

ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ И ПРЕДМЕТНОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДЕЗИИ

Г.Н.Тетерин,

профессор, к.т.н., каф. высшей геодезии Сибирской гос. геодезической академии (Новосибирск)

В истории российской геодезии можно выделить три терминологических (концептуальных) периода: 1-й – до А.П.Болотова (период практической геометрии); 2-й период начинается с А.П.Болотова (1836 г.) и продолжался до 30-х годов XX в. (период геодезии как системной целостности, объединявшей под своим именем топографию, картографию и другие геодезические системы знаний); 3-й – период утраченной целостности, период терминологической несостоятельности, понятийных противоречий (начиная с середины XX в.).

Для каждого периода характерна своя концепция развития геодезии. До середины XIX в. концептуальной основой была практическая геометрия. Фактически объяснение геодезического знания на практической геометрической основе было заложено еще Аристотелем (см. его труд «Метафизика») и Героном Александрийским. Но в терминологическом плане это окончательно оформилось в эпоху Возрождения (отдельные аспекты этого проявились еще в работах Бируни). Формой целостности этого периода стала геометрия.

В геодезии (в России) за последние 70-80 лет создалась парадоксальная ситуация. В книгах, в том числе в учебниках, отсутствует объяснение геоде-

зии как системной целостности. Попытки объяснения геодезии сводятся к перечню задач, которые она решает. Но этот перечень не может быть полным ввиду его конкретности. Кстати, именно таким путем (с помощью задач) Международная федерация геодезистов дала определение специалиста геодезиста («Геодезия и картография», 2004, № 8). Сейчас определения геодезии даются «невнятно», без всякой предметной основы. Более того, *геодезия как наука, как система, последние 70-80 лет отсутствует*. Ее заменяют нигде не поясняемые словосочетания «геодезия и топография», «геодезия и картография».

В 70-х годах XX в. Б.С.Кузьмин, один из авторов и редактор «Краткого топографо-геодезического словаря-справочника», издававшегося в 1968, 1973, 1979, 1989 гг., инициировал дискуссию на страницах журнала «Геодезия и картография» (№ 5 за 1972 г.), опубликовав статью «Об определении современного содержания геодезии и топографии». Дискуссия не решила терминологической и понятийной проблемы, так как к этому времени еще не имелось ни исторической, ни методологической базы.

Объяснение любой науки составляет ее методологическую основу, базу

понимания. С объяснения начинается знакомство с наукой и ее изучение. Объяснение закладывает фундамент понимания своей профессии, специальности. Созданный в процессе этого образ сохраняется на протяжении всей профессиональной деятельности. Из объяснения науки вытекает ее структура, совокупность взаимосвязанных дисциплин и, в конечном итоге, подходы к составлению учебных программ, образовательных планов. Определение и объяснение науки – факторы ее системного представления. Из всего этого вытекает возможность объяснения своей профессии, что составляет элемент профессиональной культуры. Примеры характерных определений геодезии XVIII, XIX и XX вв. даны в работах [1, 2, 3, 4].

Во 2-й половине XX в. в большинстве учебников и в отмеченном словаре-справочнике геодезия стала определяться (с некоторыми нюансами) как наука о фигуре Земли (ФЗ) и планово-высотной основе или как наука о ФЗ и внешнем гравитационном поле. Объяснения и достаточного обоснования такого определения нигде не приводилось.

В геодезии исследования методологического плана до последнего времени не проводились. Непосредственный анализ этой проблемы был предпринят автором еще в 70-80-е годы. В последние десятилетия была дана четкая постановка и решение этой проблемы в книгах, издававшихся автором с 1999 г. и в ряде статей: в «Геодезии и картографии» (№ 10, 1995 г., № 6, 2003 г. и № 7, 2004 г. и др.); в журнале

«Известия ВУЗов» в статьях «Концепции развития геодезии» (№ 4, 2002 г.), «Эволюция в представлениях геодезии и их аномалии» (№ 1, 2003 г.), а также в статьях за 2003 г. (№ 2) и 2004 г. (№ 2, № 3). Методологические исследования в указанных работах проведены на предметной, исторической основе с учетом современного состояния в этой области и теории развития геодезии, разработанной автором.

В третьем периоде концептуального развития, завершение которого мы переживаем, основу новой концепции характеризует ключевое понятие «фигура Земли» (ФЗ), вошедшее во все определения геодезии. Хотя с методологических позиций эта концепция в форме объяснения нигде не была высказана, но ее элементы были недвусмысленно определены в книгах по высшей геодезии, начиная с Ф.Н.Красовского.

В 3-м периоде постепенно утрачивалось традиционное понимание, определение и объяснение геодезии, ключевое слово «геометрия» заменяется понятием ФЗ. Такая замена привела к утрате предметной основы, объединявшей геодезические науки и дисциплины. Одновременно с этим в названиях организаций, отрасли, процессов, вузов, НИИ стали использовать различные словосочетания из основных понятий (геодезия, картография, топография, аэрофототопография). Из учебников исчезло объяснение геодезии как целостной системы.

В XX в., в связи с новым научно-техническим уровнем развития геодезии, новыми государственными задачами, происходила смена концепции. Стали



избегать старых определений, объяснений, понятий (низшая геодезия). Особенности этой ситуации были отражены в трудах Ф.Н.Красовского. В его книге «Руководство по высшей геодезии» определение науки было заменено перечнем задач, которыми занималась высшая геодезия. Те же самые позиции выражены в учебнике П.С.Закатова.

Принцип объяснения геодезии и входящих в нее наук с помощью перечня главных задач (без упоминания предметной основы) практически **был взят как образец всеми авторами более поздних учебников**. Никакой методологической базы на предметной основе под этот вид объяснения не подводилось. Вместе с тем перечень задач не является системообразующим фактором для геодезии, на основе которого можно было бы дать всеобъемлющее определение, построить объяснение геодезии.

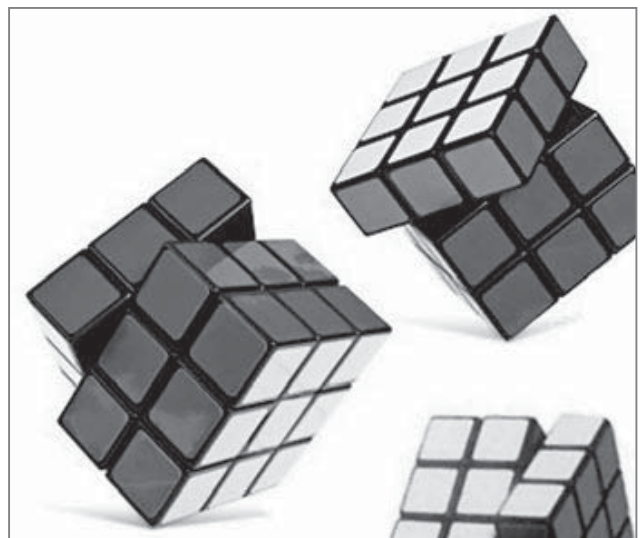
Объяснение и определение геодезии до А.П.Болотова во всех учебниках и книгах давалось исключительно на геометрической основе. В трудах А.П.Болотова концептуальная основа объяснения геодезии сохраняется. Вместе с тем у него в это объяснение впервые вводится деление геодезии на высшую и низшую. Фактором деления служило «вид и величина Земли» (т. е. ФЗ). В объяснении использовался также термин топография как эквивалент «низшей геодезии».

Принятое А.П.Болотовым объяснение и определение геодезии по форме и содержанию сохранялось последующими авторами книг вплоть до 20-30-х годов XX в. После этого ключевое слово

«геометрия», несущее в себе предметное понимание геодезии, постепенно исчезло из объяснений. Его заменило ключевое слово ФЗ с добавлением или плано-высотной основы, или гравитационного поля, или конкретного перечня задач.

Но если все упомянутые словосочетания направлены на указание какой-то новой единой системы знаний, то следовало бы придумать для нее соответствующее название, под флагом которого объединялась бы вся совокупность отмеченных в словосочетаниях наук, но такое название уже есть – геодезия – и ему уже 2,5 тыс. лет.

Как ни парадоксально, в середине XX в. наступило время «разбрасывания камней», время «распада» геодезии, разрушения ее системной целостности. Период научно-технической революции, период революционного перехода к новому этапу развития несет в себе вирус разрушения классических взглядов, концепций, объяснений, пониманий; вводится масса новых терминов, появляются терминологические противоречия. Все это свойственно 2-ой



половине XX в.

Образование по какой-либо специальности, профессии начинается со знакомства, с определений, с объяснения науки, основных понятий, терминов. Объяснение как методологическая категория играет важнейшую роль, как на начальной стадии образовательного процесса, так и в последующем. Оно содержит не только определение науки, но и пояснение ее структуры, взаимосвязей. В объяснении важна предметная и историческая основа сущности науки, системы знаний; объяснение опирается на существующую концепцию и теорию развития. Пример такого рода объяснения, концепция и теория развития геодезии даны в работах автора [1, 2, 3, 4, 5].

В геодезическом образовании, начиная с 30-40-х годов XX в., использовавшаяся до этого методологическая схема объяснения и познания геодезии, была забыта. Более полувека в геодезии, прежде ясной и понятной (в смысле определения и объяснения), имеют место терминологические противоречия, неоднозначность понятий и т. п. Никакого объяснения понятия геодезии и указанных выше словосочетаний не существует; определения даются на беспредметной основе. Ключевые слова, входящие в определения (фигура Земли, гравитационное поле, координатная основа) не добавляют ясности и не создают основу системной целостности.

«Урезанность», с одной стороны, в понимании геодезии, с другой стороны, противоречивость и многозначность терминов стали, по существу,

следствием методологических ошибок в образовательной системе, начало которых приходится на середину XX в.

Урезанное и «приземленное» (имея в виду ФЗ) понимание геодезии лишило студентов и специалистов понимания большой социальной, народнохозяйственной и научной значимости этой науки.

По существу, проучившись в ВУЗе 5 лет и завершив свое образование, специалист так и не получает достаточного объяснения, что такое геодезия [4]. Выйдя из стен учебного заведения, он встречается с отмеченными выше словосочетаниями, которые сводят геодезию к некоей частности непонятной целостности.

В образовательных учреждениях геодезия как целостная научная система отсутствует. Скорее эта целостность присутствует в форме «геодезия и картография», «геодезия и топография», «топографо-геодезическая система» и т.п. Для студентов 1 курса читается курс элементарной геодезии, прежде именовавшийся низшей геодезией. Помимо этой геодезии позднее студентам даются сведения по высшей, прикладным геодезиям и другим составляющим. Следовательно, геодезия студентами изучается только в плане отдельных ее подсистем, частей. **Но как целостная система она в образовании отсутствует.**

Геодезия как метасистема, объединяющая в себе высшую геодезию, топографию, аэрофототопографию, фотограмметрию, картографию, прикладную геодезию и другие геодезические науки и подсистемы, сейчас недоступ-

на для понимания специалиста, исследователя, как теоретика, так и практика. Такой системной целостности в образовании и подготовке кадров нет. О такой науке, о ее содержании, особенностях, границах, связях с другими науками, о ее законах развития не говорят ни в учебных заведениях, ни в НИИ, ни в производстве. В учебных заведениях по этой проблеме ограничиваются определением типа «геодезия-наука о ФЗ и внешнем гравитационном поле» или наука о ФЗ и планово-высотной основе. Доказательные объяснения отсутствуют, как и пояснения предметных связей и структуры, а также используемых словосочетаний.

Ошибки системного плана в образовании «прорастают» через 20 – 25 лет, когда окончившие ВУЗ молодые специалисты достигают командных высот и определяют политику развития в науке, образовании и производстве. Заложенные в них «кусочные» знания станут «тормозом».

Отсутствие целостной системы геодезии в образовании и подготовке кадров, понятийная и терминологическая неупорядоченность тормозят развитие геодезии. Как итог, все это пагубно сказывается в системе образования. В вузовских программах и планах есть набор дисциплин, курсов, в которых есть технологическая связь, но нет единой предметной, системной основы. Отсутствие понимания структуры единого знания (целостной системы, название которой была геодезия) приводит к дефектам в подготовке кадров, в научно-исследовательской работе, в планировании и прогнозировании раз-

вития.

Вопрос понимания, представления (объяснения) и определения геодезии в последние 50 лет стал, как это не кажется странным, основной методологической проблемой. Последние десятилетия этому вопросу не уделялось внимания. В учебниках, справочниках определение геодезии хотя и давалось на нескольких строчках, но делалось это чисто формально, по необходимости, мимоходом. Причем это определение кочевало из книги в книгу без всякого объяснения.

В понятие геодезии входят три составляющие: геометрическая, физическая и техническая. До промышленной и научной революции середины второго тысячелетия роль последних двух составляющих была минимальной. Поэтому представление геодезии как системы знаний о геометрии окружающего пространства (о пространственных отношениях и форме объектов) не подвергалось сомнению. Как выше отмечалось, она преимущественно представлялась практической геометрией.

Усиление технической составляющей геодезии только подчеркивало роль геометрического предназначения. Физическая составляющая в геодезии появилась во времена научной революции благодаря работам И.Ньютона, Х.Гюйгенса, А.К.Клеро и др. Роль этой составляющей приобрела огромное значение в XIX в., а в XX в. стала фундаментальной. Для геодезии физическая составляющая означала, с одной стороны, возможность создания физических, очень эффективных методов для решения задач по опреде-

лению геометрии объектов и явлений окружающего пространства. С другой стороны, эта составляющая позволяла учитывать влияние физических сил (полей) на геодезические измерения.

Важен и другой фактор. Для определения характера, законов и особенностей различных физических явлений необходимы были геометрические данные. Тем самым роль геодезии приобрела новое значение. Это особенно стало наглядным при подтверждении закона всемирного тяготения И.Ньютона, что было осуществлено с помощью градусных измерений. В то же время рассматриваемая физическая составляющая являлась причиной формирования ошибочных представлений в понимании геодезии. Сформировался, своего рода, сдвиг в геодезическом мышлении.

Высшая геодезия как главный научный профилирующий курс определялся и рассматривался как совокупность задач (теоретических), связь которых с прикладными задачами, профессиями была трудно улавливаема. Такого рода проблема вполне объяснима, так как характер объяснения высшей геодезии в форме научных и научно-технических задач был введен Ф.Н.Красовским и с тех пор, в основном, не менялся. Таким образом, отсутствие системного понимания геодезии во всех курсах и дисциплинах привело к указанным выше дефектам.

Негативный характер этой проблемы сохраняется у студентов, поскольку в учебных планах не предусматривается на последних курсах каких-либо «итоговых» дисциплин, в которых да-

валось бы решение рассматриваемой проблемы. «По умолчанию», исходя из терминологии, понимается, что геодезия – это то, что связано с построением геодезических сетей, с координатами. С другой стороны, опять же «по умолчанию» геодезия понимается как совокупность дисциплин, читаемых в геодезических вузах (техникумах). Но что эти дисциплины связывает (структура геодезии) нигде не уточняется, не разъясняется. Только возвращение предметной геодезической основы в понятие геодезия решает рассматриваемую проблему.

Весь метрический подход в предметном обосновании геодезии, значимость принципов геометризации и координатизации определяют и возводят геодезию и геодезические знания на уровень фундаментальности.

Можно представить понимание геодезии применительно к решению трех ее основных задач: определению (измерению) геодезической метрики, контролю изменения этой метрики и представлению геодезической метрики совокупности объектов и явлений в виде различных моделей (графических карт, аналитических, цифровых, электронных, натуральных и т.д.).

Общий подход в подготовке геодезических кадров, сформировавшийся в 20-30-ые годы XX в., как это ни странно, за 70-80 лет не изменился. Происходило количественное изменение (возрастало число изучаемых методов, инструментов), но качественных перемен не было. За последние 50-60 лет произошло существенное обновление предыдущей парадигмы. Произошли



радикальные изменения в геодезии ее предметного существа. Но, как это отмечено выше, в учебной литературе и программах не менялось классическое (начала XX в.) понимание геодезии, подход в плане программного обеспечения подготовки геодезических кадров. Геодезическая отрасль может создать себе кадровую проблему на будущие десятилетия. Представленные в работах [1, 2, 3] три варианта структуры геодезического знания (1 вариант дан на рис. 1) дают некоторое представление не только общего понимания геодезии и нового подхода, но и необходимости введения новых курсов, дисциплин, подготовки новых учебных пособий, разработки соответствующих теорий.

Понимание геодезии как современной системы научных и профессиональных знаний реализуется через понятия геометризации и координатизации [1, 2, 3]. При этом

$$\text{ГП} = \{\text{ГОК}, \text{П}, \text{СКО}, \text{СИМП}\}$$

$$\text{КП} = \{\text{ФСК}, \text{РСКП}\}$$

где ГП и КП – соответственно геометризация и координатизация пространства, ГОК – геометрическое (геодезическое) обеспечение и контроль, П – параметризация, СКО – создание координатной основы, СИМП – создание информационных моделей пространства, ФСК – формирование систем координат (СК), РСКП – распространение СК на окружающее пространство.

Фактически по каждой из составляющих ГП и КП, т.е. системам ГОК, П, СКО, СИМП, ФСК, РСКП, необходимо вводить в учебные планы новые курсы, дисциплины. Так, например,

по координатизации пространства (по «методу и системам координат в геодезии», 2008 г.) написано учебное пособие Н.А.Телеганова, Г.Н.Тетерина. *Геодезия, в фундаментальном подходе – это измерение (определение), контроль геодезической метрики и получение соответствующих моделей метрической структуры окружающего пространства.* Вполне очевидно, что требуется формирование, в плане общего подхода, таких обобщенных теоретических курсов как:

1. определение (измерение) геодезической метрики;
2. контроль изменений геодезической метрики в пространстве и времени;
3. получение моделей метрической структуры окружающего пространства.

Главная проблема в современном геодезическом образовании – отсутствие программ, курсов, специальностей по геодезии как целостной системы. Общее и профессиональное образование осуществляется только по прикладной тематике: прикладная (инженерная) геодезия, картография, аэрофототопография, фотограмметрия, дистанционное зондирование, астрономогеодезия. Как уже выше отмечалось, отсутствуют курсы по обобщенным системным вопросам геодезии, т.е по геодезии как целостной системе.

Сейчас существует настоятельная необходимость введения во всех специальностях, по которым ведется подготовка кадров в вузах и техникумах, системных курсов по геодезии [1,2,3]: на первом курсе – вводного, на последних – заключительного. Цель введения такой дисциплины на первом курсе –



рис. 1. Функциональная структура геодезии

ПОФ – пространственные отношения и формы;

ГГС – государственная геодезическая сеть;

ФСК – формирование системы координат.

дать обобщенное понимание (целостное) геодезии, ее основной терминологии, предмета и объекта приложения, сфер применения, значимости и перспектив развития и т.п. На последних курсах обучения студентов необходим заключительный, обобщающий курс. Программы таких образовательных курсов приведены в работах [2,3].

На основании всего вышеизложенного следует настоятельная необходимость введения в системе высшего образования, по меньшей мере, специализации (а по возможности, специальности) системного плана на уровне метагеодезии. Несомненно, специалисты такого уровня необходимы в сфере производства на руководящих местах и в научно-исследовательской работе (в

НИИ, университетах).

Конечно, в целом рассматриваемое содержание специализации – это только исходная основа, но тем не менее она определяет базу дальнейшего развития теории всей совокупности современных геодезических знаний как целостной системы с вполне определенным и четким предметом, методом и объектом.

В учебные планы и курсы по этой специальности должны входить рассмотренные выше 2 курса: «Вводный» и «Заключительный». Помимо этих двух курсов, в программу обучения должны входить курсы в соответствии с системной теорией, а также специальные курсы по реализации уже указанных 3-х функций применительно к струк-

турным элементам. Кроме того необходим ряд курсов в плане системной структуры геодезии (рис. 1) на обобщенном уровне: по координатизации пространства, по определению и контролю геодезической метрики объектов и явлений окружающего пространства, по их параметризации и т.д.

Несомненно, потребуются глубокие и основательные теоретические и практические разработки в перечисленных направлениях. Но только при условии дальнейших активных исследований, обновлении образовательных программ, подготовке учебных пособий можно говорить об успешном развитии геодезии как целостной системы.

Источник иллюстрации: www.notatoy-spb.livejournal.com

Литература

1. *Тетерин Г.Н.* История геодезии (до XX в.). Новосибирск, СГГА, 2008. 300 с.
2. *Тетерин Г.Н.* Феномен и проблемы геодезии. Новосибирск, СГГА, 2009. 95 с.
3. *Тетерин Г.Н.* Теория развития и метасистемное понимание геодезии. Новосибирск, СГГА, 2006. 162 с.
4. *Тетерин Г.Н.* Что такое геодезия? // «Изыскательский вестник», 2009, № 1, с. 37–41.
5. *Тетерин Г.Н.* Геодезия – это метод или «наука о фигуре Земли», или нечто большее? // «Изыскательский вестник», 2009, № 2, с. 5-11.

ВЕСТИ С ЗОДЧЕГО РОССИ

13 апреля с.г. ЗАО «Геодезические приборы», ЗАО «ГСИ» и СПб ОГиК провели очередной *практический семинар, посвященный современным геодезическим технологиям*, в особенности новым системам и сетевым решениям объединенной фирмы «Topcon-Sokkia» (см. материал на странице 31).

17-18 марта с.г. члены правления СПб ОГиК, преподаватели и студенты факультета СПО (Техникум геодезии и картографии) Горного института приняли участие в *конференции, посвященной 20-летнему юбилею програм-*

