

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
 Russian Journal of Astrophysical Research. Series A
 Has been issued since 2015.
 E-ISSN: 2413-7499
 2018, 4(1): 3-10

DOI: 10.13187/rjar.2018.4.3
www.ejournal28.com



Articles and Statements

The Development of Geodesic Astronomy

Slaveyko G. Gospodinov ^{a, *}

^a University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofia, Bulgaria

Abstract

The article explores the state and development of geodesic astronomy. The article compares the development of astronomy and geodesy. The distinction between astronomical and geodesic measurements is shown in the article. The main tasks of geodesic astronomy are described. The coordinate systems of geodesic astronomy are disclosed in the article. The article shows the similarity of the coordinates of geodesic astronomy with terrestrial coordinate systems. The article describes the features of the application of the results of astronomical definitions. The specificity of integration of space sciences and integration of space sciences is described. The article explores the nesting of spaces as the basis for the development of spatial sciences and geodesic astronomy.

Keywords: astronomy, geodesy, geodesic astronomy, space sciences, integration of sciences.

1. Введение

Термин «Геодезическая астрономия» (Geodetic astronomy) появился более ста лет назад (Hayford, 1910). Его появление, как всей науки геодезическая астрономия, было обусловлено объективной необходимостью точных измерений при астрономических исследованиях. Это было задолго до появления первых искусственных спутников Земли и начала космической эры связанной с освоением космического пространства. Развитие астрономии началось за сотни лет до появления геодезии. Его связываю с навигацией и мореплаванием. Астрономия служила морякам наукой, с помощью которой можно было бы осуществлять навигацию в открытом океане. Геодезия как наука появилась много позже. Однако, сравнивая эти науки, можно констатировать, что астрономия «точна в большом», а геодезия – «точна в малом». В масштабах земной поверхности геодезические измерения и методы более точны. Астрономия ориентирована на оптические измерения. Она в сравнении с геодезией является качественной наукой с элементами количественного анализа. Геодезию считают разделом прикладной математики. Она ориентируется на точные измерения, на исключение ошибок из измерений и на сложные геометрические построения. Геодезия это в первую очередь количественная наука. Геодезия более тесно по сравнению с астрономией связана с геометрией. Геодезия включает в себя геометрию как математическую основу, а обработка погрешностей это раздел теории вероятностей и конек геодезии, который вделает ее привлекательной для астрономии. Современная геодезическая

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

астрономия прошла длинный путь развития (Hoskinson, Duerksen, 1947a; Hoskinson, Duerksen, 1947b; Hoskinson, Duerksen, 1952; Кузнецов, 1966; Robbins, 1976; Sigl, 1978; Уралов, 1980; Thomson, 1981; Hlibowicki, 1981; Абалакин и др., 1996; Glavcheva, 2000; Korakitis, 2002; Hirt, Bürki, 2006; Пандул, 2010; Гиенко, Канушин, 2010) и занимает важное место в системе наук о пространстве. Астрономия (astronomy) (Jeans, 1928) одна из древнейших наук. Древние цивилизации оставили после себя многочисленные астрономические артефакты, подтверждающие знание ими закономерностей движения небесных тел. Исторически астрономия включала в себя астрометрию, навигацию (по звездам), наблюдательную астрономию. Для решения задач управления транспортом и перемещения большое значение имеет навигация. В наши дни профессиональная астрономия включает радиоастрономию (Kraus, 1966). Астрономические определения совместно с результатами геодезических и гравиметрических измерений позволяют: установить исходные геодезические даты; обеспечить ориентировку осей референц-эллипсоида в теле Земли; определить параметры земного эллипсоида; определить высоты относительно референц-эллипсоида. Потребность в геодезических измерениях, сопоставлении астрономических измерений с земными, трансформации астрономических измерений в земные – привела к появлению геодезической астрономии.

2. Обсуждение

Особенности геодезической астрономии. При рассмотрении геодезической астрономии как учебной дисциплины (Господинов, Джордова, 2011), можно отметить, что в результате ее изучения учащиеся должны знать:

- геометрию небесной сферы, механику суточного движения звезд;
- координатные системы (Розенберг, Цветков, 2009) и системы измерения времени (Robbins, 1967);
- основные задачи и методы их решения астрометрии;
- организацию Служб определения параметров вращения Земли и координат полюса;
- теорию астрономических редуций координат;
- создание звездных каталогов;
- теорию и практику астрономических определений;
- точные способы определения астрономических координат и азимутов, их назначение.

Важной характеристикой сближающей геодезию и астрономию является точка отсчета. При выборе точки отсчета и системы отсчета выбирают область наблюдения. В зависимости от выбора точки отсчета различают: топоцентрическую небесную сферу – центр находится на поверхности Земли; геоцентрическую небесную сферу – центр совпадает с центром масс Земли; гелиоцентрическую небесную сферу – центр совмещен с центром Солнца; барицентрическую небесную сферу – центр находится в центре тяжести Солнечной системы.

При определении сферической системы координат выбирают на сфере два взаимно перпендикулярных больших круга, один из которых называют основным, а другой – начальным кругом системы. Этот подход применим как для астрономических координат так и для земных измерений.

В геодезической астрономии применяют схожие с земными системы сферических координат: горизонтальная система координат; первая и вторая экваториальные системы координат; эклиптическая система координат. Название систем обычно соответствует названию больших кругов, принятых за основной круг.

В геодезической астрономии определяют астрономические широту и долготу, φ и λ , а также астрономический азимут направления A .

Астрономическая широта φ есть угол между плоскостью экватора и отвесной линией в данной точке. Широта отсчитывается от экватора к северному полюсу от 00 до +900 и к южному полюсу от 00 до -900.

Астрономическая долгота λ – определяется как двугранный угол между плоскостями начального и текущего астрономических меридианов. Долгота отсчитывается от гринвичского меридиана к востоку (λ_e – восточная долгота) и к западу (λ_w – западная долгота) от 00 до 1800 или, в часовой мере, от 0 до 12 часов (12^h). Иногда долготу считают в одну сторону от 0 до 3600 или, в часовой мере, от 0 до 24 часов. Астрономический азимут направления A – определяется как двугранный угол между плоскостью астрономического

меридиана и плоскостью, проходящей через отвесную линию и точку, на которую измеряется направление.

В геодезической астрономии применяют системы звездного и солнечного времени, основанные на вращении Земли вокруг оси. Это периодическое движение является в высшей степени равномерным, не ограниченным во времени и непрерывным на протяжении всего существования человечества. Кроме того, в астрометрии и небесной механике используются системы эфемеридного и динамического времени, как идеальное построение равномерной шкалы времени; система атомного времени – практическая реализация идеально равномерной шкалы времени.

Особенности применения результатов астрономических определений таковы.

Астрономические наблюдения, определяющие уклонение отвесной линии, позволяют устанавливать связь между геодезической и астрономической системами координат;

Астрономические определения азимутов направлений на земные предметы контролируют угловые измерения, ограничивают случайные и систематические погрешностей в угловых измерениях;

Астрономические определения географических координат служат средством определения положений объектов, движущихся относительно земной поверхности на море и в воздухе. Это важный фактор для управления транспортными системами;

Астрономические определения географических координат и азимутов направлений используют для контроля угловых измерений в полигонометрических ходах и других угловых построениях, при топографо-геодезическом обеспечении войск.

Методы астрономических определений делят на точные и приближенные. Точными называют методы, позволяющие при современном состоянии теории геодезической астрономии и ее инструментальной базы получить с максимальной точностью значения широт, долгот и азимутов направлений. Приближенные методы определяют астрономические координаты с точностью от 1" до 1'. Общими отличительными особенностями приближенных методов являются: прямое измерение наблюдаемых величин, небольшое число приемов наблюдений, фиксация моментов наблюдений не точнее 1с, частое использование в качестве объекта наблюдений Солнца, применение упрощенных методик наблюдений и упрощенных формул обработки.

Интеграция наук о пространстве

Основой интеграции наук о пространстве является геоинформатика. она возникла и развивается на основе интеграций различных научных направлений (Розенберг, Цветков, 2015; Савиных, 2015). На Рисунке 1 представлена система наук о пространстве и ее трансформация в космические дисциплины. В качестве первой особенности интеграции наук о пространстве надо отметить интеграцию геоинформатики с технологиями дистанционного зондирования (Савиных, Цветков, 1999; Савиных, Цветков, 2000). В качестве второй особенности интеграции наук о пространстве надо отметить трансформацию наук о Земле в космические дисциплины (левый столбец Рисунок 1). Основой интеграции в этом направлении является геодезическая астрономия (Господинов, Джордова, 2011) как наиболее сложившаяся исторически наука среди рассмотренных наук.



Рис. 1. Интеграция наук о пространстве и космическая специализация

В качестве третьей особенности интеграции наук о пространстве нужно выделить кластеризацию космических дисциплин (космическая фотограмметрия, обработка радиолокационных снимков, обработка тепловых снимков, лидарные методы) в единый комплекс. Эта кластеризация обусловлена необходимостью обработки измерений, получаемых по разным диапазонам электромагнитных волн и необходимости сопоставлять и объединять эти измерения.

Эта кластеризация тесно связана с космической геоинформатикой. Космическая геоинформатика, как и геодезическая астрономия является синтезом разных наук, решающих свои специальные задачи. 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) служит основой переноса геодезических методов измерений в космос. Особняком стоит сравнительная планетология (Савиных, Цветков, 2012), которая дифференцирует направление исследования малых небесных тел.

На уровне технологий геодезическая астрономия интегрирует технологии и методы анализа и обработки. При этом она является инструментом междисциплинарного переноса знаний. На уровне познания геодезическая астрономия аналогична земной геодезии способствует интеграции наук (Савиных, Цветков, 2013).

Как инструмент познания, геодезическая астрономия извлекает информацию из информационного поля (Бондур, 2015), изучает и создает пространственное знание (Цветков, 2015), включая геознание (Кулагин, Цветков, 2013). Как средство формирования картины мира, геодезическая астрономия дополняет другие науки и научные направления.

Информационная составляющая современного общества является основой развития. Значение геодезической астрономии заключается не только в обработке информации, а в

том, насколько расширяется при этом модель мира и общества. Значение геодезической астрономии в сфере научных исследований заключается в том, насколько новые модели геодезической астрономии адекватны реальной среде проживания человека и способствуют развитию цивилизации.

Рассматривая процесс освоения пространства как процесс познания мира, можно считать, что геодезической астрономии расширяет пространство исследования земной науки до космического пространства.

Мир есть система вложенных пространств. Если рассмотреть систему вложенных пространств (Рисунок 2), приведенную в работе (Barmin et al., 2014), то геодезической астрономии охватывает многие пространства.

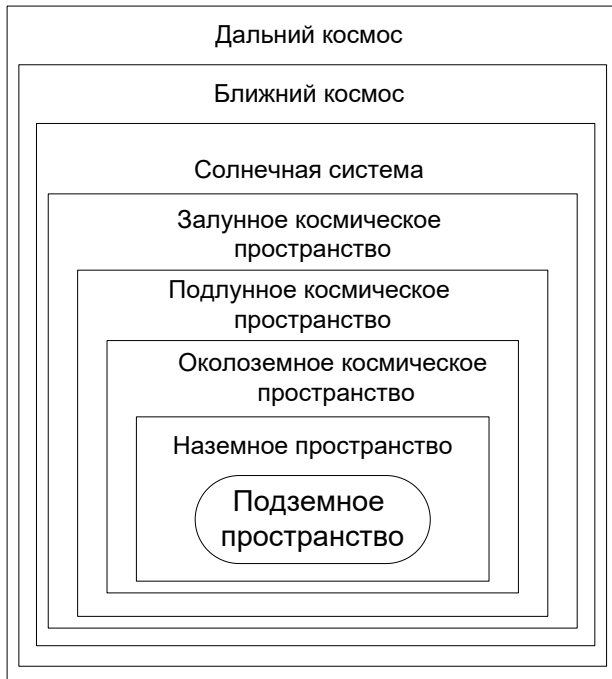


Рис. 2. Мировое пространство как совокупность вложенных пространств

Методы исследований геодезической астрономии перешагнули земные рамки и распространились на исследование космического пространства.

3. Заключение

Геодезическая астрономия, несмотря на ее длительный период развития, представляет собой новое научное направление.

Новизна геодезической астрономии обусловлена технологическим прогрессом и возможностью проводить астрономические измерения за пределами Земли в открытом космическом пространстве.

Геодезическая астрономия в прошлом являлась синтезом геодезии и астрономии. Геодезическая астрономия в настоящем является синтезом геодезии, геоинформатики, информатики, космической геодезии, спутниковой геодезии, космической геоинформатики и астрономии. Этим задается качественное различие между геодезической астрономией в прошлом и настоящем. Геодезическая астрономия является основой интеграции земных наук, трансформированных в науки о космических исследованиях. Масштаб геодезической астрономии определяется технологическим развитием приборов и космических носителей. Применительно к земным задачам, например к задачам управления транспортом, геодезическая астрономия служит для навигации не скоростных транспортных объектов и для ориентации объектов транспортной инфраструктуры. Геодезическая астрономия и интегрированные на ее основе науки входят как составная часть в систему наук о пространстве, формирующую картину мира.

Литература

- Абалакин и др., 1996** – Абалакин В.К., Краснорылов И.И., Плахов Ю.Ю. Геодезическая астрономия и астрометрия: справочное пособие. М.: Картцентр-Геодезиздат. 1996.
- Бондур, 2015** – Бондур В.Г. Информационные поля в космических исследованиях // *Образовательные ресурсы и технологии*. 2015. №2 (10). С. 107-113.
- Гиенко, Канушин, 2010** – Гиенко Е.Г., Канушин В.Ф. Геодезическая астрономия. Учебное пособие. Новосибирск.: СГГА, 2010.
- 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, Джордова, 2011** – Господинов С., Джордова С. Геодезическая астрономия. Военно географична служба (Болгария), 2011. 264 с.
- Кузнецов, 1966** – Кузнецов А.Н. Геодезическая астрономия: Учебное пособие. Недра, 1966.
- Кулагин, Цветков, 2013** – Кулагин В.П., Цветков В.Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // *Информационные технологии*. 2013. №12. С. 2-9.
- 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.
- Розенберг, Цветков, 2015** – Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Космическая геоинформатика: Учебное пособие. М.: МГУПС (МИИТ), 2015. 72 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, 2000** – Савиных В.П., Цветков В.Я. Интеграция технологий ГИС и систем дистанционного зондирования Земли // *Исследование Земли из космоса*. 2000. №2. С. 83-86.
- 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.
- Уралов, 1980** – Уралов С.С. Курс геодезической астрономии: Учебное пособие. Недра, 1980.
- Цветков, 2015** – Цветков В.Я. Формирование пространственных знаний: Монография. М.: МАКС Пресс, 2015. 68 с.
- 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, Vol. 48, No. 7, pp. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X
- Glavcheva, 2000** – Glavcheva R. How Plovdiv became involved in the 1759 Thessaloniki earthquake series and on the series itself. Warsaw Univ. of Technology, Inst. of Geodesy and Geodetic Astronomy // *Reports on Geodesy*. 2000. Т. 48. №. 3. pp. 43-50.
- Hayford, 1910** – Hayford J.F. A text-book of geodetic astronomy. J. Wiley, 1910.
- Hirt, Bürki, 2006** – Hirt C., Bürki B. Status of Geodetic Astronomy at the Beginning of the 21st Century // *Festschrift Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. hc Günter Seeber anlässlich seines*. 2006. Т. 65. pp. 81-99.
- Hlibowicki, 1981** – Hlibowicki R. Higher geodesy and geodetic astronomy. PWN, Warszawa. 1981.
- Hoskinson, Duerksen, 1947a** – Hoskinson A.J., Duerksen J.A. Manual of geodetic astronomy. US Government Printing Office, 1947.
- Hoskinson, Duerksen, 1947b** – Hoskinson A.J., Duerksen J.A. Manual of geodetic astronomy; determination of longitude, latitude and azimuth // Washington, US Govt. Print. Off., 1947 [ie 1948]. 1947. Т. 1.
- Hoskinson, Duerksen, 1952** – Hoskinson A.J., Duerksen J.A. Manual of Geodetic Astronomy // US Department of Commerce. Coast and Geodetic Survey. Special Publication. 1952. №. 237.

- [Jeans, 1928](#) – *Jeans J.H.* Astronomy and cosmogony. 1928.
- [Korakitis, 2002](#) – *Korakitis R.* Lecture notes on Geodetic Astronomy // NTUA, School of Rural and Surveying Engineering (In Greek). 2002.
- [Kraus, 1966](#) – *Kraus J.D.* Radio astronomy. New York: McGraw-Hill, 1966.
- [Robbins, 1967](#) – *Robbins A.R.* Time in geodetic astronomy // *Survey Review*. 1967. V. 19. №. 143. pp. 2-19.
- [Robbins, 1976](#) – *Robbins A.R.* Field and geodetic astronomy. HM Stationery Office, 1976.
- [Sigl, 1978](#) – *Sigl R.* Geodatische Astronomie // Karlsruhe: Wichmann, 1978. 2., uberarb. Aufl. 1978.
- [Thomson, 1981](#) – *Thomson D.B.* Introduction to geodetic Astronomy. Department of Surveying Engineering. University of New Brunswick, 1981.

References

- [Abalakin i dr., 1996](#) – *Abalakin V.K., Krasnorylov I.I., Plakhov Yu.Yu.* (1996). Geodezicheskaya astronomiya i astrometriya: spravochnoe posobie [Geodesic astronomy and astrometry: a reference guide]. M.: Karttsentr-Geodezizdat. [in Russian]
- [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*, Vol. 48, No. 7, pp. 531–535. DOI: 10.1134/S003809461407003X
- [Bondur, 2015](#) – *Bondur V.G.* (2015). Informatsionnye polya v kosmicheskikh issledovaniyakh [Information fields in space research]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. №2 (10). pp. 107-113. [in Russian]
- [Gienko, Kanushin, 2010](#) – *Gienko E.G., Kanushin V.F.* (2010). Geodezicheskaya astronomiya: Uchebnoe posobie [Geodetic astronomy: Tutorial]. Novosibirsk.: SGA. [in Russian]
- [Glavcheva, 2000](#) – *Glavcheva R.* (2000). How Plovdiv became involved in the 1759 Thessaloniki earthquake series and on the series itself. Warsaw Univ. of Technology, Inst. of Geodesy and Geodetic Astronomy. *Reports on Geodesy*. T. 48. №. 3. pp. 43-50.
- [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, Dzhordova, 2011](#) – *Gospodinov S., Dzhordova S.* (2011). Geodezicheskaya astronomiya [Geodesic astronomy]. Voenno geografichna sluzhba (Bolgariya). 264 p. [in Russian]
- [Hayford, 1910](#) – *Hayford J.F.* (1910). A text-book of geodetic astronomy. J. Wiley.
- [Hirt, Bürki, 2006](#) – *Hirt C., Bürki B.* (2006). Status of Geodetic Astronomy at the Beginning of the 21st Century. Festschrift Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. hc Günter Seeber anlässlich seines. T. 65. pp. 81-99.
- [Hlibowicki, 1981](#) – *Hlibowicki R.* (1981). Higher geodesy and geodetic astronomy. PWN, Warszawa.
- [Hoskinson, Duerksen, 1947a](#) – *Hoskinson A.J., Duerksen J.A.* (1947). Manual of geodetic astronomy. US Government Printing Office.
- [Hoskinson, Duerksen, 1947b](#) – *Hoskinson A.J., Duerksen J.A.* (1947). Manual of geodetic astronomy; determination of longitude, latitude and azimuth. Washington, US Govt. Print. Off., 1947 [ie 1948]. T. 1.
- [Hoskinson, Duerksen, 1952](#) – *Hoskinson A.J., Duerksen J.A.* (1952). Manual of Geodetic Astronomy. US Department of Commerce. Coast and Geodetic Survey. Special Publication. №. 237.
- [Jeans, 1928](#) – *Jeans J.H.* (1928). Astronomy and cosmogony.
- [Korakitis, 2002](#) – *Korakitis R.* (2002). Lecture notes on Geodetic Astronomy. NTUA, School of Rural and Surveying Engineering (In Greek).
- [Kraus, 1966](#) – *Kraus J.D.* (1966). Radio astronomy. New York: McGraw-Hill.
- [Kulagin, Tsvetkov, 2013](#) – *Kulagin V.P., Tsvetkov V.Ya.* (2013). Geoznanie: predstavlenie i lingvisticheskie aspekty [Geoscience: representation and linguistic aspects]. *Informatsionnye tekhnologii*. №12. pp. 2-9. [in Russian]
- [Kuznetsov, 1966](#) – *Kuznetsov A.N.* (1966). Geodezicheskaya astronomiya: Uchebnoe posobie [Geodetic Astronomy: Tutorial]. Nedra. [in Russian]
- [Pandul, 2010](#) – *Pandul I.S.* (2010). Geodezicheskaya astronomiya primenitel'no k resheniyu inzhenerno-geodezicheskikh zadach [Geodetic astronomy in relation to solving engineering and

geodetic problems]. SPb.: Politehnika. [in Russian]

Robbins, 1967 – Robbins A.R. (1967). Time in geodetic astronomy. *Survey Review*. V. 19. №. 143. pp. 2-19.

Robbins, 1976 – Robbins A.R. (1976). Field and geodetic astronomy. HM Stationery Office.

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, 2015 – Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. (2015). Kosmicheskaya geoinformatika: Uchebnoe posobie [Space geoinformatics: Tutorial]. M.: MGUPS (MIIT). 72 p. [in Russian]

Savinykh, 2015 – Savinykh V.P. (2015). O kosmicheskoi i zemnoi geoinformatike [About space and Earth geoinformatics]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. №5. pp. 21-26. [in Russian]

Savinykh, Tsvetkov, 1999 – Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (1999). Osobennosti integratsii geoinformatsionnykh tekhnologii i tekhnologii obrabotki dannykh distantsionnogo zondirovaniya [Features of the integration of geo-information technologies and remote sensing data processing technologies]. *Informatsionnye tekhnologii*. №10. pp. 36-40. [in Russian]

Savinykh, Tsvetkov, 2000 – Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2000). Integratsiya tekhnologii GIS i sistem distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Integration of GIS technologies and Earth remote sensing systems]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. №2. pp. 83-86. [in Russian]

Savinykh, Tsvetkov, 2012 – Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2012). Sravnitel'naya planetologiya [Comparative planetology]. M.: MIIGAiK. 84 p. [in Russian]

Savinykh, Tsvetkov, 2013 – Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. (2013). Geoinformatika kak sistema nauk [Geoinformatics as a system of sciences]. *Geodeziya i kartografiya*. №4. pp. 52-57. [in Russian]

Sigl, 1978 – Sigl R. (1978). Geodatische Astronomie. Karlsruhe: Wichmann, 1978. 2., uberarb. Aufl.

Thomson, 1981 – Thomson D.B. (1981). Introduction to geodetic Astronomy. Department of Surveying Engineering. University of New Brunswick.

Tsvetkov, 2015 – Tsvetkov V.Ya. (2015). Formirovanie prostranstvennykh znaniy: Monografiya [Formation of spatial knowledge: Monograph]. M.: MAKS Press. 68 p. [in Russian]

Uralov, 1980 – Uralov S.S. (1980). Kurs geodezicheskoi astronomii: Uchebnoe posobie [Course geodetic astronomy: Tutorial]. Nedra. [in Russian]

Развитие геодезической астрономии

Господинов Славейко Господинов^{a,*}

^aУниверситет архитектуры, строительства и геодезии, София, Болгария

Аннотация. Статья исследует состояние и развитие геодезической астрономии. Сравнивается развитие астрономии и геодезии. Показано различие между астрономическими и геодезическими измерениями. Раскрываются основные задачи геодезической астрономии. Описаны системы координат геодезической астрономии. Показано их сходство с земными системами координат. Выделены особенности применения результатов астрономических определений. Описана специфика интеграции наук о пространстве и интеграции космических наук. Рассмотрена вложенность пространств как основа развития пространственных наук и геодезической астрономии.

Ключевые слова: астрономия, геодезия, геодезическая астрономия, науки о пространстве, интеграция наук.

* Корреспондирующий автор

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