

ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., профессора Ямбаева Харьеса Каюмовича на диссертацию Губайдуллиной Рушании Айратовны на тему: «Модельные определения координат точек геодезических сетей на основе использования относительных значений их элементов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия

Актуальность темы исследования.

Геодезические сети являются основой при производстве различных инженерно-геодезических работ. Принцип оценки положения пунктов геодезических сетей остается неизменным и состоит в использовании опорных (исходных) пунктов, координаты которых стабильны. При этом при наблюдениях за деформациями различных объектов требуется выполнение проверки на стабильность положения исходных пунктов. Зачастую возникают ситуации, когда не удается определить устойчивый геознак. Тогда могут потребоваться дополнительные усилия затраты по созданию наблюдательной станции. Эти обстоятельства обязывают геодезистов искать новые технические решения.

В современной инженерно-геодезической практике геодезические сети часто представляют в компьютерной интерпретации в виде -различного вида ГИС.

Технологии моделирования и анализа геодезических сетей бурно развиваются. Сегодня имеется возможность их построения с наилучшими точностными и геометрическими параметрами, обеспечивающими решение конкретной производственной задачи. Разработаны также технологии их сопоставления, которые необходимы при повторных измерениях. Таким образом, моделирование геодезических сетей открывает все большие возможности и обозначает тенденцию развития исследований в этом направлении. В работе рассматривается методика, основанная на сравнении отношений линейно-угловых параметров геодезической сети. Идея весьма привлекательна и эффективна. Рассмотрение абсолютных величин всегда связано с привязкой к определенной системе координат. Невозможность определения координат какого либо пункта сети, особенно исходного, существенным образом затрудняет, и создаёт трудности и при разработке технологии измерений и при оценке точности полученных результатов. В то же время, при этих же обстоятельствах (отсутствие точечной информации), если рассматривать всю геодезическую сеть как модель (систему), то соотношения элементов сети (углов и расстояний между точками) позволяют восстановить положение пунктов, не прошедших процесс измерения. Кроме того

использование относительных величин в модели геодезической сети весьма выгодно при повторных измерениях, например, когда выполняется оценка смещений ее деформационных марок. При этом компенсируются или исключаются ошибки измерений: -при использовании свободных станций ошибка центрирования, -а при измерений длин линий систематическая ошибка. В этой связи предложенную в работе методику моделирования геодезических сетей и технологии оценки точности координат пунктов на основе использования относительных значений их элементов следует считать **актуальной** и перспективной.

Идея работы заключается в представлении геодезической сети как единой системы, а элементов, определяющих её форму и размер – однородными элементами в виде безразмерных (относительных) величин. Это обеспечивает получение дополнительного параметра: коэффициента отношений, который может служить масштабным коэффициентом, и дает возможность применения альтернативных равноточных приборов при определении координат точек геодезических сетей (в том числе многократном)

Принятая на разработку идея основана на принципе моделирования, при котором используются не сами измеренные величины, а отношения между ними (безразмерные соотношения между линейными величинами, соотношения между тригонометрическими функциями углов). Тогда, величины, полученные по результатам начальных измерений, принимаются как базовые, формирующие некоторую начальную безразмерную модель сети, фиксирующую её состояние на начальный момент времени. Все последующие измерения позволяют установить, сохраняются ли эти базовые элементы (базовая модель) неизменными. Такой подход позволяет получить ряд преимуществ по сравнению с подходом традиционным: обеспечивается автоматическое исключение систематических ошибок, линейных относительно измеряемых величин, а при определённых условиях и нелинейных. В связи с этим становится проще обеспечивать преемственность и непрерывность выполнения работ.

Далее во введении, четырех главах с выводами по каждой из них, на 171 странице машинописного текста, 24 рисунках ,58 таблицах и заключении последовательно излагается реализация принятой идеи.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цели, задачи, защищаемые положения и новизна, раскрыты теоретическая и практическая значимости исследования.

В первой главе рассмотрены возможные методы описания форм и размеров объекта (сети). Согласно традиционной технологии, геодезисты для этого используют

координаты (характерных) точек. Представлен анализ нормативной документации, методической, технической и научно-профессиональной литературы о способах определения координат точек геодезических сетей и дальнейшего их использования при решении задач деформационного мониторинга и оценки стабильности опорных пунктов геодезических сетей. Особое внимание уделено анализу способов уменьшения влияния систематических ошибок из геодезических измерений. Установлена необходимость разработки более простой технологии учета их влияния. Обоснована возможность использования относительных величин в геодезии, которые не только задают форму объекта (сети), но также являются эффективным инструментом устранения систематических погрешностей линейных, относительно измеряемых величин. Главное преимущество такого подхода состоит в том, что они являются однородными, в том смысле, что при делении и умножении их на одно и то же число, форма объекта (сети) никак не меняется. Выявлена целесообразность использования относительных величин при деформационном мониторинге объектов и земной поверхности. Описана технология перехода от абсолютных величин, принятых в геодезии, к относительным безразмерным и рассмотрена возможность осуществления обратного перехода к абсолютным размерным величинам.

Во второй главе изложена технология применения однородных элементов при получении и обработке геодезических измерений. Показано, что измерения в геодезической сети, могут быть представлены в виде относительных величин, путем нормирования всех измеренных величин относительно, например, первой. Показаны новые пути решения различных геодезических задач. Проиллюстрирована технология оценки эквивалентности точностей линейных и угловых измерений, на основании этого предложена и подробно изложена технология совместного уравнивания линейных и угловых измерений.

В третьей главе предложена методика оценки стабильности геодезической сети, обоснованная принципами ее геометрического подобия. Сформулированы условия стабильности сети, которые базируются на трех теоремах подобия. Согласно одной из этих теорем, именно безразмерные комплексы (коэффициенты отношений) задают состояние модели (сети) в рассматриваемый момент времени, а значит, их и можно использовать при анализе стабильности сети. Показана целесообразность использования данной технологии для выявления равномерных и неравномерных деформаций.

В четвертой главе выполнена апробация предложенной технологии получения и обработки данных натурных наблюдений линейно-угловой сети.

В заключении диссертации изложены основные результаты и выводы, полученные в ходе исследований.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

- 1. Первое положение. Использование относительных, нормированных величин является весьма эффективным средством исключения систематических ошибок из результатов измерений при построении геодезических сетей любого назначения.**

Положение доказано на численных примерах решения геодезических задач. В частности показано, что переход от абсолютных величин к коэффициентам их отношений позволяет учитывать систематические ошибки, линейные относительно измеряемых величин, а в случае равенства расстояний и нелинейные. Приведены расчеты для геодезических засечек и геодезической сети. Показана эффективность использования относительных величин. При использовании относительных величин совершенно неважно, в каких единицах были получены измерения.

Разработана компьютерная программа, реализующая алгоритм использования относительных величин (свидетельство о госрегистрации № 2020611726).

- 2. Второе положение. Определение координат точек геодезической сети возможно по коэффициентам отношений линейных и угловых величин, вычисленных и уравненных по результатам измерений, в том числе и неравноточных.**

Автор всесторонне изучил вопрос об уравнивании линейных и угловых измерений. Рассмотрены условия, при которых угловые и линейные измерения эквиваленты по точности. Приведен пример уравнивания линейно-угловой сети, в которой в качестве измеренных расстояний и углов приняты их истинные значения, искаженные влиянием случайной ошибки измерений, а в длины линий также введена систематическая ошибка. Проведено сравнение результатов уравнивания по традиционному методу и по предлагаемой технологии. Если говорить в целом о предлагаемом подходе, то автор использует в явном виде относительные величины. В традиционных решениях матрицы ковариаций содержат эти значения. Заслуга автора, что она увидела эффективность их практического использования. В этом смысле положение доказано и весьма перспективно.

- 3. Третье положение. Применение при решении задач деформационного мониторинга коэффициентов отношений линейно-угловых величин, обеспечивает контроль деформаций при вариативности приборов и преемственность конечных результатов.**

Для рассматриваемой сети составляется условие однозначности, при выполнении которого система считается стабильной. В работе на примере оценки устойчивости борта

карьера выполнено сравнение результатов обработки измерений по традиционной методике и с использованием элементов теории подобия. В результате предлагаемая методика позволила не только выявить неравномерные деформации, но и получить верные смещения, даже при выполнении измерений в двух циклах приборами с разными систематическими ошибками, но равноточными. Положение доказано и показана практическая эффективность ее использования.

В ходе исследований автором проанализированы известные достижения и теоретические положения других авторов. Специфика научных исследований заключается в сочетании различных областей наук – метрологии и статистики, а также методов математического моделирования. Разработанная методика имеет четкое теоретическое обоснование, опирающееся на известные теоремы подобия, и метрологические определения. Приведены доказательства эффективности применения разработанных решений по сравнению с известными методами, проверка которых была выполнена как на различных модельных примерах, так и на результатах натурных наблюдений.

Следовательно, предложенный метод совместной обработки коэффициентов отношений по результатам линейных и угловых измерений в целом эффективен и позволяет получить верные координаты точек, даже в том случае, если линейные измерения отягощены влиянием систематической ошибки. В то время как традиционная технология уравнивания требует обязательного устранения этих ошибок

Основные положения диссертационного исследования были представлены на 7-ми научно-практических конференциях, а также основные результаты исследования в достаточной степени освещены в 11 печатных работах, в том числе в двух статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (далее – Перечень ВАК), в одной статье – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получено одно свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ.

Достоверность и научная новизна.

Диссертантом получены новые научные результаты, которые заключаются в обосновании использования соотношений элементов геодезических сетей для определения координат пунктов, в том числе и при повторных измерениях; в разработке алгоритма совместной обработки коэффициентов отношений, полученных по результатам линейных и угловых измерений; в разработке методики определения степени деформирования (смещения) пунктов геодезических сетей любого назначения, основанной на анализе результатов повторных измерений, дополняющая традиционные

подходы и обеспечивающая возможность применения альтернативных равноточных приборов в различных циклах наблюдений

Достоверность подтверждается использованием современных, широко применяемых в разных областях науки методов, использованием сертифицированных приборов и методик при проведении экспериментальных исследований и обработке данных натурных наблюдений, хорошей сходимостью при сравнении полученных результатов с данными независимых исследовательских работ; качественным и количественным согласованием результатов расчетов с экспериментальными данными. Они не противоречат и дополняют ранее опубликованные по теме диссертации работы в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией, а также в других изданиях отечественных и зарубежных исследователей. Результаты исследований получили огласку и одобрены на многочисленных научно-практических, в том числе международных конференциях.

Замечания по диссертационной работе: 1. Не понятно, почему в работе, связанной с определением координат геодезических сетей не рассмотрен анализ МНОГООБРАЗИЯ существующих систем координат: местных, государственных прямоугольных координат от СК-42 до СК-95, СК-2011, геоцентрических ПЗ-90, WGS-84, топоцентрических... и т.д. с их характеристиками, особенностями, точностью.

2. Не изучив прошлые достижения или, тем более, суть научно-технических решений современников, трудно оптимально оценить качество своих научных разработок.

Оппонент вынужден напомнить, что в последнее десятилетие профессором Маркузе Ю.И. и его учениками подробно разработан рекуррентный способ обработки и уравнивания геодезических сетей также для решения аналогичных задач деформационного мониторинга. При рекуррентном уравнивании каждого цикла выполняется последовательное объединение всех циклов с вычислением уточнённой корреляционной матрицы текущего цикла. Деформации устанавливаются как недопустимые разности одноимённых координат x , y , z пунктов с применением необходимого статистического критерия. В случае отсутствия реальных измерений, но имея предполагаемый проект сети, **целесообразно выполнить их моделирование** в каждом цикле, установить какой минимальной величиной можно определить **деформации** на каждом пункте, выполнить все необходимые вычисления и сравнить **допустимые деформации** с полученными. следало бы сравнить предложенный диссертантом метод с разработками профессора Маркузе Ю.И..

3. В первой главе приведено состояние изученности рассматриваемого вопроса. Не в полной мере выражена конкретная задача перехода на относительные величины, какова предыстория и преимущества данного подхода.

4. Методика определения координат геодезической сети по относительным измеренным величинам проверена преимущественно на математических моделях. Отсутствует полноценная реализация в натуральных условиях.

5. В диссертации имеются редакционные и стилистические неточности, а также досадные опiski, например, на стр. 15 автореферата формулы (7) и (8) не содержат l_2 , β_2 , а в пояснении к этой формуле они указаны; этот пункт замечаний доведён до автора в отдельном сообщении для учета в дальнейшей деятельности.

Отмеченные замечания имеют место быть, но носят больше рекомендательный характер и не значительно влияют на **общее положительное впечатление о диссертации.**

Заключение.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Представленные результаты исследований, научные положения и практические решения имеют важное теоретическое и производственное значение.

Диссертационная работа: «Модельные определения координат точек геодезических сетей на основе использования относительных значений их элементов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839 адм, а ее автор – Губайдуллина Рушания Айратовна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры геодезии,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный университет геодезии и картографии»

Тел.: +7 (499) 322-78-00 e-mail: portal@miigaik.ru

Подпись Фамилия Имя Отчество заверяю (дата, подпись, печать организации)



01.12.2020 Ямбаев
Харьес Каюмович

Дата

02.12.20

