

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Байдина Алексея Эдуардовича
«Исследование методов определения орбит и точности наблюдений
визуально-двойных звезд»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических
наук по специальности 01.03.01 – астрометрия и небесная механика

Диссертация Байдина является теоретической работой, в которой досконально и критически исследованы методы определения орбит визуально-двойных звезд. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и приложения. Список литературы содержит 108 наименований, из них 16 – работы Байдина, из которых две входят в список ВАК, а три были опубликованы в Ярославском педагогическом вестнике в 2010-2011 годах, когда этот журнал входил в список ВАК.

Во введении изложен общий подход к работе и описана структура диссертации, ее цели и новизна. Подчеркивается необходимость внимательного и неформального подхода к исследованию точности используемого наблюдательного материала.

В первой главе выполнен подробный критический анализ практически всех классических и современных методов определения орбит визуально-двойных звезд. Предлагается новый аналитический метод определения эллиптической и гиперболической орбиты, основанный на непосредственном определении из наблюдений секториальной скорости.

В этой же главе диссертант предлагает использовать для определения орбит двойных звезд генетический алгоритм (ГА), который в последнее время широко применяется для решения систем нелинейных уравнений. Этот метод аналогичен методам подбора недостающих параметров, но позволяет прийти к результату быстрее и, в отличие от метода дифференциальных поправок, всегда сходится.

На примере Кастора и Сириуса – звезд, у которых наблюдениями охвачена большая дуга видимой орбиты – реализованы 3 варианта использования данного метода: с тремя, пятью и семью неизвестными. Результаты согласуются с орбитами, опубликованными в 6-м каталоге орбит.

Вторая глава посвящена методам определения орбит по коротким дугам и их модификациям. Автор предлагает использовать как классический подход, основанный на поиске минимума суммы квадратов невязок, так и динамический, в основе которого лежат положения относительных координат по времени. В диссертации показана возможность использования классического подхода для самых высокоточных современных наблюдений. Для этой цели было выбрано 14 тесных звезд с известными орбитами. Использовались ряды высокоточных наблюдений, выполненных на паломарском интерферометре РТИ на дугах от 20° до 240°. Для определения орбит диссертант модифицировал метод, предложенный Харткопфом и другими: три величины, вычисляемые подбором, определил с помощью генетического алгоритма. Орбиты, полученные этим методом, сравнивались с опубликованными в 6-м каталоге орбит. Для 12-ти звезд результаты согласуются, для 2-х – существенно расходятся. Также орбиты выбранных звезд определялись методом дифференциальных поправок, но удалось получить приемлемый результат только для 7 звезд. Это доказывает преимущество нового метода, предложенного диссертантом.

Численное моделирование показало, что при относительной погрешности наблюдений $\Delta\rho/\rho \sim 10^{-4}$ - 10^{-3} можно получить достаточно надежные результаты с помощью классического подхода, если наблюдениями охвачены дуги 20°-50°. Однако на данный момент для большинства наблюдений такая точность еще не достигнута, поэтому алгоритм предусматривает возможность использовать дополнительные данные: массы звезд и лучевые скорости компонентов, если они известны. Предложенный метод был применен для определения орбит 18-ти звезд из каталога Отто Струве (STT), причем для 17-ти звезд орбиты

определены впервые, а одна звезда является контрольной. В силу объективных причин орбиты не могут быть абсолютно надежными, но являются самыми вероятными в первом приближении. Предварительно был проведен анализ исходных данных, позволяющий выявить звезды, которые являются надежно физическими в отличие от оптических пар.

Анализируя достоинства и недостатки динамических методов, автор подробно разобрал алгоритм метода параметров видимого движения (ПВД), разработал несколько модификаций метода ПВД. Практический интерес на данный момент представляет только один динамический метод, предложенный в диссертации. Достоинства этого метода в том, что не нужно по короткой дуге вычислять радиус кривизны и не нужно задавать сумму масс компонентов, но при этом необходимо знать относительную лучевую скорость. В качестве примера разработанным методом определены орбиты трех звезд, включенных в Пулковский каталог наблюдений на 26-дюймовом рефракторе, и орбиты четырех звезд по данным интерферометра РТИ. Также в этой главе рассмотрены модификации метода ПВД, требующие высокоточных данных. Возможность использования этих методов появится в будущем, когда будут известны параллаксы обоих компонентов с высокой точностью и надежно определены относительные лучевые скорости.

В третьей главе методом численного моделирования исследуются тонкие моменты, связанные с изучением двойных звезд.

Большое внимание уделено методу ПВД. Орбита, полученная методом ПВД по короткой дуге, полностью зависит от точности параметров видимого движения, которые в любом случае определяются из наблюдений приближенно. На основе моделирования автор досконально изучает погрешности, которые возникают при вычислении производных по времени, и дает рекомендации, каким алгоритмом лучше пользоваться на дугах разной длины. Много внимания уделено точности определения радиуса кривизны. Исследуется, как влияет выбор момента времени, в окрестности которого производится разложение координат, на точность результата, на каких дугах параметры видимого движения определяются достоверно, как порядок разложения относительных полярных и декартовых координат в степенной ряд влияет на результат. Указаны пути повышения точности параметров видимого движения, получаемых из наблюдений, что дает возможность определять более надежные орбиты.

С помощью моделирования разработана новая методика оценки точности наблюдений двойных звезд. Автор предложил два метода. Первый метод можно применить для двойных звезд с периодами порядка 10 лет и менее. В этом случае орбиты определяются надежно по данным отдельно взятых инструментов, а значения среднеквадратичных невязок примерно равны погрешностям наблюдений. Второй метод основан на идее последовательного уточнения. Определяются орбиты большой совокупности звезд по наблюдениям, полученным на различных инструментах, вычисляются среднеквадратичные невязки для каждого инструмента, с их помощью присваиваются веса и повторно определяются орбиты. Процесс повторяется, пока веса не перестанут изменяться. Предложенные методы применены для оценки точности наблюдений, входящих в IV интерферометрический каталог. Исследование проводилось более чем по 100 звездам, и использовалось более 4000 наблюдений.

В приложении описываются алгоритмы некоторых процедур, которые автор использовал при составлении программ на языке РНР.

Общее впечатление о работе.

Диссертант очень скрупулезно подошел к данной проблеме с точки зрения математика и программиста, не оставив без внимания ни одну, даже самую маленькую деталь.

Внимание автора направлено на звезды, которые в настоящее время менее всего изучены из-за того, что дуга, охваченная наблюдениями, мала, при этом он опирается на са-

