



Государственная корпорация
по космической деятельности «Роскосмос»



Акционерное общество
«Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»)

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН/КПП 5018200994/501801001

19.11.2020 исх. № 09001-17762
исх. № 847-15/7999 от 06.10.2020

Учёному секретарю
Диссертационного совета
ФГУП «ВНИИФТРИ»

М.В. Балаханову

Отзыв на автореферат
Боброва Д.С.

Уважаемый Михаил Валентинович!

Представляю Вам отзыв на автореферат диссертационной работы Боброва Дмитрия Сергеевича на тему «Разработка методов и средств создания навигационных гравитационных карт» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Приложение: Отзыв на автореферат на 4 л. в 2 экз.

Главный учёный секретарь

Ю.Н. Смагин



Исп.: Гусев И.В.
Тел.: +7 (495) 513-50-75

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Боброва Дмитрия Сергеевича
«Разработка методов и средств создания навигационных гравитационных карт»
на соискание учётной степени кандидата технических наук
по специальности – 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий»

Главной задачей диссертационной работы Д.С. Боброва является исследование и разработка методов и средств создания высокоточных навигационных гравитационных карт параметров гравитационного поля Земли (ГПЗ) на заданный район или маршрут применения, актуальность которой сомнений не вызывает, поскольку данное направление исследований является критически важным для развития автономных навигационных систем и комплексов по геофизическим полям Земли. В свою очередь, преимущества навигации по ГПЗ очевидны: ГПЗ не подвержено радиоподавлению, имеется возможность осуществлять навигацию под водой, под землей, а также в закрытых пространствах, в которых современные средства навигации, основанные на использовании сигналов глобальных навигационных спутниковых систем, не работают.

Научная новизна работы представлена комплексом научно-технических решений в области создания навигационных гравитационных карт.

Практическая значимость работы состоит в возможности применения результатов диссертационной работы в целях совершенствования геоинформационного обеспечения автономных навигационных систем и комплексов.

Вместе с тем, в диссертационной работе Д.С. Боброва метод подготовки навигационных гравитационных карт основан на учёте аномальной составляющей локального ГПЗ за счёт влияния промежуточного слоя пород, заключенных между поверхностью земного эллипсоида и физической поверхностью Земли, а также элементов конструкции помещения, в которых планируется осуществлять навигацию. Без учёта этой информации, которая известна, в том числе, по результатам зарубежных измерений (глобальная модель плотностного строения пород рельефа «ТороDens»), осуществлять высокоточную навигацию по ГПЗ не представляется возможным. Кроме этого в работе делается акцент на навигацию по ГПЗ с использованием гравиметра и градиентометра. В настоящее время эти приборы представляют собой сложные, достаточно громоздкие устройства, применение которых пользователем в полевых условиях требует, как достаточной компетенции в методологии проведения измерений, так и достаточного количества времени. Таким образом, развитие и применение метода, рассмотренного в настоящей работе, потребует дополнительного комплекса работ как по определению аномальной составляющей ГПЗ в любой точке на поверхности Земли, так и попытке

миниатюризации средств одновременного измерения ускорения свободного падения (УСП) и тензора градиента ГПЗ.

По тексту автореферата имеется ряд замечаний, носящих принципиальный, но не критический характер.

1. В тексте автореферата приводится фраза «Достоинством комплекса автономной навигации, включающего БИНС и средство коррекции в виде гравиметрической КЭНС, является абсолютная помехозащищенность, поскольку постановка помех этим системам невозможна». Как уже было отмечено выше, гравитационному полю невозможно поставить помехи, тем не менее, прибору, измеряющему его характеристики, это сделать достаточно просто. Чувствительный элемент гравиметра «Scintrex CG-5 Autograv», на котором основаны измерения в настоящей работе, базируется на системе немагнитного плавленого кварца, который обладает высокими температурными и упругими характеристиками. Гравитационная сила, действующая на грузик, уравнивается пружиной и относительно небольшой возвращающей электростатической силой. Положение массы, которое регистрирует емкостной датчик перемещения, изменяется вследствие изменения силы тяжести. Таким образом, показания гравиметра зависят, хоть и незначительно, от температурного режима, его отклонения по вертикали, уровня вибраций на поверхности, а также от работоспособности емкостного датчика, что определяет его высокую уязвимость к постановке разного рода помех.

2. Главной задачей исследований постулируется исследование и разработка методов и средств создания высокоточных навигационных гравитационных карт параметров ГПЗ на заданный район или маршрут применения, при этом предметом исследования являются методы повышения точности и детальности навигационных гравитационных карт за счёт дополнительного учета влияния рельефа и плотности пород. Таким образом, автор уже заранее определил конкретный метод исследования.

3. Пункт 1 научной новизны работы в представленной редакции «Усовершенствован метод повышения точности и детальности навигационно-гравиметрических карт на основе дополнительного учета влияния рельефа и плотности пород литосферы. Это позволило повысить точность в 4-5 раз...» описан некорректно, т.к. не оговаривается, относительно чего была повышена точность в 4-5 раз, хотя далее в тексте автореферата это пояснение дано.

4. Пункт 2 научной новизны работы в представленной редакции «Впервые установлено, что при реализации технологии навигации по картам УСП поправками за учёт влияния изменения атмосферного давления, температуры окружающего воздуха, влагонасыщенности пород, а также изменения УСП во времени можно пренебречь из-за их незначительности» является достаточно очевидным и научной новизной не обладает. За время проведения измерений, которое варьируется от нескольких секунд до нескольких минут, эти параметры принципиально не могут измениться существенно.

5. В методе №1 «Интерполяция значений УСП» постулируется, что « g_N » и « g_{N+1} » – известные значения УСП в крайних точках профиля, а в таблице 1 «Оценка погрешности методов интерполяции для Московского гравиметрического полигона» приводятся вычисленные значения УСП гравиметра, как в крайних точках профиля, так и в промежуточных. Следует пояснить смысл значений, приведённых в таблице 1, поскольку гравиметр «Scintrex CG-5 Autograv» является относительным гравиметром, т.е. он не может дать конкретное значение УСП в точке наблюдения, с помощью него можно вычислить только разность значений УСП между двумя точками наблюдений.

6. Аномальная добавка к УСП за счёт влияния промежуточного слоя пород, заключенных между поверхностью земного эллипсоида и физической поверхностью Земли даётся выражением:

$$\Delta g_H = \sum_{200 \text{ км}} \frac{G \rho_i \cdot v_i}{r_i^2}$$

При этом автором не приводится пояснение значения «200 км» под знаком суммы, в то время как сумма должна идти по параметру « i » – каждой элементарной ячейки пород промежуточного слоя.

Аналогичная формула дается для определения аномальных составляющих гравитационных градиентов:

$$\Delta T_{\alpha\beta_H} = \sum_{20 \text{ км}} \frac{G \rho_i \cdot v_i}{r_i^3}$$

уже со значением «20 км» под знаком суммы, смысл которого остается неясным. Необходимо также отметить, что значение в левой части равенства $\Delta T_{\alpha\beta_H}$ должно зависеть от координат x, y, z , которые принимают индексы α и β . В правой части равенства этой зависимости нет, таким образом, из данной записи получается, что матрица аномальных составляющих гравитационных градиентов состоит из одинаковых значений.

7. В главе 4 приводится информация, что достигнутая точность измерений с помощью высокоточного относительного гравиметра типа CG-5 Autograv составила 1 мкГал, что вызывает определённые сомнения. Предельная разрешающая способность гравиметра данного типа составляет 1 мкГал, данный прибор, как уже было отмечено выше, чувствителен к температурному режиму, подвержен дрейфу значений, вследствие постепенного растяжения пружины в чувствительном элементе, а также долгой релаксации, зависящей в общем случае от метода переноса гравиметра из одной точки измерения в другую. Практические измерения с прибором «Scintrex CG-5 Autograv» очень редко дают результат с погрешностью 1 мкГал.

Несмотря на выявленные замечания, содержание автореферата свидетельствует, что диссертационная работа Д.С. Боброва носит законченный характер научно-квалификационной работы, содержащей научную новизну, и соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» Высшей аттестационной комиссии

при Министерстве образования и науки Российской Федерации. Таким образом, автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Отзыв был заслушан 11.11.2020 на заседании секции №3 НТС АО «ЦНИИмаш», протокола № 20/30.

Ведущий научный сотрудник отдела 03002, к.т.н.

И.В. Гусев

Начальник отдела 10302, к.ф.-м.н.

А.С. Жамков

Подписи

Гусева Игоря Витальевича,
Жамкова Александра Сергеевича
заверяю.



Главный учёный секретарь АО «ЦНИИмаш», д.т.н.

Ю.Н. Смагин

«18» ноября 2020 г.

Гусев Игорь Витальевич, ведущий научный сотрудник отдела 03002 АО «ЦНИИмаш», к.т.н., тел.: +7 (495) 513-50-75, эл. почта: i.gusev@glonass-iac.ru.

Жамков Александр Сергеевич, начальник отдела 10302 АО «ЦНИИмаш», к.ф.-м.н., тел.: +7 (495) 513-40-76, эл. почта: ZhamkovAS@tsniimash.ru

Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»), почтовый адрес: Российская Федерация, 141070, Московская обл., г. Королёв, ул. Пионерская, д. 4.