«Утверждаю»
Директор Геофизического центра РАН
академик А.Д. Гвишиани

ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБУН Геофизический центр РАН на диссертацию Спесивцева Александра Александровича на тему: «Разработка методики учета сезонных геодинамических эффектов с использованием данных о гравитационном поле Земли», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – Геодезия

Диссертационная работа Спесивцева А. А. «Разработка методики учета сезонных геодинамических эффектов с использованием данных о гравитационном поле Земли» посвящена важной проблеме учета влияния на результаты геодезических и геофизических наблюдений сезонных вариаций, отражающих неприливное распределение масс в физических оболочках планеты. **Тема диссертации является актуальной**, так как современные реализации геодезических систем отсчета остро нуждаются в обеспечении их временной стабильности и сокращении сроков их старения. Это необходимо для решения большинства практических геодезических задач. В теоретическом плане актуальность темы определяется необходимостью совершенствования знаний о механизмах неприливных вариаций геофизических процессов.

В этой связи необходимо отметить, что сотрудники ведущей организации Геофизического центра РАН имеют определенный опыт и компетенцию в данном научном направлении. Цикличность современных геодинамических процессов исследуется сотрудниками Лаборатории геодинамики, в связи с проблемами безопасности захоронения радиоактивных отходов и геоэкологии в целом. Выявлением скрытых периодичностей в продолжительных временных рядах различных космо-геофизических процессов, например, в рамках Соглашения о сотрудничестве с Институтом астрономии и Национальной астрономической обсерваторией Болгарской академии наук совместно занимаются сотрудники Лаборатории геодинамики и Лаборатории геоинформатики и геомагнитных исследований. Таким образом тема диссертационной работы вполне

отвечает научным направлениям деятельности ведущей организации Геофизического центра ран.

Определенной новизной обладает алгоритм вычисления вариаций коэффициентов геопотенциала, представленных в виде сферических гармоник. Он позволяет на основе анализа исходной информации подбирать наиболее подходящую модель описания процесса, что благоприятно отражается на точности и детальности описания параметров гравитационного поля Земли. Но наиболее важным обстоятельством научной новизны представленной работы является собственно исследование неприливных изменений в целом ряде современнейших геодезических и геофизических моделей, таких как модели гравитационного поля Земли, квазигеоида и вариаций центра масс Земли, полученных с использованием современных космических проектов.

На наш взгляд наиболее ценным и новым научным достижением диссертанта являются результаты применения предлагаемой методики.

Диссертант справедливо замечает, что дальнейшее повышение точности геодезических определений требует учета влияния ряда сезонных процессов.

Предложенная методика учета изменения координат точек земной поверхности под действием нагрузочного влияния перераспределения поверхностных масс, позволяет на основе информации о вариациях параметров гравитационного поля Земли получать оценки величины деформации земной коры, что дает возможность повышения точности и временной стабильности координат. **В этом заключается практическая ценность представленной диссертационной работы.**

Результаты экспериментальных исследований вариаций параметров гравитационного поля Земли и деформаций земной коры, с использованием разработанных методик, позволяют расширить представление о величине и характере сезонных изменений параметров гравитационного поля Земли и координат земной поверхности. Данный факт подтверждает целесообразность учета периодических составляющих при математическом моделировании гравитационного поля Земли и установлении общеземных геоцентрических систем координат.

Достоверность результатов работы подтверждена статистическими характеристиками надежности и точности полученных параметров. Результаты работы опробованы на нескольких научных и научно-технических конференциях МИИГАиК и

ИФЗ РАН, а также опубликованы в четырех научных публикациях, две из которых опубликованы в журналах списка ВАК.

Результаты исследований и разработок автора следует рекомендовать к использованию при уточнении глобальных координатных определений и наблюдений за гравитационным полем Земли, а также при изучении неприливных вариаций параметров гравитационного поля, высот квазигеоида и положения центра масс Земли.

Рукописи диссертации и автореферата аккуратно и качественно оформлены и снабжены хорошим иллюстративным материалом. Содержание рукописи хорошо систематизировано, что облегчает восприятие сути проведенных исследований и разработок. Автор уверенно использует современные геоинформационные средства изображения результатов исследований.

По тексту диссертационной работы имеются следующие замечания:

На стр. 4 автор отмечает, что «точность определения координат должна находиться на уровне 1 мм». Представляется, что это недостижимо, например, для глобальных наблюдений.

На стр. 5 автор отмечает, что в Соглашениях Международной службы вращения Земли отсутствуют методики учета неприливных перераспределений масс. В то же время с 2002 года активно функционирует Международная служба нагрузок перераспределения масс (International Mass Loading Service), вычисляющая и предоставляющая пользователю большой спектр приливных и неприливных вариаций. Хотелось бы видеть в диссертационной работе большего внимания к этой службе.

На стр. 13 кажется странным выражение «частота действующих сил».

Под рисунком 1.2 отсутствует ссылка на соответствующую публикацию.

В разделе 1.3 на с. 18 диссертант указывает, что «…Наиболее широкое распространение получила геолого-геофизическую модель тектонических плит NUVEL-1A (DeMets et al, 1994)…». Однако, в настоящее время представлены и другие, более современные тектонические модели тех же авторов — MORVEL (2010) или, например, GSRM v2.1 (Kreemer et al, 2014).

В разделе 1.4 диссертант дает обзор неприливных геодинамических явлений. Упоминаются атмосферные, океанические и континентальные гидрологические явления.

Но наряду с этим было бы полезным кратко охарактеризовать геодинамические явления, вызванные сейсмическими процессами. Следует также обратить внимание на эффект температурных расширений/сжатий земной коры, что в свете современных представлений может оказаться критически важным фактором объяснения сезонных поверхностных деформаций.

В разделе 1.5 на с. 28 диссертант представляет обзор существующих методов учета нагрузочных эффектов. При рассмотрении вопроса расчета величин «…деформаций земной поверхности, вызванных нагрузочным влиянием атмосферы, океана или же гидрологического режима…» диссертант указывает на существующие климатические модели, модели циркуляции океанических течений и модели гидрологического режима. Здесь также представляется важным привести примеры наиболее известных и широко используемых моделей.

На стр. 37 странной выглядит ссылка на книгу профессора Зибера, при представлении формул преобразования геоцентрических координат в топоцентрические, известных задолго до издания этой книги.

В формуле 2.3 не раскрыты все составляющие и любопытно, почему автор предпочитает в анализе использовать две амплитудных компоненты вместо одной полной амплитуды.

Формула 2.12 представляет собой главную формулу параметрического метода уравнивания по МНК. Эффективность такого решения зависит от близости приближенных значений искомых параметров их итоговым вероятнейшим значениям. Не ясно, как устанавливались приближенные параметры.

На стр. 43 традиционное обозначение поправки названо невязкой.

На стр.47 утверждение: «Природа сезонных нагрузочных эффектов носит ярко выраженный периодический характер»; не представляется очевидным.

Под рисунком 3.4 явно недостаточно пояснений.

В то время, как сезонная годовая компонента явно связана с годовым периодом обращения Земли, любопытно, каков механизм выявленной полугодовой компоненты.

В таблице 3.2 в третьем столбце размерность соответствует не всем пяти описываемым параметрам.

На рис. 3.13-3.15 визуально трудно оценить степень периодичности изменений положения центра масс Земли. Здесь следует представить количественную оценку эффективности полученных моделей.

В таблицах 3.4 и 3.5 в строках описания ГНСС не представлены СКО.

В выводах на стр. 76 хотелось бы видеть общее среднее изменение высоты квазигеоида, а не его экстремумы. Здесь важно также сопоставление с результатами других исследований общих растяжений/сжатий моделей Земли в целом.

Последний вывод на стр. 76 явно не виден по содержанию работы.

Второй вывод на стр 78 требует детализации в отношение ограничений чувствительности моделей.

Высказанные замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены диссертантом при подготовке доклада, представляемого к защите, а также в дальнейшей работе.

Отзыв заслушан и одобрен на совместном семинаре лабораторий ГЦ РАН, протокол № 5, дата: 06 сентября 2017 г.

Содержание диссертационной работы позволяет считать работу завершенной. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК. Основные положения освещены в печати в статьях автора.

Соискатель Спесивцев А. А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.32 – «Геодезия».

Г.н.с., д.т.н. лаборатории геодинамики В.И.Кафтан

С.н.с., к.ф-м.н, лаборатории геоинформатики
и геомагнитных исследований Р.И.Красноперов

Полное наименование организации в соответствии с Уставом	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геофизический центр Российской академии наук
Сокращенное наименование организации в соответствии с Уставом	ГЦ РАН
Место нахождения организации	РФ, город Москва
Почтовый адрес	119296 г. Москва, ул. Молодежная, д. 3
Телефон (при наличии)	*Телефон:* +7 (495) 930-05-46 *Факс:* +7 (495) 930-05-06
Адрес электронной почты (при наличии)	gcras@gcras.ru
Адрес официального сайта в сети «Интернет» (при наличии)	http://www.gcras.ru/

Список основных публикаций работников ведущей организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние пять лет (не более 15 публикаций)

1. Басманов А.В., Галаганов О.Н., Демьянов Г.В., Кафтан В.И., Гусева Т.В. Изучение геодинамических процессов // В кн. ГЛОНАСС и геодезия. М.: ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД», 2016. С. 150-172.
2. Кафтан В.И., Вайнберг В.Я., Майоров А.Н. Использование РСДБ // В кн. ГЛОНАСС и геодезия. М.: ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД», 2016. С. 134-149.
3. Kaftan V., Komitov B., Lebedev S. Solar-Terrestrial interaction: case study of Caspian Sea level changes// Bulgarian Astronomical Journal, 2016, Vol. 25
4. Kaftan V., Melnikov A. Deformation Precursors of Large Earthquakes Derived from Long Term GNSS Observation Data // Russian Journal of Earth Sciences. 2016. Vol. 16. ES3001.
5. Кафтан В.И., Горшков В.Л., Малкин З.М., Шестаков Н., Стеблов Г. Геодинамика // Международный научно-технический и производственный электронный журнал «Науки о Земле» (International scientific, technical and industrial electronic journal «Geo Science»). 2015. №3. С. 29–43.
6. Кафтан В.И., Сермягин Р., Зотов Л. Гравитационное поле земли // Международный научно-технический и производственный электронный журнал «Науки о Земле» (International scientific, technical and industrial electronic journal «Geo Science»). 2015. №3. С. 22–28.
7. Кафтан В.И., Малкин З.М., Побединский Г.Г., Столяров И.А. Отсчетные основы // Международный научно-технический и производственный электронный журнал «Науки о Земле» (International scientific, technical and industrial electronic journal «Geo Science») 2015. №3. С. 9–21.
8. Кафтан В.И., Устинов А.В. Повышение точности локального геодинамического мониторинга средствами глобальных навигационных спутниковых систем // Горный журнал. 2015.№ 10.С.32-38.
9. Кафтан В.И., Красноперов Р.И., Тертышников А.В. Наблюдения с использованием глобальных

навигационных систем на геомагнитных станциях и обсерваториях: прикладные и глобальные аспекты // Гелиогеофизические исследования. Электронный научный журнал. 2015, Вып. 12. С. 1-10.

10. Кафтан В.И., Красноперов Р.И. Геодезические наблюдения на геомагнитных обсерваториях // Геомагнетизм и аэрономия. 2015. Т.55. № 1. С.123 - 129.

11. Татаринов В.Н., Морозов В.Н., Кафтан В.И., Каган А.Я. Геодинамический мониторинг как основа сохранения биосферы при захоронении радиоактивных отходов // Международный научно-технический и производственный электронный журнал «Науки о Земле». 2014. № 3. С.47-60.

12. Докукин П.А. Кафтан В.И., Красноперов Р.И. Влияние формы треугольников СРНС сети на результаты определения деформаций земной поверхности / Физическая геодезия. Научно-технический сборник ЦНИИГАиК. – М.: Научный мир, 2013. С.115-122.

13. Гусев И.В., Лебедев С.А. Учет влияния океанических приливов при наблюдении геодезических искусственных спутников Земли // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 1. С. 25-32.

14. Татаринов В.Н., Кафтан В.И., Морозов А.Н., Селеев И.Н. Цикличность современных движений земной коры в южной части Енисейского кряжа / Четвертая тектонофизическая конференция в ИФЗ РАН. Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле: Материалы докладов всероссийской конференции – в 2-х томах. Т. 2. М.: ИФЗ.2016. – С.270-276

15. Абдрахманов Р.З., Демьянов Г.В., Кафтан В.И., Побединский Г.Г. Методические вопросы построения глобальных и региональных геодезических сетей // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. 2013. № 1(48). С. 80-85.