комплексом наук, тесно связанным с космической геодезией, геодезией, сравнительной планетологией и космической геоинформатикой. По инструментальной части существует тесная связь между геодезической астрономией космической геодезией, геодезией и метрологией. В аспекте сравнительного анализа существует связь между геодезической астрономией и сравнительной планетологией. В технологической части и в аспекте обработки данных геодезическая астрономия тесно связана с космической геоинформатикой. Кроме того, развитие инструментоведения, метрологии и астрономии также определяет динамику и



эволюцию геодезической астрономии. Следует отметить, что развитие вычислительной техники и появление проблемы больших данных (Буравцев, Цветков, 2019) также влияют на развитие геодезической астрономии. Можно говорить о науках о пространстве, к числу которых относят космическую геодезию, космическую геоинформатику, астрономию, геодезическую астрономию, спутниковую геодезию, сравнительную планетологию. Общим для этих наук является исследование пространственных отношений на Земле и в космосе и перенос методов земных наук в область исследования космического пространства. Общим для них является использование достижений вычислительных технологий для обработки наблюдений и измерений. Общим для этих наук является решение новых задач, которые методами других наук не решаются. Геодезическая астрономия частично входит в космическую геоинформатику, но другая ее часть развивается независимо. Геодезическая астрономия и космическая геоинформатика позволяют получать пространственное знание, геознание и новый вид знания космическое знание (Savinykh, 2016).

### Литература

- Буравцев, Цветков, 2019 – Буравцев А.В., Цветков В.Я. Облачные вычисления для больших геопространственных данных // *Информация и космос*. 2019. №3. С. 110-115.
- Глушков и др., 2002 – Глушков В.В., Насретдинов К.К., Шаравин А.А. Космическая геодезия: методы и перспективы развития. М.: Институт политического и военного анализа. 2002. 448 с.
- Господинов, 2011 – Господинов С. Определение на блоково обуслоени равнини деформации на земната кора посредством измерени пространствени хорди. Военно географична служба (Болгария), 2011. 39 с. (болг.)
- Господинов, Джордова, 2011 – Господинов С., Джордова С. Геодезическая астрономия. Военно географична служба (Болгария), 2011. 264 с.
- Кудж, 2019 – Кудж С.А. Методы сравнительного анализа // *Славянский форум*. 2019. 3(25): 140-150.
- Ознамец, Цветков, 2018 – Ознамец В.В., Цветков В.Я. Координатное геодезическое обеспечение: связь между приведенной и геодезической широтой // *ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении*. 2018. № 6 (10). С. 8-14.
- Пандул, 2010 – Пандул И.С. Геодезическая астрономия применительно к решению инженерно-геодезических задач. СПб.: Политехника. 2010.
- Розенберг, Цветков, 2009 – Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Координатные системы в геоинформатике. МГУПС, 2009. 67 с.
- Савиных, 2015 – Савиных В.П. О космической и земной геоинформатике // *Перспективы науки и образования*. 2015. №5. С. 21-26.
- Савиных, Цветков, 1999 – Савиных В.П., Цветков В.Я. Особенности интеграции геоинформационных технологий и технологий обработки данных дистанционного зондирования // *Информационные технологии*. 1999. №10. С. 36-40.
- Савиных, Цветков, 2012 – Савиных В.П., Цветков В.Я. Сравнительная планетология. М.: МИИГАиК, 2012, 84 с.
- Савиных, Цветков, 2013 – Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформатика как система наук // *Геодезия и картография*. 2013. №4. С. 52-57.
- Цветков, 2016 – Цветков В.Я. Информационное поле и информационное пространство // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. №1-3. С. 455-456
- Barmin et al., 2014 – Barmin I.V., Kulagin V.P., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. Near-Earth Space as an Object of Global Monitoring // *Solar System Research*. 2014. 48(7): 531-535. DOI: 10.1134/S003809461407003X
- Bolbakov, 2021 – Bolbakov, R.G. (2021). Construction and Design of Objects on the Surface of Planets // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 7(1): 3-12.
- Bondur, Tsvetkov, 2015 – Bondur V.G., Tsvetkov V.Ya. New Scientific Direction of Space Geoinformatics // *European Journal of Technology and Design*. 2015. 4(10): 118-126.
- Gospodinov, 2018 – Gospodinov S.G. The Development of Geodesic Astronomy // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 4(1): 9-33.
- Hayford, 1910 – Hayford J.F. A text-book of geodetic astronomy. J. Wiley, 1910.

- Hirt, Burki, 2006 – Hirt C., Burki B. Status of Geodetic Astronomy at the Beginning of the 21st Century // Festschrift Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. hc Gunter Seeber anlässlich seines. 65: 81-99.
- Hoskinson, Duerksen, 1947 - Hoskinson A.J., Duerksen JA. Manual of geodetic astronomy. US Government Printing Office, 1947.
- Korakitis, 2002 – Korakitis R. Lecture notes on Geodetic Astronomy // NTUA, School of Rural and Surveying Engineering (In Greek). 2002
- Kraus, 1966 – Kraus J.D. (1966). Radio astronomy. New York: McGraw-Hill.
- Lyovin, 2017 – Lyovin B.A. Earth Exploration from Space for Solving Transport Problems // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 3(1): 13-28.
- Robbins, 1967 – Robbins A.R. Time in geodetic astronomy // *Survey Review.* 1967. 19(143): 2-19.
- Rozenberg, Tsvetkov, 2009 – Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. The Geoinformation approach // *European Journal of Natural History.* 2009. 5: 102-103.
- Savinych, 2016 – Savinych V.P. On the Relation of the Concepts of Space Knowledge, Knowledge, Knowledge of the Spatial // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 2016. 1(2): 23-32.
- Savinych, 2019 – Savinych V.P. Planetary Research Information Systems // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 2019. 5(1): 41-55.
- Savinych, 2020 – Savinych V.P. Visual and Instrumental Observations from the Spacecraft // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 2020. 6(1): 23-34.
- Savinych, 2021 – Savinych V.P. Determination of the Linear Parameters of the Planet by Measuring the Angular Diameter // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 7(1): 28-34.
- Tsvetkov, 2014 – Tsvetkov V.Ya. Worldview Model as the Result of Education // *World Applied Sciences Journal.* 2014. 31 (2): 211-215.
- Tsvetkov, 2016a – Tsvetkov V.Ya. The Problem of Asteroid-Comet Danger // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 2016. 1(2): 33-40.
- Tsvetkov, 2016b – Tsvetkov V.Ya. Geoknowledge // *European Journal of Technology and Design.* 2016. 3(13): 122-132.
- Tsvetkov, 2018 – Tsvetkov V.Ya. The Development of the Direction "Comparative Planetology" // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 2018. 4(1): 34-41.
- Tsvetkov, 2021 – Tsvetkov V.Ya. Angular Measurements in Space Geoinformatics // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 2021. 7(1): 35-42.
- Tyagunov, Tsvetkov, 2021 – Tyagunov A.M., Tsvetkov V.Ya. Logic of Space Observations // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 2021. 7(1): 43-48.

## References

- Barmin et al., 2014 – Barmin, I.V., Kulagin, V.P., Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya. (2014). Near-Earth Space as an Object of Global Monitoring. *Solar System Research.* 48(7): 531-535. DOI: 10.1134/S003809461407003X
- Bolbakov, 2021 – Bolbakov, R.G. (2021). Construction and Design of Objects on the Surface of Planets. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 7(1): 3-12.
- Bondur, Tsvetkov, 2015 – Bondur, V.G., Tsvetkov, V.Ya. (2015). New Scientific Direction of Space Geoinformatics. *European Journal of Technology and Design.* 4 (10): 118-126.
- Buravcev, Tsvetkov, 2019 – Buravcev, A.V., Tsvetkov, V.Ya. (2019). Oblachnye vychisleniya dlya bol'shih geoprostranstvennykh dannykh [Cloud computing for big geospatial data]. *Informaciya i kosmos.* 3: 110-115. [in Russian]
- Glushkov i dr., 2002 – Glushkov, V.V., NasretDinov, K.K., Sharavin, A.A. (2002). Kosmicheskaya geodeziya: metody i perspektivy razvitiya [Space geodesy: methods and development prospects]. M.: Institut politicheskogo i voennogo analiza. 448 p. [in Russian]
- Gospodinov, 2011 – Gospodinov, S. (2011). Opredelenie na blokovo obusloeni ravnini deformaii na zemnata kora posredstvom iziereni prostranstveni hordi. Voенно geografichna sluzhba (Bolgariya), 39 p. [in Bulgarian]
- Gospodinov, 2018 – Gospodinov, S.G. (2018). The Development of Geodesic Astronomy. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 4(1): 9-33.
- Gospodinov, Dzhordova, 2011 – Gospodinov, S., Dzhordova, S. (2011). Geodezicheskaya astronomiya [Geodetic astronomy]. Voенно geografichna sluzhba (Bolgariya), 264 p. [in Bulgarian]

- [Hayford, 1910](#) – *Hayford, J.F.* (1910). A text-book of geodetic astronomy. J. Wiley.
- [Hirt, Burki, 2006](#) – *Hirt, C., Burki, B.* (2006). Status of Geodetic Astronomy at the Beginning of the 21st Century. Festschrift Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. hc Gunter Seeber anlässlich seines. T. 65. Pp. 81-99.
- [Hoskinson, Duerksen, 1947](#) – *Hoskinson, A.J., Duerksen, J.A.* (1947). Manual of geodetic astronomy. US Government Printing Office.
- [Korakitis, 2002](#) – *Korakitis, R.* (2002). Lecture notes on Geodetic Astronomy. NTUA, School of Rural and Surveying Engineering 2002. [in Greek]
- [Kraus, 1966](#) – *Kraus, J.D.* (1966). Radio astronomy. New York: McGraw-Hill.
- [Kudzh, 2019](#) – *Kudzh, S.A.* (2019). Metody sravnitel'nogo analiza [Comparative Analysis Methods]. *Slavyanskij forum*. 3(25): 140-150. [in Russian]
- [Lyovin, 2017](#) – *Lyovin, B.A.* (2017). Earth Exploration from Space for Solving Transport Problems. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 3(1): 13-28.
- [Oznamec, Tsvetkov, 2018](#) – *Oznamec, V.V., Tsvetkov, V.Ya.* (2018). Koordinatnoe geodezicheskoe obespechenie: svyaz' mezhdru privedennoj i geodezicheskoj shirotaj [Coordinate geodetic support: the relationship between reduced and geodetic latitude]. *ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. 6(10): 8-14. [in Russian]
- [Pandul, 2010](#) – *Pandul, I.S.* (2010). Geodezicheskaya astronomiya primenitel'no k resheniyu inzhenerno-geodezicheskikh zadach [Geodetic astronomy as applied to the solution of engineering and geodetic problems]. SPb.: Politehnika. [in Russian]
- [Robbins, 1967](#) – *Robbins, A.R.* (1967). Time in geodetic astronomy. *Survey Review*. 19(143): 2-19.
- [Rozenberg, Tsvetkov, 2009](#) – *Rozenberg, I.N., Tsvetkov, V.Ya.* (2009). Koordinatnye sistemy v geoinformatike [Coordinate systems in geoinformatics]. MGUPS, 67 p. [in Russian]
- [Rozenberg, Tsvetkov, 2009](#) – *Rozenberg, I.N., Tsvetkov, V.Ya.* (2009). The Geoinformation approach. *European Journal of Natural History*. 5: 102-103.
- [Savinyh, 2016](#) – *Savinyh, V.P.* (2016). On the Relation of the Concepts of Space Knowledge, Knowledge, Knowledge of the Spatial. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 1(2): 23-32.
- [Savinyh, 2015](#) – *Savinyh, V.P.* (2015). O kosmicheskoy i zemnoj geoinformatike [On space and terrestrial geoinformatics]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. 5: 21-26. [in Russian]
- [Savinyh, 2019](#) – *Savinyh, V.P.* (2019). Planetary Research Information Systems. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 5(1): 41-55.
- [Savinyh, 2020](#) – *Savinyh, V.P.* (2020). Visual and Instrumental Observations from the Spacecraft. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 6(1): 23-34.
- [Savinyh, 2021](#) – *Savinyh, V.P.* (2021). Determination of the Linear Parameters of the Planet by Measuring the Angular Diameter. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 7(1): 28-34.
- [Savinyh, Tsvetkov, 1999](#) – *Savinyh, V.P., Tsvetkov, V.Ya.* (1999). Osobennosti integracii geoinformacionnyh tekhnologij i tekhnologij obrabotki dannyh distancionnogo zondirovaniya [Features of integration of geoinformation technologies and technologies for processing remote sensing data]. *Informacionnye tekhnologii*. 10: 36-40. [in Russian]
- [Savinyh, Tsvetkov, 2012](#) – *Savinyh, V.P., Tsvetkov, V.Ya.* (2012). Sravnitel'naya planetologiya [Comparative planetology]. M.: MIIGAiK, 84 p. [in Russian]
- [Savinyh, Tsvetkov, 2013](#) – *Savinyh, V.P., Tsvetkov, V.Ya.* (2013). Geoinformatika kak sistema nauk [Geoinformatics as a system of sciences]. *Geodeziya i kartografiya*. 4: 52-57. [in Russian]
- [Tsvetkov, 2021](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2021). Angular Measurements in Space Geoinformatics. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 7(1): 35-42.
- [Tsvetkov, 2014](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2014). Worldview Model as the Result of Education. *World Applied Sciences Journal*. 31(2): 211-215.
- [Tsvetkov, 2016](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2016). Informacionnoe pole i informacionnoe prostranstvo [Information field and information space]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 1-3: 455-456. [in Russian]
- [Tsvetkov, 2016a](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2016). The Problem of Asteroid-Comet Danger. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 1(2): 33-40.
- [Tsvetkov, 2016b](#) – *Tsvetkov, V.Ya.* (2016). Geoknowledge. *European Journal of Technology and Design*. 3(13): 122-132.



Tsvetkov, 2018 – Tsvetkov, V.Ya. (2018). The Development of the Direction "Comparative Planetology". *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 4(1): 34-41.

Tyagunov, Tsvetkov, 2021 – Tyagunov, A.M., Tsvetkov, V.Ya. (2021). Logic of Space Observations. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A.* 7(1): 43-48.

## Эволюция геодезической астрономии

Господинов Славейко Господинов<sup>a, \*</sup>

<sup>a</sup> Университет архитектуры, строительства и геодезии, София, Болгария

**Аннотация.** Статья анализирует эволюцию геодезической астрономии за последние 120 лет. Первоначально она формировалась на основе переноса методов измерений и обработки информации из геодезии в область астрономии. В настоящее время геодезическая астрономия находится в тесной взаимосвязи с космической геоинформатикой, сравнительной планетологией и космической геодезией. В настоящее время сравнительная планетология стала использовать больше измерительные методы и методы сравнительного анализа. Измерительные методы и методы сравнения связывают геодезическую астрономию и сравнительную планетологию. Расширенные методы геодезических измерений связывают космическую геодезию и геодезическую астрономию. Принципы интеграция технологий и интеграция данных из космической геоинформатики были перенесены в область геодезической астрономии. Общим для космической геодезии, космической геоинформатики, сравнительной планетологии и геодезической астрономии является тенденция к использованию угловых измерений и незначительного количества линейных измерений. Общим для этих наук является исследование пространственных отношений на Земле и в космосе. Общим для них является использование достижений вычислительных технологий для обработки наблюдений и измерений. Описаны четыре небесные сферы, которые применяют в геодезической астрономии. Описаны базовые системы координат, которые применяют в геодезической астрономии. Описаны методы обеспечения единства временных измерений в геодезической астрономии. Статья раскрывает содержание геодезической астрономии через основные направления ее применения. Описаны особенности астрономических определений, характерные для геодезической астрономии. Эволюция геодезической астрономии привела к тому, что ее современное содержание существенно отличается от ее первоначального содержания

**Ключевые слова:** астрономия, геодезическая астрономия, геоинформатика, космическая геоинформатика, астрономические координаты, геодезические координаты.

\* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: [sgospodinov@mail.bg](mailto:sgospodinov@mail.bg) (Г.С. Господинов)