

15. Уткин В.И. Системы с переменной структурой: состояние проблемы, перспективы // Автоматика и телемеханика. 1983. № 9. С. 5–25.
16. Буравцев А.В. Сложные технологические системы // Славянский форум. 2017. № 4(18). С. 14–19.
17. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. – М.: МАКС Пресс, 2010. 228 с.
18. Tsvetkov V.Ya., Lobanov A.A. Big Data as Information Barrier // European researcher, Series A. 2014. Vol. (78). N. 7-1. P. 1237–1242.
19. Глушков В.В., Насретдинов К.К., Шаравин А.А. Космическая геодезия: методы и перспективы развития. – М.: Институт политического и военного анализа, 2002. 448 с.
20. V.G. Bondur, V.Ya. Tsvetkov. New Scientific Direction of Space Geoinformatics // European Journal of Technology and Design. 2015. Vol. 10. Is. 4. P. 118–126.
21. Славейко Господинов, Северина Джордова. Геодезическая астрономия.- Военно географична служба (Болгария), 2011. -264с
22. Каула У., Медведева П. П. Спутниковая геодезия: Теоретические основы. – М.: Мир, 1970.
23. Tsvetkov V.Ya. Information field. // Life Science Journal. - 2014 – Т.11. №5. -с.551-554.
24. Ознамец В.В. Геодезическое информационное обеспечение устойчивого развития территорий. – М.: МАКС Пресс, 2018. 134 с.
25. Цветков В.Я. Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 7. С. 43–47.
26. Кулагин В.П., Цветков В.Я. Геознание: представление и лингвистические аспекты // Информационные технологии. 2013. № 12. С. 2–9.
27. Савиных В.П. Геознание. – М.: МАКС Пресс, 2016. 132 с.
28. Цветков В.Я. Виды пространственных отношений // Успехи современного естествознания. 2013. № 5. С. 138–140.
29. Tsvetkov V.Ya. Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal. 2014. N. 31(2). P. 211–215.
30. Коваленко Н.И. Информационный подход при построении картины мира // Перспективы науки и образования. 2015. № 6. С. 7–11.

Сведения об авторе

Владимир Владимирович Ознамец
канд. техн. наук
проф.
Зав. каф. геодезии
МИИГАиК
Россия, Москва
Эл. почта: voznam@bk.ru

Information about author

S.G. Dyshlenko
Ph.D.
Professor
Head of the chair Head of Sector Applied Systems
MIIGAik
Moscow, Russia
E-mail: voznam@bk.ru

УДК 523.21
ГРНТИ 36.16.03

В.П. Савиных
МИИГАиК

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ГЕОДЕЗИЮ

Статья анализирует научное направление геодезии. Исследовано отношение геодезии и геометрии. Показана общность и различие между геометрией и геодезией. Описана связь между Международной федерацией геометров и международной федерацией геодезистов. Современное развитие геодезии вывело геодезию за пределы земной поверхности. Статья критически анализирует некоторые точки зрения на геодезию, которые преуменьшают ее значение. Статья констатирует, что геометрия, несмотря на ее часть «гео» не связана с измерением Земли, а является разделом математической теории. Геодезия изучает реальное пространство и реальные пространственные отношения. Статья в дискурсивном плане анализирует применения геодезии и показывает, что эта наука давно вышла за рамки земного пространства и может исследовать космическое пространство. Статья доказывает, что геодезия – это в первую очередь, наука о пространстве, и во вторую наука о Земле.

Ключевые слова: геодезия, пространство, система наук, пространственные отношения, геометрия, картина мира.

NEW LOOK AT GEODESY

The article analyzes the scientific direction of geodesy. The article explores the relationship of geodesy and geometry. The commonality and difference between geometry and geodesy are shown. The relationship between the International Federation of Geometers and the International Federation of Surveyors is described. The modern development of geodesy brought geodesy beyond the earth's surface. The article critically analyzes some points of view on geodesy, which diminish its value. The article states that, despite its part "geo", geometry is not connected with the measurement of the Earth, but is a section of mathematical theory. Geodesy studies real space and real spatial relationships. The article in the discursive plan analyzes the use of geodesy and shows that this science has long gone beyond the terrestrial space and can explore outer space. The article proves that geodesy is first of all, the science of space, and the second science of the Earth.

Keywords: geodesy, space, system of sciences, spatial relations, geometry, picture of the world.

Введение

Достаточно известным является факт трансформации «геометрия» и «геодезии». Термин «геометрия» (гео – Земля, метрио – измерение) означает измерение Земли, «геодезия» означает деление Земли [1]. То есть ориентация геодезии была направлена только на задачи кадастра. Первоначально предполагалось, что геометрия будет решать измерительные задачи на земной поверхности, то есть те, которые в настоящее время решает геодезия. Международная Федерация Геодезистов, основанная в 1878 году в Париже имела название Federation Internationale des Geometres (FIG) . Это переводится как международная федерация геометров. В настоящее время в зарубежных вуза продолжают выпускать специалистов по квалификации «геометр». В сравнении с российскими специалистами эти геометры выполняют функции землемеров и никакого отношения к математике и геометрии не имеют. С течением времени произошла трансформация - геометрия стала разделом математики и теоретической наукой. Практической наукой, связанной с измерениями, с исследованием земной поверхности и главное с исследованием пространственных тех реального пространства стала геодезия. Поэтому в настоящее время в иностранных и Российских источниках FIG называется как International Federation of Surveyors (Международная федерация геодезистов) [2]. Аббревиатуры совпадают, но сущности разные. Однако связь геометрии и геодезии существует и это надо учитывать при анализе понятия геодезия и задач геодезии как науки.

Развитие геодезии

Исследования по развитию геодезии приведены книге Ваничека «Геодезия: концепции» [3]. Автор отмечает, что первые геодезические работы проводились со времен Шумеров, в Древнем Китае, в Древнем Египте, в Древней Греции и в Римской империи. Это определяет связь «Геодезия и кадастр». Следует отметить, что в геодезической литературе отмечают геодезические работы Древнего Египта и Древнего Рима, но часто умалчивают о геодезических работах в Древнем Китае, где они проводились еще раньше и опирались на специфические методы и специфические измерительные инструменты. Развитие мореплавания выявило необходимость определения фигуры Земли, которая также относится к задачам геодезии. Существует связь геодезии со смежными другими науками: физикой, оптикой, математикой, геометрией, астрономией, океанографией, науками об атмосфере, геологией. Следует отметить интересную особенность. За рубежом, согласно многих классификаций, геодезию рассматривают как раздел прикладной математики. В России эти науки разделяют. Возможно, это приводит к тому, что в ряде учебных заведений геодезисты недостаточно знают математику и физику.

Критика работ Тетерина

Российский геодезист Тетерин десятилетия пишет статьи на тему развития геодезии. Модель дерева развития геодезии, которое дает Ваничек можно сравнить с деревом геодезии, которое строит Г.Н. Тетерин [4].

В модели Тетерина не нашлось места многим наукам. Астрономия в его модели является головной ветвью для «практической геодезии», которая в свою очередь является основой фотограмметрии и прикладной геодезии. В схеме Тетерина отсутствуют связи между геодезией и геологией, геодезией и математикой. В работе Vanicek P., Krakiwsky в модели дерева геодезии математика является основой геодезии, а у Тетерина ее нет вообще.

В работе Ваничека показаны связи геодезии: с геологией, науками об атмосфере,

планетологией, информатикой, гидрографией, экологией, физикой, демаркацией, инженерным проектированием, геофизикой, урбанизацией, управлением окружающей средой.

Всем этим наукам в модели Тетерина места нет. При этом важно отметить, что Г.Н. Тетерин писал эту работу через 23 года после выхода книги Ваничека. Он мог бы использовать опыт Ваничека, но он его проигнорировал. Из этого следует печальный вывод – Г.Н. Тетерин не читает зарубежные работы, тем более на английском языке.

Тетериным написано около 20 публикаций посвященных геодезии. Однако слабое знание им математики и логики привело к тому, что эти работы не более чем пожелание. Или, говоря другим языком, они представляют «наивную картину мира». Можно согласиться с Броваром и Юркиной, анализирующими работы Г.Н. Тетерина, [4] в том, что идеи его правильные, но их реализация оставляет желать лучшего.

Например, Тетерин дает определение геопространства следующим образом: ««Под геопространством понимается пространство жизнедеятельности (человека)». Из этого следует, что если человеческая цивилизация исчезнет, то исчезнет и геопространство. На самом деле геопространство существует независимо и связано с планетой, а не с формой жизни на ней. Определение Г.Н. Тетерина игнорирует другие формы жизни, но главное, оно использует неправильную связь между качественно разными объектами, которые не зависят друг от друга. Жизнедеятельность проявляется на спутнике Земли Луне, ожидается ее появление на Марсе. Но это не значит, что на Луне и Марсе будет существовать геопространство.

Г.П. Тетерин вводит два экзотических определения для геодезии «геометризация пространства» и «координатизация пространства» (О теории развития геодезии // Геодезия и аэрофотосъемка 2006, №1. с 51–61). Геометризацию пространства он определяет как «выражение пространственных отношений объектов и явлений окружающего мира языком геометрии». Определение языка геометрии им не дается и в силу этого такое определение не является полным. Термин «Геометризация пространства» никем в практической деятельности не используется и следуя принципу «лезвия Оккамы» [6] – этот термин пустой и не жизнеспособный.

Для термина «координатизация пространства» автор не смог даже придумать определение, но написал, что это важный принцип организации пространства. Если он имел в виду искусственное пространство как модель естественного, то с ним можно согласиться. Но в отношении естественного пространства это неверно. Естественное пространство существует независимо от принципов и терминов, которые придумывает человек. Тетерин утверждает об использовании этого принципа в Древнем Риме. Это не соответствует действительности. В Древнем Риме об этом принципе не знали и, соответственно, не применяли.

Дискуссионный интерес представляет понятие метрики, которое дает Тетерин в альтернативе ко всем наукам, использующим это понятия (Куда идет геодезия? // Геоконтекст, 2015. №3. С54-57. «форма, размер и пространственное положение мною именуется как геодезическая метрика». Достаточно посмотреть любой словарь по математике, экономике кибернетике или энциклопедический, чтобы понять, что этот набор терминов никакого отношения к метрике не имеет и иметь не может. Следует рассматривать пространственные метрики, поскольку геодезия исследует пространство. Например, энциклопедическое издание «Математика» дает такое определение [7]. «Метрическим пространством называется непустое множество, в котором между любой парой элементов, обладающих определенными свойствами, определено расстояние, называемое метрикой». Метрика задается аналитически в виде формулы. Метрика – это информационная единица и эталон, для данного типа пространства.

Что касается введения метрики Г.Н. Тетерина, то следует отметить, что существует множество форм, которые от метрик пространства не зависят. Существует множество размеров, которые не могут быть одновременной эталонами. Существует бесконечное множество положений в пространстве, которые являются фактофиксирующей характеристикой, а не эталоном.

Другими совами Г.Н. Тетерин определил метрику (элементарный объект) через сложные множественные объекты, которые не могут быть эталонами элемента пространства. Эти объекты сами зависят от метрик.

Существуют работы, в которых Г.П. Тетерин использует понятие логистической кривой, а вместо этого приводит график ступенчатой кривой. Его сторонники говорят о логистическом уравнении, а вместо этого приводят график экспоненциальной функции. Сторонники Тетерина говорят о жизненном цикле. Но вместо этого приводят экспоненциальную кривую, уходящую в бесконечность. Известно, что жизненный цикл имеет четкие конечные границы. То есть в общем можно констатировать использование терминов не по назначению или использование

искаженных представлений известных понятий и функций. Хотя основная идея, которую отстаивает Г.П. Тетерин (здравая и с ней следует согласиться) геодезия – это наука о пространстве.

Об отношении геометрии и геодезии

Геометрия в настоящее время раздел математики, изучающий пространственные структуры и отношения, а также их обобщения [7]. Геометрия занимается взаимным расположением тел, которое выражается в прикосновении или прилегании друг к другу, расположением «между», «внутри» и так далее; величиной тел, то есть понятиями о равенстве тел, «больше» или «меньше»; а также преобразованиями тел.

В развитии этого направления следует отметить работы в области искусственного интеллекта по исследованию пространственного знания [8, 9]. Следует выделить язык пространственной агрегации [10-12], который развивает идеи геометрии в области пространственных отношений. Он описывает взаимное расположение тел, которое выражается в прикосновении или прилегании друг к другу, расположением «между», «внутри».

Теория геометрии основана на абстракциях и абстрактных формах. Различают точечные, литейные, площадные и объемные тела. Это разделение имеет место в геоинформатике, что дает основание говорить о развитии идей геометрии в геоинформатике.

Евклид полагал, что точка есть «тело без длины и ширины», линейное тело - «линия есть длина без ширины», площадное тело - «поверхность есть то, что имеет длину и ширину». Точка в физике и математике есть абстракция. Ее можно рассматривать как информационную единицу [13], связанную с неограниченным уменьшением всех размеров тела, или пределом бесконечного деления. В системном представлении точка есть элемент абстрактной системы – мельчайшее неделимое. Расположения и преобразования геометрических фигур определяются пространственными отношениями. Отметим, что никакой земли (гео) и измерения Земли в современной геометрии нет. Содержание любой науки, включая геометрию и геодезию, определяется не на основе ее первоначального названия, а на основе тех задач, которые она решает. Специалист определяется не по названию диплома, а по его профессиональным возможностям. Вполне логично перенести эти идеи и на геодезию.

Многие трактовки геодезии уже давно исключают ее вторую часть «деление», но почему-то пытаются привязать эту науку к первой части термина «гео». Этого в геометрии давно не делают. Это дает основание применить этот подход и к геодезии. Многие теоретики геодезии пытаются, в первую очередь, привязать эту науку к одному из ее греческих корней, и только во вторую к тем задачам, которые она решает. На самом деле делать надо наоборот, сначала задачи, а потом лингвистика.

Общим в геометрии и геодезии является: исследовании пространств, исследование пространственных отношений [13-15], исследовании пространственных форм, исследование взаимного расположения тел.

Существуют различия.

1. Геометрия исследует абстрактные пространства, а геодезия исследует реальное пространство
2. Геодезические измерения содержат погрешности.
3. Геодезия включает в себя геометрию как математическую основу.
4. Обработка погрешностей – это раздел теории вероятностей, который входит в предмет геодезии.

Для определения содержания геодезии поставим ряд вопросов и дадим ряд ответов к ним.

В1. Применимы ли методы геодезии естественном спутнике Земли – Луне? Ответ – Применимы.

В2. Применимы ли методы геодезии искусственно спутнике Земли? Ответ – Применимы.

В3. Применимы ли методы геодезии на Марсе. Применимы.

В4. Применимы ли методы геодезии естественном спутнике Марса – Фобосе? Ответ – Применимы.

В.5 Применимы ли методы геодезии на малом небесном теле – астероиде. Применимы.

В6. Применимы ли методы геодезии за пределами солнечной системы. Ответ – Применимы.

В7. Применимы ли методы геодезии на любой твердой планете в любой галактике. Ответ – Применимы.

В8. Применимы ли методы геодезии на поверхности Земли. Ответ – Применимы.

В9. Применимы ли методы геодезии в подземном пространстве. Ответ – Применимы [16].

В10. Применимы ли методы геодезии в околоземном пространстве. Ответ – Применимы [17].

В10. Применимы ли методы геодезии для анализа и предотвращения астероидной опасности. Ответ – Применимы [18, 19].

Из этого следует, что область применения геодезии значительно шире, чем только поверхность Земли. Она применима на всех твердых небесных телах и Земля одно из таких тел. Следовательно, нет основания связывать геодезию только с Землей. Следовательно, область применения геодезии – это реальное пространство.

Для дальнейшего определения содержания геодезии поставим ряд вопросов и дадим ряд ответов к ним.

Г1. Существует ли космическая геодезия? Ответ – Да существует [20]. Наука, изучающая использование результатов наблюдений с КА и искусственных и естественных спутников Земли для решения научных и научно-технических задач геодезии и других направлений. Наблюдения выполняют как с поверхности планеты, так и непосредственно на спутниках и КА.

Г2. Существует ли геодезическая астрономия? Ответ – Да, существует [21, 22]. Это раздел астрономии, использующий геодезические методы.

Г3. Существует ли спутниковая геодезическая? Ответ – Да, существует [23, 24]. Спутников не существовало вплоть до 20 века. Поэтому не было ни задач, ни методов. В настоящее время они есть.

Следовательно, область применения геодезии выходят за пределы Земли и земного пространства.

Окончательный вывод. Геодезия – это наука о пространстве. Она может исследовать земное пространство, околоземное пространство, подземное пространство, пространство любой планеты, пространство любой звезды, межгалактическое пространство.

Заключение. Нельзя привязывать геодезию только к Земле и трактовать ее только как земную науку. Существует различие трактовки геодезии за рубежом и в России. За рубежом ее рассматривают как прикладную математику. С современных позиций некорректно рассматривать геодезию, только как науку о земле или об определении ее формы. Геодезия проникает в бизнес [25] и сервис [26]. Современные технологии типа Интернета вещей также находят отражение в развитии технологий геодезии. Геодезия является наукой, которая формирует картину мира [27, 28] в общенаучной системе наук. В процессе исследования реального пространства геодезия вышла за пределы земного пространства. Методы геодезии универсальны и применимы в других галактиках. Нет оснований привязывать геодезию только к наукам о Земле. Можно констатировать, что Геодезия есть наука о пространстве.

Литература

1. Геодезия, Картография, Геоинформатика, Кадастр. Энциклопедия. В 2 томах. / Под редакцией А.В. Бородко, В.П. Савиных. – Москва, 2008. Т. I А-М. 496 с.
2. Цветков В.Я. Международная конференция «Образование в области геодезии, кадастра и землеустройства: тенденции глобализации и конвергенции» // Инженерные изыскания. 2012. № 11. С. 12–14.
3. Vanicek P., Krakiwsky E.J. Geodesy: the concepts. – Elsevier Science Publisher B.V. 1986 переиздана Elsevier, 2015. 778 p. ISBN 0444- 87775-4
4. Тетерин Г.Н. Структурное «древо» геодезии // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2007. № 3. С. 77–83.
5. Юркина М.И., Бровар Б.В. Об эволюции содержания главных задач геодезии и гравиметрии // Изыскательский вестник. 2011. № 11. С. 39–59.
6. Толмачев Д., Ульянова Е., Кадочников С. Лезвие Оккама // Эксперт Урал. 2013. № 11. С. 11–21.
7. Математика. Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. Ю.В. Прохоров. 3-е изд. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. С. 848.
8. Kuipers B. Modeling spatial knowledge // Cognitive science. 1978. Т. 2. № 2. С. 129–153.
9. Цветков В.Я. Пространственные знания // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 7. С. 43–47.
10. Antony Galton (2009). Spatial and temporal knowledge representation // Earth Science Informatics. 2009. September. N. 2(3). P. 169–187.
11. Yip K., and Zhao F. Spatial aggregation: theory and applications // Journal of Artificial

Intelligence Research. 1996. N. 5. P. 1–26.

12. Цветков В.Я. Качественные пространственные рассуждения: Монография. – М.: МАКС Пресс, 2017. 60 с. ISBN 978-5-317-05604.

13. Tsvetkov V.Ya. Information Units as the Elements of Complex Models // Nanotechnology Research and Practice. 2014. Vol. (1). N. 1. P. 57–64.

13. Васютинская С.И. Пространственные отношения в кадастре недвижимости // Славянский форум. 2015. № 4(10). С. 89–96.

14. Цветков В.Я. Пространственные отношения в геоинформатике // Науки о Земле. 2012. № 1. С. 59–61.

15. Савиных В.П. Информационные пространственные отношения // Образовательные ресурсы и технологии. 2017. № 1(18). С. 79–88.

16. Куприянов А.О. Цифровое моделирование при подземных геодезических работах // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 4(12). С. 57–65.

17. 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. P. 531–535.

18. Tsvetkov V.Ya. The Problem of Asteroid-Comet Danger // Russian Journal of Astrophysical Research. Series A. 2016. Vol. 2. Is. 1. P. 33–40.

19. Kulagin V.P. Monitoring of Dangerous Space Bodies // Russian Journal of Astrophysical Research. Series A. 2017. N. 3(1). P. 4–12.

20. Глушков В.В., Насретдинов К.К., Шаравин А.А. Космическая геодезия: методы и перспективы развития. – Институт политического и военного анализа, 2002. 448 с.

21. Плахов Ю.В., Краснорылов И.И. Геодезическая астрономия. – М.: Картоцентр-Геодезиздат, 2002. 390 с.

22. Господинов Г.С. Геодезическая астрономия и космическая геоинформатика // Наука и технологии железных дорог. 2017. № 1(1). С. 45–50.

23. Kaula W.M. Theory of satellite geodesy: applications of satellites to geodesy. – Courier Corporation, 2013.

24. Seeber G. Satellite geodesy: foundations, methods, and applications. – Walter de Gruyter, 2008.

25. Ознамец В.В., Цветков В.Я. Бизнес геодезия: Монография. – М.: МАКС Пресс, 2018. 112 с. ISBN 978-5-317-05825-8

26. Цветков В.Я. Развитие геосервиса // Науки о земле. 2017. № 4. С. 31–42.

27. Савиных В.П. Космические исследования как средство формирования картины мира // Перспективы науки и образования. 2015. № 1. С. 56–62.

28. Tsvetkov V.Ya. Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal. 2014. N. 31(2). P. 211–215.

Сведения об авторе

Виктор Петрович Савиных
д-р техн. наук
проф., чл. – корр. РАН,
Летчик-космонавт, Дважды Герой Советского союза, Лауреат государственной премии, Лауреат премии Президента РФ, Лауреат премии Правительства РФ, «Заслуженный деятель высшей школы», «Почетный работник науки и техники», «Заслуженный геодезист», Действительный член: Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ), Инженерной Академии, Международной Академии астронавтики.
Президент
МИИГАиК
Россия, Москва
Эл. почта: president@miigaik.ru

Information about author

V.P. Savinykh
Doctor of Technical Sciences
Professor, Corresponding member of RAS,
Pilot-cosmonaut, Twice Hero of the Soviet Union, State Prize Laureate, Russian President Prize Laureate, Twice Winner of the RF Government Prize, "Honored Worker of Higher Education", "Honored Worker of Science and Technology", "Honored Surveyor", Academician: RCRC, the Engineering Academy, the International Academy of Astronautics, Academician of the International Academy of Sciences of Eurasia.
President
MIIGAik
Moscow, Russia
E-mail: president@miigaik.ru