

Copyright © 2021 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
 2021. 7(1): 43-48

DOI: 10.13187/rjar.2021.1.43
www.ejournal28.com



Logic of Space Observations

Alexey M. Tyagunov ^a, Viktor Ya. Tsvetkov ^{b, *}

^a Department of RTU MIREA, Moscow, Russian Federation

^b Research and Design Institute of design information, automation and communication on railway transport, Moscow, Russian Federation

Abstract

The article introduces a new concept of the logic of space observations. Space observation logic is interpreted as a synthesis of space logic and space exploration. The article shows and proves that space images show not the real hemisphere of the planet, but its smaller part. The article introduces new concepts: the apparent diameter of the planet and the "spherical shadow" of the planet. Formulas are given for calculating the real diameter from the "apparent diameter" of the planet. Formulas are given for calculating the "spherical shadow" in the center plane of the planet. The article analyzes the dimensions of the spherical segment on the surface of the planet, which is the closest to the observation point. This segment is shown with exaggeration in satellite images. The article provides working formulas for calculating the real dimensions of a spherical segment. On the basis of the research carried out, the logical rules of the logic of space observations are introduced. The article states that the logic of space observations can be a section of space geoinformatics and a section of spatial logic.

Keywords: space exploration, logic, spatial logic, apparent diameter of a planet, spherical shadow, geometric logic, logic of visibility, logic of space observations.

Введение

Логика чаще всего интерпретируется как наука о рассуждениях (Haack, 1978), доказательствах и опровержениях. В последнее время логика трактуется как наука о поиске и описании закономерностей окружающего мира. Существуют разные виды логик. Для космических исследований наибольшее значение имеет пространственная логика. Пространственная логика (Kudzh, Tsvetkov, 2020; Цветков, 2020) связывает логические последовательности с пространственными конструкциями и конфигурациями. Можно говорить об особом направлении: пространственная логика в космических исследованиях. Пространственная логика в космических исследованиях включает геометрическую логику, образную логику и логику видимости. Логика видимости обусловлена особенностью космических наблюдений. Объекты, такие как планеты, имеют большие размеры в сравнении с наземными объектами. Космические объекты движутся с огромными скоростями. Пространственную логику применяют в траекторных расчетах и анализе. Расстояния наблюдения в космосе на порядки превышают расстояния в земных условиях. Пространственную логику применяют при построении виртуальных моделей космического

* Corresponding author

E-mail addresses: cvj2@mail.ru (V.Ya. Tsvetkov), tyagun72@bk.ru (A.M. Tyagunov)

пространства. Логика необходима при изучении околоземного пространства (Barmin et al., 2014) и изучении поверхности планет (Barmin et al., 2014a).

2. Обсуждение и результаты
Видимый и невидимый диаметры планеты.

Большинство планет, которые наблюдают в космосе, находятся на большом расстоянии от точки наблюдения, которая на много превышает диаметр планеты (Florenskii, et al., 1981; Bean et al., 2017). На Рисунке 1 показана типичная ситуация наблюдения планеты (PI) из точки S. На рис.1 даны следующие обозначения: D – расстояние от точки наблюдения S до ближайшей точки поверхности планеты, H – расстояние от точки наблюдения S до экватора планеты, R – радиус планеты, b – угол наблюдения точки обзора планеты, V – видимые размеры или «видимый диаметр» планеты, $mm'=d$ – «тень» наблюдения, Q – точка обзора планеты, $R'=R+d$ – «псевдорadius» планеты, XOY – условная система координат связанная с центром масс планеты. Направление SO является направлением нормали из точки наблюдения.

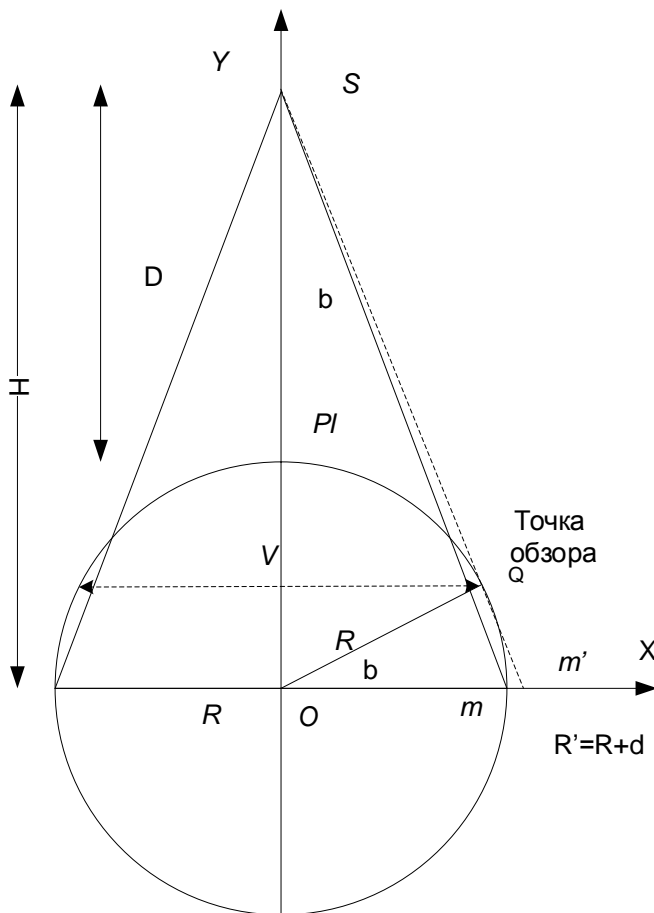


Рис. 1. Видимый и невидимый диаметры планеты

Если наблюдение ведется так, что ближайшая к точке S точка на поверхности планеты – полюс, то плоскость по оси OX есть экваториальная плоскость. Схема на Рисунке 1 говорит о том, что видимый диаметр на снимках показан с преуменьшением к реальному диаметру планеты.

Поясним некоторые новые понятия. В силу углового наблюдения из точки наблюдения S виден не реальный диаметр $2R$, а видимая часть планеты V (на Рисунке 1 показана пунктиром). Как следует из геометрической логики $V < 2R$. Если использовать расстояние до экватора, то расчетный радиус планеты R' или «псевдорadius» будет больше реального

$R' > R$. Как следует из построений на рис.1 на экваторе планеты появляется «тень» $mm'=d$. Именно эта тень увеличивает расчетное значение радиуса до R' . Планета наблюдается из точки S под углом $2b$. Касательная показана пунктиром. Представляет интерес расчет реального диаметра $2R$ или радиуса R по видимому диаметру V . Исходными данными являются расстояние до точки обзора, угол наблюдения b . Выполним простые логические геометрические построения.

$$V=2 SQ \sin(b) \quad (1)$$

$$2R=V/ \cos(b)= 2 SQ \operatorname{tg}(b) \quad (2)$$

$$R'=Om'=R/\cos(b)= SQ \operatorname{tg}(b) / \cos(b) \quad (3)$$

$$H= R' / \operatorname{tg}(b)= SQ/\cos(b); \quad (4)$$

$$mm'= R/\cos(b)- R = R(1/ \cos(b) -1)= SQ \operatorname{tg}(b) 1/ \cos(b) -1) \quad (5)$$

Выражение (1) позволяет найти «видимый диаметр» планеты. Выражение (2) позволяет найти фактический радиус планеты и фактический диаметр. Выражение (3) позволяет найти «псевдорadius» планеты. Эта величина переменная и зависит от точки наблюдения. Фактический радиус планеты величина постоянная. Выражение (4) позволяет найти расстояние от точки наблюдения S до экватора планеты. Выражение (5) позволяет найти или «сферическую тень» – невидимую часть на экваторе планеты, которая закрывается сферической формой. Невидимая часть диаметра сферы определится как

$$Dd=2 R(1-\cos(b))$$

Чем дальше расстояние от планеты, тем меньше угол (b) и тем полнее виден диаметр планеты или ее полусфера.

Вывод. При угловых наблюдениях в космосе реальный диаметр планеты не виден и его заменяет меньший по размеру «видимый» диаметр планеты. Реальный диаметр получается на основе видимого диаметра на основе расчетов при учете положения точки наблюдения и расстоянии до планеты.

Определение хорды сферического сегмента на поверхности планеты по изображению сегмента.

В практике космических исследований возникает задача определения площади сегмента сферической поверхности по его изображению на снимке. Как вспомогательная задача возникает задача нахождения хорды этого сегмента. На рис.2 приведены логические построения в сечении планеты.

На [Рисунке 2](#) приведены следующие обозначения: D – расстояние от точки наблюдения S до ближайшей точки поверхности планеты, H – расстояние от точки наблюдения S до экватора планеты, R – радиус планеты, a – угол наблюдения точки границы сферического сегмента, l – видимые размеры границы сегмента на снимке, f – фокусное расстояние снимка, L – длина полухорды, L' – проекция полухорды на экватор, $ХОУ$ – условная система координат связанная с центром масс планеты. Соблюдалась сопоставимость с [Рисунком 1](#).

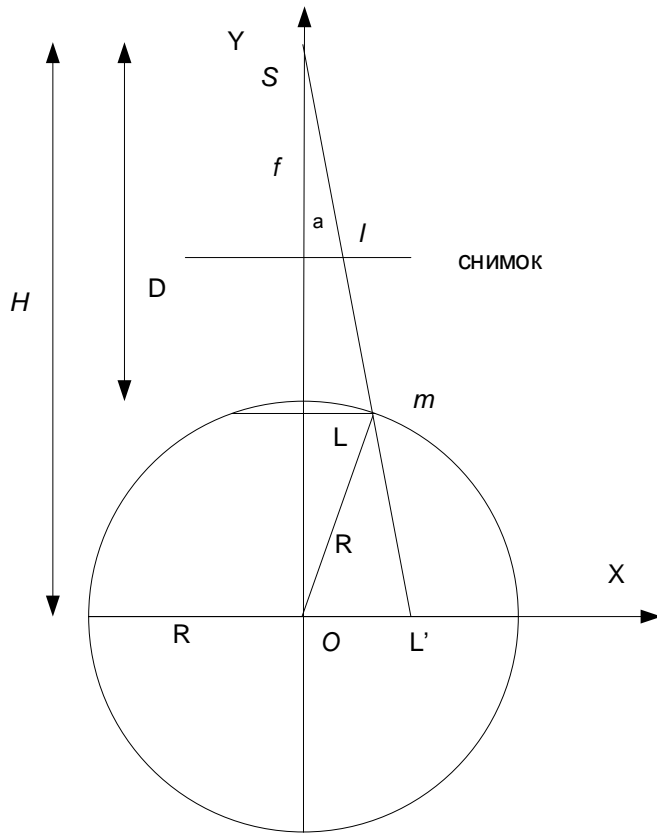


Рис. 2. Логические построения для вычисления хорды сферического сегмента планеты.

Направление SO – есть направление нормали к поверхности планеты и к плоскости секущей планету по ее диаметру. Для пространственной ситуации на [Рисунке 2](#) имеют место отношения.

$$L'/H=l/f; L'>L \quad (6)$$

Выражение (6) говорит о том, что хорда сегмента на снимке показана с преувеличением по отношению к диаметру планеты.

Граница полухорды m определяется как точка пресечения прямой SL' с окружностью, которая образована сечением вертикальной плоскости сферы планеты (XOY). Для точки m имеет место уравнение прямой в плоскости XOY .

$$Y=H - X \operatorname{tg}(a) \quad (7)$$

И уравнение окружности прямой в плоскости XOY .

$$Y^2+X^2=R^2 \quad (8)$$

Подставляем (7) в (8) и получаем

$$(H - X \operatorname{tg}(a))^2 + X^2=R^2 \quad (9)$$

Раскрываем скобки в выражении (9) и приходим к выражению (10)

$$H^2 - 2H X \operatorname{tg}(a) + X^2 \operatorname{tg}^2(a) + X^2 - R^2 = 0 \quad (10)$$

Преобразуем (10) относительно X

$$X^2(1 + \operatorname{tg}^2(a)) - 2H X \operatorname{tg}(a) + H^2 - R^2 = 0 \quad (11)$$

Выражение (11) преобразуем к приведенной форме (12)

$$X^2 - 2H X \sin(a)\cos(a) + (H^2 - R^2) \cos^2(a) = 0 \quad (12)$$

Выражение (12) можно рассмотреть как каноническую форму (13) уравнения второго порядка

$$X^2 - 2p X + q = 0 \quad (13)$$

Исходя из логических рассуждений оставляем первый корень

$$X_1 = p - (p^2 - q)^{1/2} \quad (14)$$

Откуда длина хорды определяется как

$$L = 2 X_1 \quad (15)$$

3. Заключение

Исследования показывают, что целесообразно введение понятий: видимый диаметр планеты, тень от сферической поверхности на плоскости экватора или на иной плоскости, секущей планету относительно нормали к направлению наблюдения. Можно ввести новое понятие пространственная логика в космических исследованиях. Можно сформулировать правила пространственной логики в космических исследованиях.

Первое правило. При наблюдениях в космосе реальный диаметр планеты не виден, а виден меньший по размеру «видимый» диаметр планеты. На космических снимках часть полусферы планеты показана с преуменьшением

Второе правило. Реальный диаметр планеты получается на основе видимого диаметра путем вычислений при учете положения точки наблюдения и расстоянии до планеты, формула (2).

Третье правило. При наблюдениях поверхности планет ближайший к точке наблюдения сферический сегмент на поверхности планеты виден с преувеличением. На космических снимках сферический сегмент на поверхности планеты показан с преувеличением относительно видимого диаметра планеты. Хорда сферического сегмента показана с преувеличением на космических снимках.

Четвертое правило. Реальный размер хорды сферического сегмента планеты получается на основе вычислений при учете положения точки наблюдения и расстоянии до планеты, формулы (7-15).

Пятое правило. Прежде чем выполнять расчеты по космическим снимкам, необходим логический анализ пространственной конфигурации космических тел, приведенных на снимке. Пространственная логика в космических исследованиях должна предшествовать вычислениям.

Пространственная логика в космических исследованиях это новое сочетание геометрии, пространственной логики и пространственного анализа в космических исследованиях. Пространственная логика в космических исследованиях может быть рассмотрена как раздел космической геоинформатики (Bondur, Tsvetkov, 2015), раздел пространственной логики и раздел геодезической астрономии (Gospodinov, 2018).

Литература

Цветков, 2020 – Цветков В.Я. Пространственная логика в геоинформатике // *Вектор ГеоНаук*. 2020. Т. 3. № 2. С. 91-100.

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*. Vol. 48. No. 7. Pp. 531-535. DOI: 10.1134/S003809461407003X

Barmin et al., 2014a – Barmin I.V., Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. Remote Method of Determining the Coordinates of Points on a Planetary Surface // *Solar System Research*. 2014. 48(7): 493-496. DOI: 10.1134/S0038094614070028

Bean et al., 2017 – Bean J.L., Abbot D.S., Kempton E.M.R. A statistical comparative planetology approach to the hunt for habitable exoplanets and life beyond the solar system // *The Astrophysical Journal Letters*. 2017. 841(2): L24.

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.

Florenskii et al., 1981 – Florenskii K.P., Bazilevskii A.T., Burba G.A., Volkov V.P., Ivanov A.V., Kuzmin P. O., ... , Rode O.D. Sketches on comparative planetology. Moscow Izdatel Nauka, 1981.

Gospodinov, 2018 – Gospodinov S.G. The Development of Geodesic Astronomy // *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 2018. 4(1): 9-33.

Haack, 1978 – Haack S. Philosophy of logics. Cambridge University Press, 1978.

Kudzh, Tsvetkov, 2020 – Kudzh S.F., Tsvetkov V.Ya. Spatial logic concepts // *Revista inclusions*. 2020. Vol. 7. Número Especial / Julio – Septiembre. Pp. 837-849.

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
- Barmin et al., 2014a – Barmin, I.V., Savinykh, V.P., Tsvetkov, V.Ya. (2014). Remote Method of Determining the Coordinates of Points on a Planetary Surface. *Solar System Research*. 48(7): 493-496. DOI: 10.1134/S0038094614070028
- Bean et al., 2017 – Bean, J.L., Abbot, D.S., Kempton, E.M.R. (2017). A statistical comparative planetology approach to the hunt for habitable exoplanets and life beyond the solar system. *The Astrophysical Journal Letters*. 841(2): L24.
- 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.
- Florenskii et al., 1981 – Florenskii, K.P., Bazilevskii, A.T., Burba, G.A., Volkov, V.P., Ivanov, A.V., Kuzmin, P.O., ... , Rode, O.D. (1981). Sketches on comparative planetology. Moscow Izdatel Nauka.
- Gospodinov, 2018 – Gospodinov, S.G. (2018). The Development of Geodesic Astronomy. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*. 4(1): 9-33.
- Haack, 1978 – Haack, S. (1978). Philosophy of logics. Cambridge University Press.
- Kudzh, Tsvetkov, 2020 – Kudzh, S.F., Tsvetkov, V.Ya. (2020). Spatial logic concepts. *Revista inclusions*. Número Especial / Julio – Septiembre. 7: 837-849.
- Tsvetkov, 2020 – Tsvetkov, V.Ya. (2020). Prostranstvennaya logika v geoinformatike [Spatial logic in geoinformatics]. *Vektor GeoNauk*. 3(2): 91-100. [in Russian]

Логика космических наблюдений

Алексей Михайлович Тягунов ^a, Виктор Яковлевич Цветков ^{b, *}

^a Управление информатизации РТУ МИРЭА, Москва, Российская Федерация

^b Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (НИИАС), Москва, Российская Федерация

Аннотация. Статья вводит новое понятие логика космических наблюдений. Логика космических наблюдений интерпретируется как синтез пространственной логики и космических исследований. Статья показывает и доказывает, что на космических снимках видна не реальная полусфера планеты, а ее меньшая часть. Статья вводит новые понятия: видимый диаметр планеты и «сферическая тень» планеты. Даются формулы для расчета реального диаметра по «видимому диаметру» планеты. Даются формулы для расчета «сферической тени» в диаметральной плоскости планеты. Статья анализирует размеры сферического сегмента на поверхности планеты, который является ближайшим к точке наблюдения. Показано, что этот сегмент на космических снимках показан с преувеличением. Статья приводит рабочие формулы для расчета реальных размеров сферического сегмента. На основе проведенных исследования вводятся логические правила логики космических наблюдений. Статья констатирует, что логика космических наблюдений может быть разделом космической геоинформатики и разделом пространственной логики.

Ключевые слова: космические исследования, логика, пространственная логика, видимый диаметр планеты, сферическая тень, геометрическая логика, логика видимости, логика космических наблюдений.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: cvj2@mail.ru (В.Я. Цветков), tyagun72@bk.ru (А.М. Тягунов)