

Отзыв официального оппонента

**доктора геолого-минералогических наук Никишина А.М.
на диссертацию Батова Алексея Владимировича «Оценка
негидростатических напряжений в недрах Марса по данным
топографии и гравитационного поля» по специальности 25.00.10 –
«Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук**

Актуальность исследований. Объект и предмет исследований.
Понимание структуры внутреннего строения планеты невозможно без привлечения сейсмических данных. В связи с планируемым проведением сейсмических экспериментов на Марсе, задача об исследовании напряженного состояния недр планеты является востребованной и актуальной. При проведении сейсмического эксперимента на Марсе устанавливается только один сейсмометр. Поэтому диссертация А.В. Батова посвящена актуальной проблеме прогностической локализации возможных очагов марсотрясений.

Цели и задачи исследования. Основной целью исследования автор ставит получение детальной картины распределения негидростатических напряжений в недрах Марса по современным данным топографии и гравитационного поля планеты на базе модели внутреннего строения, уточненной по всем имеющимся данным наблюдений, и выявление зон высоких значений напряжений сдвига на фоне растягивающих напряжений в недрах планеты как возможных очагов марсотрясений.

Всего в работе на защиту представлено 3 защищаемых положения. Первое о том, что полученная уточненная модель внутреннего строения Марса подтверждает гипотезу о хондритовом составе планеты. Второе положение отражает детальное изучение напряженного состояния недр

планеты. В третьем конкретизированы зоны расположения возможных очагов марсотрясений.

Первому защищаемому положению соответствует вторая глава данной работы. Данные о моменте инерции и числе Лява Марса были уточнены в 2016 году, что привело к увеличению модельного радиуса жидкого ядра планеты. Вопрос о том, может ли модель Марса иметь хондритовый состав является важным в планетной геофизике. Автор диссертационной работы подтверждает возможность построения модели Марса хондритового состава. Полученные результаты получили практическое применение – модель внутреннего строения включена в базу данных тестовых моделей проекта InSight. Для полученной модели приведены выборочные значения периодов собственных колебаний и оценки времени их затухания, что может быть использовано при идентификации периодов колебаний.

В третьей главе изложен метод и описывается алгоритм созданного программного обеспечения, используемого в дальнейшем для расчетов напряженного состояния недр Марса. Программный продукт является технической задачей, созданным для выполнения поставленных задач, и не входит в защищаемые положения.

Второе защищаемое положение разбирается в главе 4. Именно в ней ставятся задача детального исследования напряженного состояния недр Марса. В данной главе проведено сравнение напряженное состояние недр Марса в зависимости от модели компенсации (двухуровневая или трехуровневая), реологического строения планеты (модели неоднородной упругости), толщины литосферы, а также выполнен анализ длинноволнового и коротковолнового поля напряжений. Впервые напряженное состояние было исследовано так подробно для различных глубин.

Третье защищаемое положение раскрывается в пятой главе, посвященной выявлению локальных зон повышенных негидростатических напряжений на Марсе как возможных очагов марсотрясений. Сопоставляя области высоких значений растягивающих напряжений и напряжений сдвига, автор работы приходит к выводу, что искомые зоны расположены под ударными бассейнами Эллада и Аргир, равнинами Ацидалийское море, Аркадия и долиной Маринера.

Результаты, полученные в работе А.В. Батова, **являются новыми**. Задача по исследованию внутреннего строения и напряженного состояния Марса проведена при использовании последних данных о гравитационном поле и топографии планеты. Данная работа может быть применена для интерпретации результатов сейсмических экспериментов на Марсе. В качестве значимых результатов можно указать на подтверждение хондритового состава планеты, и локализацию возможных очагов марсотрясений.

По оформлению работы можно сделать ряд замечаний:

1) Пункт 1.3. «Сравнение полей напряжений, полученных для моделей гравитационного поля MRO120D и GMM-3» помещен в главу 1 до описания теоретического метода вычислений напряжений (глава 3). В нем также не отмечено для какого типа модели неоднородной упругости проводилось сравнение напряжений.

2) На рис. 1 не ясны величины на вертикальной шкале, поскольку отмечено только одно значение.

3) Цветной Рис 5.1 практически повторяет рис. 4.1 в изолиниях.

4) В подписи к Рис 5.2 не указано для какой модели неоднородной упругости выполнены расчеты.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки диссертации.

Результаты работы докладывались на крупных российских и международных конференциях. Автореферат подробно отражает содержание диссертационной работы автора, написанной четко и ясно и хорошо проиллюстрированной. Результаты А.В. Батова опубликованы в 5 статьях в журналах, рекомендуемых ВАК. При подготовке диссертации Батов А.В. использовал большое количество зарубежных и отечественных источников, что демонстрирует его хорошее знание и понимание предмета исследования и актуальных задач данной области планетарной геофизики.

Диссертация Батова Алексея Владимировича выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение задачи об оценке напряжений в недрах Марса геофизическими методами по данным о топографии и гравитационного поля.

Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от **24 сентября 2013 г. № 842**) для учёной степени кандидата наук, а её автор А.В. Батов достоин присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент

доктор геолого-минералогических наук, профессор,
заведующий кафедрой региональной геологии и истории Земли
геологического факультета

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Никишин Анатолий Михайлович

Я, Никишин Анатолий Михайлович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

Телефон: (495) 939-49-31

E-mail: nikishin@geol.msu.ru

19 ноября 2018 г.

Подпись А.М. Никишина заверяю:

