

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Соколова Антона Ивановича на тему:
«Проекции трехосного эллипсоида для отображения
рельефа на картах небесных тел»
по специальности 1.6.20. Геоинформатика, картография

За последнее время в научных исследованиях внеземных объектов стал накапливаться большой объём данных, который позволяет проводить картографирование спутников планет-гигантов, астероидов, ядер комет и других небесных тел. Отсюда следуют актуальные задачи по разработке проекций (в том числе новых) и их оптимальных параметров. Выбор проекций тесно связан с таким направлением *математической картографии*, как получение так называемых *наилучших проекций*, т.е. проекций, в которых минимизированы все искажения или некоторые их виды. При современном геоинформационном картографировании небесных тел возникает *актуальная задача* по разработке математико-картографического инструментария для работы с проекциями и их параметрами. Автор делает свой выбор в пользу аппроксимации небесных тел трёхосным эллипсоидом, в том числе получению конечных формул для упрощения вычислений.

Целью исследования автор ставит получение формулы и определение свойств проекций трёхосного эллипсоида и оптимальных (с точки зрения минимизации искажений) для отображения рельефа на картах поверхностей и гипсометрических картах небесных тел.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи исследования:**

- на основе опыта картографирования небесных тел выявить проекции, используемые для отображения рельефа на картах поверхности и гипсометрических картах;
- получить конечные формулы аналогичных проекций для трёхосного эллипсоида или простые аппроксимирующие зависимости;

- разработать инструментарий по вычислению прямоугольных координат в этих проекциях и показателей искажений;
- определить свойства проекций трёхосного эллипсоида, прежде всего величину и распределение основных видов искажений;
- выбрать наилучшие проекции для отображения рельефа на картах поверхностей и гипсометрических картах небесных тел с точки зрения минимизации искажений.

В результате научных исследований автором получены *конечные формулы* цилиндрических, азимутальных и конических проекций трёхосного эллипсоида, а при невозможности их получения – *простые аппроксимирующие зависимости* для вычисления координат в проекциях. Также автором на основе исследования распределения искажений в проекциях трёхосного эллипсоида выбраны наилучшие из них для отображения рельефа на картах небесных тел с точки зрения минимизации искажений.

Научную новизну работы определяют следующие авторские результаты:

- впервые получены конечные формулы ряда проекций трёхосного эллипсоида, предназначенных для отображения рельефа на картах поверхностей, фотокартах и гипсометрических картах небесных тел, удобные для их включения в математический модуль геоинформационных систем и для упрощения расчёта показателей искажений;
- разработан новый инструментарий в виде программы на языке JavaScript и графического интерфейса к ней на HTML по вычислению прямоугольных координат в цилиндрических, азимутальных, конических проекциях трёхосного эллипсоида и в проекции Якоби, а также показателей искажений, включающий полученные конечные формулы.

Выбранные наилучшие проекции трёхосного эллипсоида для отображения рельефа рекомендуются к использованию при создании карт поверхностей и гипсометрических карт небесных тел, фигуры которых целесообразно аппроксимировать этой референц-поверхностью. Разработанный инструментарий по вычислению координат в проекциях

упрощает процесс составления карт таких небесных тел. Алгоритмы расчёта показателей искажений, включённые в инструментарий, могут быть использованы при выборе проекций для картографирования небесных тел, так же, как и построенные изоколы.

Корректность полученных конечных формул проекций проверена автором путём сравнения рассчитанных координат с результатами вычислений определённых интегралов, входящих в эти формулы, численными методами. Также для контроля правильности формул использован тот факт, что азимутальные проекции являются частным случаем, а цилиндрические – предельным случаем конических проекций. Автором сделаны выводы о распределении искажений в проекциях по построенным изоколам и они проверяются путём оценки искажений на примере отдельных форм рельефа и их сопоставления с составленными фотокартами и гипсометрическими картами небесных тел.

В исследовании автором определены проекции, используемые для отображения рельефа на картах поверхностей и гипсометрических картах небесных тел. Рассмотрены способы получения таких проекций для трёхосного эллипсоида. Полученные автором формулы удобны для включения их в математический модуль для упрощения расчёта показателей искажений. Автором разработан новый инструментарий по вычислению прямоугольных координат в проекциях трёхосного эллипсоида и показателей искажений. На основе исследования проекций трёхосного эллипсоида путём оценки искажений по изоколам и на примере отдельных кратеров, визуальной оценки по фотокартам и гипсометрическим картам выбраны наилучшие из них для отображения рельефа на картах небесных тел с точки зрения минимизации искажений.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Работа включает 31 рисунок и 7 таблиц. Объём диссертации составляет 160 страниц, основной текст изложен на 107 страницах. Список литературы содержит 102 наименования, в том числе 48 – на иностранном языке. По теме диссертации автором опубликовано 6 научных работ (в том числе в двух работах – он первый автор),

индексированных в рецензируемых научных изданиях в базе ядра Российского индекса научного цитирования «eLibrary Science Index».

Замечания:

1. К сожалению автор в представленном автореферате не дает возможность проследить логику вывода математических формул и получения им оптимальных параметров на примере трех видов небесных тел. В нем скорее представлена констатация результатов научной работе. Для этого требуется рассмотреть полное содержание диссертации.
2. Хотелось бы получить большую выборку для доказательств полученных результатов, а не только на основе трех (хотя и разных по своим размерам и формам) небесных тел.
3. Автору (помимо разработок в области математической картографии) необходимо указать на значимость полученных результатов для географических исследований небесных тел (вычисление морфометрических коэффициентов, выделение морфологических особенностей различных по своим происхождениям небесных тел и т.п.);

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.20. Геоинформатика, картография (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Соколов Антон Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.20. «Геоинформатика, картография».

Официальный оппонент:

Доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой картографии и геоинформатики географического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермского государственного национального исследовательского университета»

Пьянков Сергей Васильевич

01.12.2025

Контактные данные:

тел.: [REDACTED] e-mail: [REDACTED]

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

1.6.21. (25.00.36) – «Геоэкология»

Адрес места работы: 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», географического факультет, кафедра картографии и геоинформатики

рабочий телефон: +7 (342) 239-63-26

адрес официальной почты: info@psu.ru

Подпись сотрудника Пьянкова Сергей Васильевича удостоверяю

Ученый секретарь ФГАОУ ВО «Пермского государственного национального исследовательского университета»

Антропова Елена Петровна

01.12.2025

