

О ВЗВЕШИВАНИИ АСТРОМЕТРИЧЕСКИХ РСДБ-НАБЛЮДЕНИЙ

З. М. Малкин

Санкт-Петербургский государственный университет,
Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7-9,
Главная (Пулковская) обсерватория РАН,
Российская Федерация, 196140, Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, 65/1

В работе представлены результаты исследования влияния взвешивания РСДБ-наблюдений в зависимости от зенитного расстояния, включая отсечение наблюдений на низких зенитных расстояниях, на результаты определения параметров вращения Земли (ПВЗ) и длин баз между РСДБ-станциями. Для этого была проведена обработка наблюдений, полученных во время непрерывной двухнедельной наблюдательной программы CONT05, с различными параметрами взвешивания и с сохранением остальных опций таких же, какие используются при регулярной обработке наблюдений. Для оценки точности определения длин баз использовался тест повторяемости оценок, сделанных в отдельные дни. В случае ПВЗ изучались их случайные ошибки и корреляции, а также разности между полученными в работе значениями координат полюса с данными Международной службы ГНСС (IGS). В результате было найдено, что исключение наблюдений, сделанных на высотах меньше $8-10^\circ$ не оказывает существенного влияния на результаты, хотя наблюдается небольшое ухудшение точности определения длин баз по сравнению с вариантом использования всех наблюдений. В то же время при использовании всех наблюдений с применением весов, зависящих от зенитного расстояния, достигаются лучшая точность длин баз, координат полюса и всемирного времени. Существенного влияния метода взвешивания на координаты небесного полюса не обнаружено. Суммируя, можно сказать, что включение в обработку наблюдений, сделанных на больших зенитных расстояниях, при условии их подходящего взвешивания в целом улучшает результаты определения ПВЗ и длин баз. Наоборот, отсечение наблюдений на низких зенитных расстояниях в большинстве случаев приводит к ухудшению результатов. Библиогр. 7 назв. Ил. 7. Табл. 3.

Ключевые слова: РСДБ, параметры вращения Земли, длины баз, взвешивание.

1. Введение. Как известно, точность результатов астрометрических наблюдений как оптических, так и радиоинтерферометрических (РСДБ), которые проводятся через земную атмосферу, существенно зависит от зенитного расстояния наблюдаемого объекта. С ростом зенитного расстояния увеличивается влияние нормальной и аномальной рефракций, вызываемых турбулентностью атмосферы, зенитной асимметрией и т. д. Моделирование большинства этих эффектов с необходимой точностью практически невозможно, поэтому значительная их часть, доля которой растет с увеличением зенитного расстояния, проявляется в виде случайных и систематических ошибок наблюдений.

С целью минимизации ошибок рефракции выгодно производить наблюдения только в зенитной зоне, что практиковалось в оптической астрометрии при выполнении некоторых специальных программ, например, в службах времени и широты. Однако в большинстве случаев это невозможно, как в случае астрометрических и геодезических РСДБ-наблюдений, рассмотрению которых и посвящена настоящая работа. При обработке таких наблюдений, сделанных, как правило, в течение 24-часовых (суточных) сессий (мы здесь не рассматриваем наблюдения по специальным программам часовых сессий, предназначенным для оперативного определения всемирного времени, которые имеют ограниченный научный интерес), производится совместный анализ всей их совокупности. Для решения разных задач такие суточные серии обрабатываются независимо или совместно в рамках так называемой глобаль-

ной обработки. При таком решении производится совместное определение нескольких групп параметров, чаще всего таких, как параметры вращения Земли (ПВЗ), координаты и скорости РСДБ-станций, координаты (а иногда и скорости) радиоисточников, параметры атмосферной задержки (гидростатическая и влажная задержка в зените и атмосферные градиенты, обусловленные азимутальной асимметрией величины задержки), а также параметры рассогласования шкал времени на станциях. При этом между некоторыми параметрами может наблюдаться сильная корреляция, например между вариациями тропосферной задержки радиосигнала и вертикальным смещением станции или между атмосферными градиентами и координатами радиоисточников. Для минимизации этих корреляций необходимо составлять программу наблюдений так, чтобы охватить максимально возможный диапазон склонений наблюдаемых источников и максимально возможный диапазон зенитных расстояний на каждой станции.

С другой стороны, наблюдения на больших зенитных расстояниях (низких высотах) подвержены, как отмечалось выше, значительным ошибкам. Для согласования этих взаимоисключающих требований обычно применяется взвешивание наблюдений в зависимости от зенитного расстояния наблюдаемого источника. Простейшим случаем взвешивания является исключение из обработки наблюдений, сделанных на высоте e ниже заданного угла e_0 . Этот случай соответствует заданию ступенчатой весовой функции W_e , равной единице при $e \geq e_0$ и нулю при $e < e_0$. В последнее время стали также применяться более сложные виды весовой функции, рассмотренные ниже.

Как было показано в [1, 2], взвешивание может оказывать существенное влияние на результаты. В этих работах на примере данных двухнедельной кампании непрерывных РСДБ-наблюдений CONT05 [1] и модельных (искусственно сгенерированных) данных [2] было показано улучшение результатов обработки наблюдений, таких как координаты полюса Земли [1] и повторяемость длин баз между станциями [1, 2]. Последний параметр вычисляется как сходимость значений длин баз, получаемых из отдельных суточных серий наблюдений. При этом в обеих работах улучшение было найдено, когда для оценивания параметров применялся метод наименьших квадратов. В [2] также исследовался метод Калмана, для которого никакого улучшения получено не было. Правда, сами авторы отметили, что их модель фильтрации Калмана существенно упрощена по сравнению с реализацией, используемой в пакете обработки РСДБ-наблюдений Оссам, применяемом для регулярной обработки данных в ряде институтов (Астрономический институт им. В. В. Соболева математикомеханического факультета СПбГУ, Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Институт прикладной астрономии РАН), где ведется регулярное вычисление ПВЗ и других астрономических и геодинимических параметров с этим пакетом.

Поэтому у нас возник интерес провести аналогичное исследование именно с пакетом Оссам и сравнить результаты с предыдущими работами. При этом для их лучшей сопоставимости мы использовали те же данные CONT05. Также нами был исследован более полный набор определяемых параметров, включающий все определяемые из РСДБ-наблюдений типы ПВЗ, и использованы дополнительные критерии оценки точности. В следующих разделах описана методика вычислений и приведены полученные результаты.

2. Описание теста. Для настоящего исследования мы обработали те же самые наблюдения программы CONT05, которые использовались в работе [1]. Программа

CONT05* представляла собой непрерывный 15-дневный ряд наблюдений, произведенных 12–27 сентября 2005 г. на 11 РСДБ-станциях, расположение которых приведено на рис. 1. Всего было получено 96425 наблюдений, из которых вошло в обработку 90798, остальные были отбракованы преимущественно еще на этапе корреляции. Наблюдения были организованы в виде 15 суточных серий, которые обрабатывались независимо.



Рис. 1. Сеть РСДБ-станций программы CONT05.

Для обработки использовался существенно модифицированный пакет *Оссам* [3] в режиме фильтрации Калмана в нескольких вариантах обработки, отличающихся только методом взвешивания наблюдений в зависимости от зенитного расстояния. Все остальные опции конфигурации пакета оставались одинаковыми для всех вариантов. Важно отметить, что использованная версия пакета *Оссам* существенно отличается от исходной [4], в основном новой организацией и переработанными модулями редукции наблюдений. Часть пакета, ответственная за оценивание параметров методом фильтрации Калмана, практически не изменилась, за исключением некоторых второстепенных уточнений, например весовой функции.

Взвешивание в пакете *Оссам* производится следующим образом. Каждое радиointерферометрическое наблюдение представляет собой разность моментов прихода сигнала от одного и того же внегалактического радиоисточника, наблюдаемого одновременно на двух антеннах, получающихся в результате корреляционной обработки двух потоков данных, зарегистрированных на антеннах. Результатом работы коррелятора являются разность моментов (групповая задержка) и ее ошибка. Последняя используется в стохастической модели фильтра Калмана. Для дополнительного взвешивания ошибка задержки, получаемая с коррелятора, изменяется в соответствии с принятой весовой функцией W_e . Заметим, что в дальнейшем изложении мы будем в основном использовать не зенитное расстояние z , а высоту источника $e = 90^\circ - z$. Поскольку в каждом наблюдении участвуют две антенны, зенитное расстояние источника для них, как правило, разное. Для построения модели взвешивания мы использовали максимальное из двух значений зенитного расстояния, как это традиционно принято в *Оссам*, хотя, в принципе, могут быть рассмотрены и более сложные модели.

В первых версиях пакета *Оссам* применялась ступенчатая весовая функция вида

$$W_e = \begin{cases} 1 & \text{при } e \geq e_0, \\ 10^3 & \text{при } e < e_0, \end{cases} \quad (1)$$

* <http://ivscc.gsfc.nasa.gov/program/cont05/>

где $e_0 = 15^\circ$. Таким образом, наблюдения на высотах ниже e_0 фактически исключаются из обработки. Это значение мы будем ниже называть углом отсечки (в англоязычной литературе — cut-off elevation angle).

В последних официальных версиях пакета* используется весовая функция вида

$$W_e = \begin{cases} 1 & \text{при } e \geq e_0, \\ 1/\sin e & \text{при } e < e_0. \end{cases} \quad (2)$$

Легко видеть, что такая весовая функция тоже является ступенчатой. Величина скачка равна $1 - 1/\sin e_0$ и растет с уменьшением e_0 . Обычно используется $e_0 = 5^\circ$, что соответствует скачку весовой функции в 11.5 раз на зенитном расстоянии 85° .

Для обеспечения непрерывной весовой функции нами предложен другой ее вид:

$$W_e = \begin{cases} 1 & \text{при } e \geq e_0, \\ (\sin e_0 / \sin e)^p & \text{при } e < e_0. \end{cases} \quad (3)$$

Стандартным режимом при текущей ежедневной обработке данных является $e_0 = 10^\circ$, $p = 2$. Ниже такой режим будем называть нормальным (normal mode). Тестовые вычисления для данного исследования были проведены для разных значений параметров весовой функции.

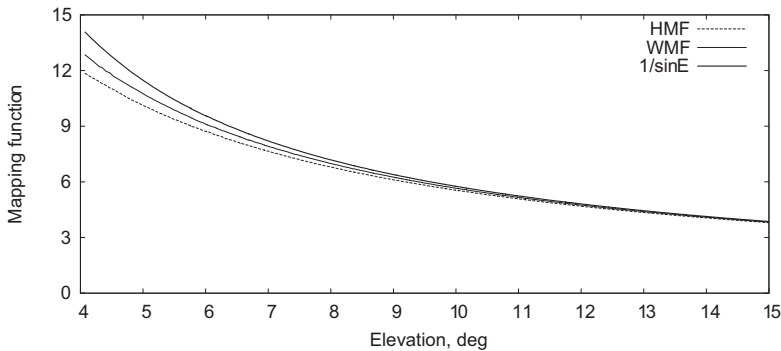


Рис. 2. Гидростатическая (HMF) и влажная (WMF) картирующие функции и функция $1/\sin e$ для программы CONT05. Каждая точка соответствует одному наблюдению.

Легко видеть, что при $e_0 = 90^\circ$, $p = 1$ весовые функции 2 и 3 совпадают, и обе равны $1/\sin e$. Эта функция близка к весовой функции, задаваемой картирующей функцией WMF (wet mapping function), используемой в [1]. На рис. 2 приведены гидростатическая (также называемая сухой) картирующая функция HMF (hydrostatic mapping function) и картирующая функция WMF. Приведенные значения получены на реальные моменты наблюдений одной из суточных сессий CONT05 путем интерполяции данных, вычисленных в Венском техническом университете**. Из этого сравнения видно, что все три функции практически эквивалентны при их использовании для взвешивания наблюдений.

3. Результаты. Для изучения зависимости результатов определения ПВЗ и длин баз от метода взвешивания наблюдения CONT05 были обработаны с весовой функцией (1) с разными значениями e_0 и с весовой функцией (3) с разными значениями

* <ftp://ftp.ga.gov.au/geodesy-outgoing/vlbi/software/>

** <http://ggsatm.hg.tuwien.ac.at/>

параметров e_0 и p . Такой набор тестируемых параметров был выбран потому, что ПВЗ являются одним из основных типов результатов, получаемых из РСДБ-наблюдений, наряду с координатами станций и радиоисточников и главным предметом нашего научного интереса, а повторяемость длин баз используется как главный тест точности результатов практически во всех работах по тестированию алгоритмов и программ обработки РСДБ-наблюдений.

Повторяемость длин баз. Для этого теста вычисляются длины баз между станциями по каждой суточной серии наблюдений. Затем по полученным таким образом суточным оценкам длины каждой базы вычисляется их среднее значение и дисперсия суточных значений. Последняя и называется повторяемостью длин баз. Очевидно, что уменьшение этой величины соответствует улучшению алгоритма обработки данных. В нашем случае для длины каждой базы было получено 15 оценок по числу дней наблюдений программы CONT05.

Результаты наших вычислений представлены на рис. 3, где приведены зависимость повторяемости от длины базы для разных значений угла отсечки $e - 0$ с использованием весовой функции (1). Следует заметить, что в варианте $e_0 = 3^\circ$ фактически в обработку взяты все наблюдения, поскольку в программе CONT05 наблюдения на высотах меньше 4° не проводились. Детальные результаты для наилучшего («normal mode») и наихудшего ($e_0 = 25^\circ$) режимов показаны на рис. 3. Можно видеть, что квадратичная аппроксимация лучше соответствует данным измерений, чем линейная (которая, как правило, используется в подобных работах). В то же время добавление кубического члена не привело к заметному улучшению качества аппроксимации по сравнению с квадратичной моделью.

Коэффициенты аппроксимирующих полиномов вида $\varepsilon = p_0 + p_1L + p_2L^2$, где ε — повторяемость, L — длина базы, приведены в табл. 1. Там же приведены и коэффициенты линейной аппроксимирующей модели. В приведенных данных наблюдается характерный рост величины последних коэффициентов разложения: p_1 для линейной модели и p_2 для квадратичной модели, с увеличением e_0 . Можно видеть, что эти коэффициенты имеют наименьшее значение для нормального режима.

Таблица 1. Коэффициенты полиномов линейной и квадратичной аппроксимации повторяемости длин баз, мм

e_0	Линейная		Квадратичная			e_0	Линейная		Квадратичная		
	p_0	p_1	p_0	p_1	p_2		p_0	p_1	p_0	p_1	p_2
3	-0.5	1.16	1.5	0.39	0.056	15	-2.2	1.75	2.1	0.11	0.121
	0.8	0.11	1.4	0.44	0.031		1.3	0.17	2.1	0.67	0.047
5	-0.8	1.20	1.5	0.34	0.063	17	-2.4	1.85	2.8	-0.09	0.143
	0.9	0.11	1.4	0.45	0.032		1.6	0.20	2.5	0.77	0.055
7	-0.9	1.21	1.8	0.17	0.076	19	-4.6	2.38	3.3	-0.59	0.219
	1.0	0.12	1.6	0.49	0.035		2.4	0.30	3.8	1.17	0.083
9	-0.8	1.21	1.7	0.26	0.069	21	-2.8	2.08	3.4	-0.25	0.171
	0.9	0.12	1.6	0.48	0.034		1.6	0.20	2.4	0.75	0.053
11	-0.8	1.34	1.8	0.32	0.074	23	-5.7	3.16	3.7	-0.37	0.260
	0.9	0.11	1.4	0.44	0.032		2.6	0.33	4.1	1.27	0.090
13	-1.7	1.59	2.1	0.14	0.106	25	-9.3	4.15	5.6	-1.41	0.410
	1.3	0.16	2.0	0.63	0.045		3.4	0.43	5.1	1.57	0.112
NM	-0.2	1.06	1.6	0.36	0.051						
	0.7	0.09	1.2	0.37	0.027						

Примечание. Для каждого значения e_0 в первой строке приведены значения коэффициентов, во второй — их ошибки. В последней строке таблицы приведены коэффициенты для режима «normal mode».

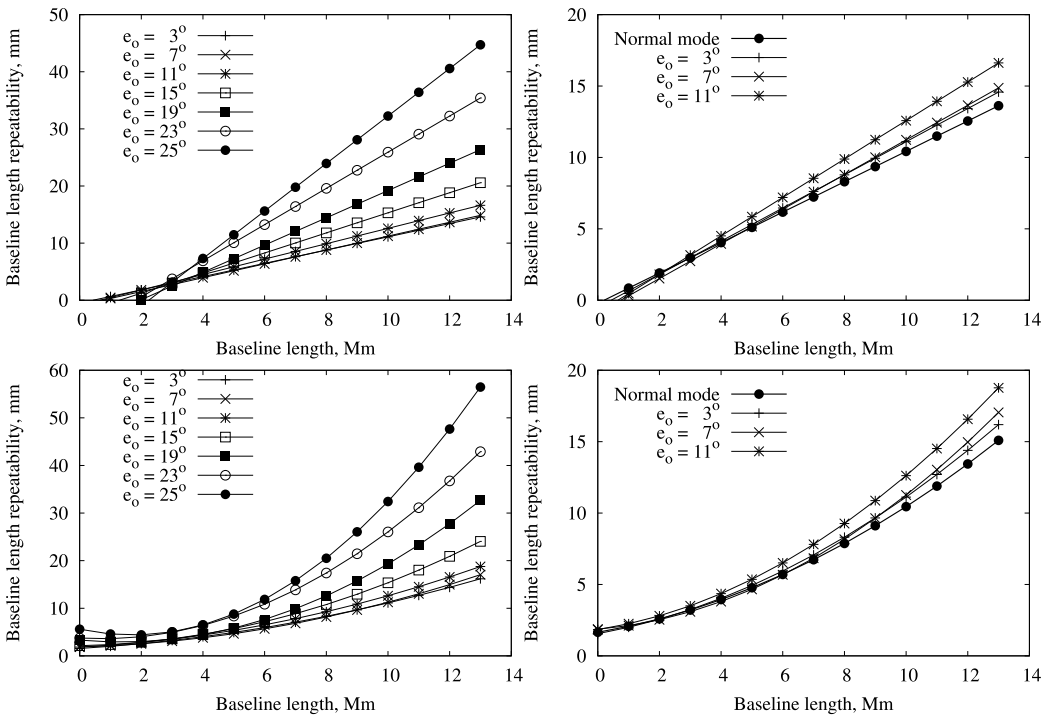


Рис. 3. Зависимость повторяемости длин баз от угла отсечки, аппроксимированная линейным (вверху) и квадратичным (внизу) полиномом. Справа — данные для малых углов e_0 в увеличенном масштабе.

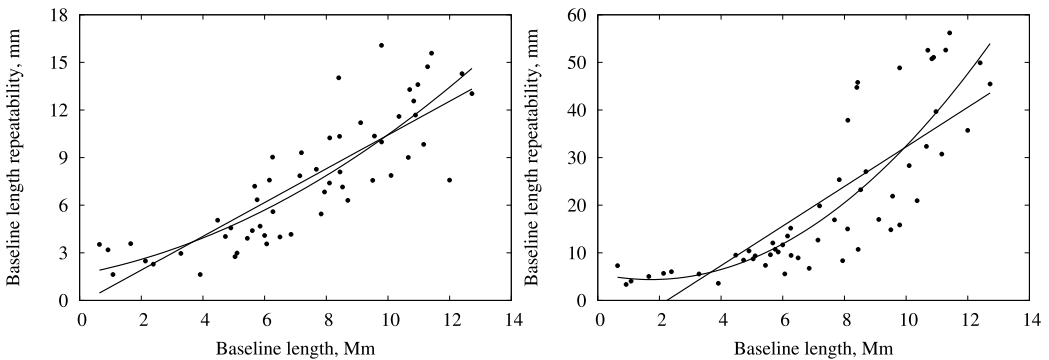


Рис. 4. Повторяемость длин баз для режимов «normal mode» (слева) и $e_0 = 25^\circ$ (справа) с линиями линейной и квадратичной регрессии.

В табл. 2 приведены результаты теста повторяемости длин баз, полученные с разными параметрами весовой функции (3). Варианты весовой функции обозначены как W_e_p , где e и p являются соответствующими параметрами e_0 и p в (3). Результаты в правой части таблицы даны в процентах к значениям, полученным с вариантом использования угла отсечки $e_0 = 3^\circ$, что, как отмечалось выше, эквивалентно использованию всех наблюдений без взвешивания. Сравнение результатов, полученных с разными моделями взвешивания, показывает, что при малых значениях e_0 оказы-

Таблица 2. Сравнение повторяемости длин баз для разных моделей взвешивания

Модель взвешивания	Повторяемость в мм				Повторяемость в % к $\epsilon_0 = 3^\circ$			
	Длина базы, мм				Длина базы, мм			
	3	6	9	12	3	6	9	12
W_10_1	3.24	5.77	9.40	14.04	98.0	97.2	97.3	97.6
W_10_2	3.18	5.64	9.22	13.83	95.3	95.0	95.5	96.1
W_25_1	3.32	5.51	8.42	12.01	102.6	92.8	87.2	83.8
W_25_2	3.10	5.45	8.82	13.22	95.7	91.8	91.4	91.9
W_45_1	3.30	5.35	8.17	11.79	101.7	90.0	84.6	81.9
W_45_2	3.37	5.77	9.83	15.48	104.0	97.2	101.8	107.6
W_90_1	3.28	5.38	8.25	11.91	101.3	90.5	85.4	82.8
W_90_2	3.55	7.56	15.56	27.50	109.6	127.3	161.1	191.1

Таблица 3. Статистика ошибок ПВЗ для различных моделей сглаживания

Статистика	Все	Модель взвешивания							
		10_1	10_2	25_1	25_2	45_1	45_2	90_1	90_2
ошибка X_p	26	26	25	26	28	27	37	30	51
ошибка Y_p	25	24	24	24	26	25	32	26	43
ошибка $UT1$	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.3	1.1	1.6
ошибка dX	21	21	20	20	19	20	22	22	27
ошибка dY	19	18	18	18	18	18	21	20	27
среднее $(X_p - IGS)$	-79	-75	-79	-77	-73	-80	-86	-81	-123
среднее $(Y_p - IGS)$	+135	+135	+128	+132	+129	+134	+127	+129	+92
WRMS $(X_p - IGS)X_p$	77	72	76	69	65	68	69	64	86
WRMS $(Y_p - IGS)Y_p$	73	74	72	69	61	68	63	71	83

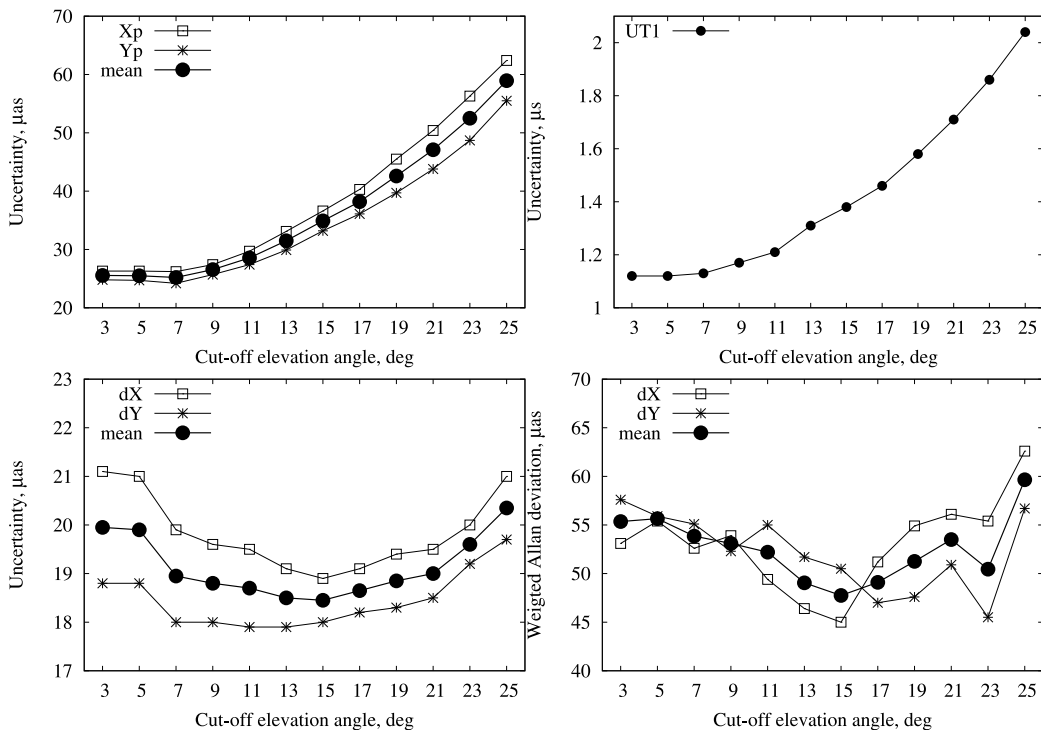


Рис. 5. Случайные ошибки ПВЗ.

вается более выигрышным использовать режим $p = 2$, в то время как с большими значениями e_0 лучше использовать режим $p = 1$.

Параметры вращения Земли. Для изучения влияния взвешивания наблюдений на результаты определения ПВЗ были вычислены для каждой суточной сессии координаты полюса Земли X_p и Y_p , всемирное время $UT1$ и смещения небесного полюса dX и dY . Последние представляют собой разности между координатами небесного полюса X и Y , определенными из наблюдений и по модели прецессии-нутаии Международного астрономического союза (МАС). Вычисления были проведены с различными углами отсечки. Результаты представлены в табл. 3 и на рис. 5–6. Взвешенная вариация Аллана вычислялась по формулам, предложенным в [5]. Результаты, относящиеся к координатам земного и небесного полюса, даны в мксд, результаты, относящиеся к всемирному времени, — в мкс.

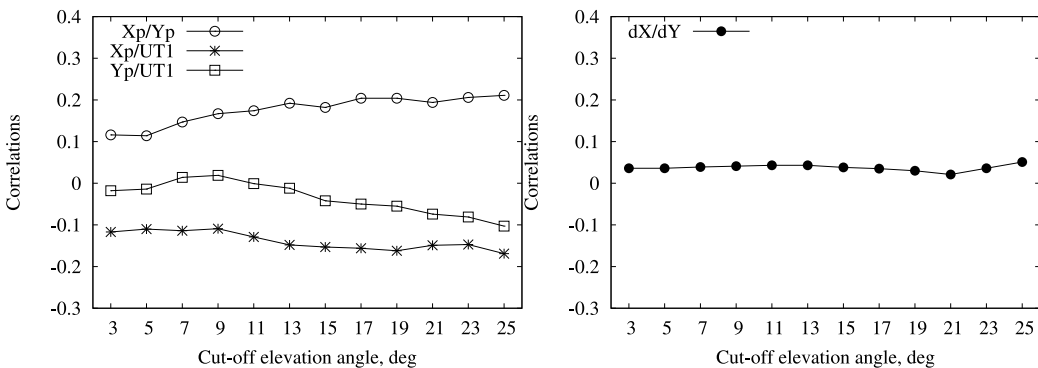


Рис. 6. Корреляция между ПВЗ.

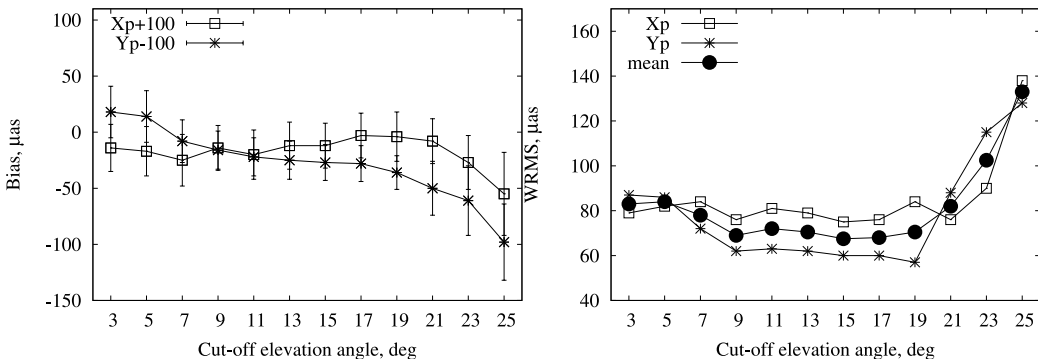


Рис. 7. Сравнение вычисленных координат полюса с данными IGS.

На рис. 7 приведены результаты сравнения вычисленных координат полюса с данными IGS (International GNSS Service, Международная служба ГНСС). Поскольку результаты IGS дают наиболее точные значения координат полюса, такое сравнение может рассматриваться, как оценка систематической ошибки результатов, полученных из обработки РСДБ-наблюдений. На левом рисунке приведены средние значения их разностей за время наблюдений CONT05 (15 суточных сессий), а на правом — среднеквадратичные отклонения суточных значений от средних. Средние разности объясняются, в первую очередь, различием в реализациях земной системы координат.

нат, принятых при обработке РСДБ- и ГНСС-наблюдений. Их изучение представляет большой интерес, но выходит за рамки настоящей работы. Здесь нас интересуют только изменения средних разностей в зависимости от угла e_0 . Полученные данные показывают, что разности между координатами полюса, полученными из обработки двух типов наблюдений, мало зависят от угла отсечки при $e_0 \lesssim 20^\circ$.

В табл. 3 приведены ошибки определения ПВЗ в зависимости от применяемой модели взвешивания. Обозначение моделей такое же, как в табл. 2. Столбец «все» соответствует варианту с включением в обработку всех наблюдений без взвешивания

4. Выводы. На основании проведенных тестовых вычислений можно сделать следующие выводы.

- Повторяемость длин баз ухудшается с увеличением угла отсечки. При этом наилучшие результаты достигаются при применении взвешивания наблюдений, произведенных на низких высотах.
- Ошибки координат полюса X_p и Y_p и всемирного времени $UT1$ растут с увеличением угла отсечки, начиная с $e_0 \approx 7^\circ$. Возможно, это связано с тем фактом, что всего около 6% наблюдений были сделаны на высотах меньше 10° . Ошибки смещений небесного полюса dX и dY намного слабее зависят от использования наблюдений на низких высотах и их взвешивания.
- Систематические разности между координатами полюса X_p , полученными из обработки РСДБ-наблюдений, и данными IGS мало зависят от угла отсечки при разумных значениях e_0 до $\approx 20^\circ$. В то же время для координаты полюса Y_p систематические разности существенно зависят от e_0 во всем диапазоне тестируемых значений. Вероятно, такой результат объясняется особенностями конфигурации и ориентации сети станций CONT05.
- Как можно было ожидать, корреляции между ПВЗ несколько возрастают с увеличением угла отсечки, но все же остаются довольно небольшими, что объясняется хорошей геометрией сети CONT05 [6].
- Интересно, что некоторые характеристики точности наблюдений, такие как случайные ошибки и дисперсия Аллана смещений небесного полюса dX и dY и среднеквадратичные разности между координатами полюса X_p и Y_p , вычисленными по РСДБ-наблюдениям, и данными IGS, имеют минимум при $e_0 \approx 15^\circ$. Для объяснения этого факта требуется более детальное исследование.

Из результатов проведенной работы мы можем заключить, что включение наблюдений на низких высотах с применением подходящего взвешивания в целом улучшает точность определения длин баз и ПВЗ. Напротив, исключение таких наблюдений может приводить к увеличению случайных и появлению систематических ошибок. Хотя предложенный нами вид весовой функции (3) показал хорошие результаты; дальнейшие исследования по ее оптимизации представляются желательными, особенно на более представительном наблюдательном материале различных программ IVS. Одно из перспективных направлений таких исследований предложено в [1].

Следует заметить, что программа CONT05, рассмотренная в настоящей работе, была составлена по традиционным принципам, используемым при планировании астрометрических и геодезических РСДБ-наблюдений, при которых только небольшое число наблюдений выполняется на больших зенитных расстояниях. Представляется целесообразным рассмотреть организацию специальных тестовых сессий с увеличенным числом наблюдений на низких высотах для отработки оптимальной методики их

взвешивания. В случае успеха можно ожидать улучшения случайных и систематических ошибок определения ПВЗ и длин баз за счет более равномерного распределения источников по небесной сфере. Такого же результата можно ожидать и для регулярных международных наблюдательных программ после реализации новых технологий РСДБ-наблюдений в рамках проекта VLBI2010 [7].

Автор выражает благодарность анонимному рецензенту за полезные замечания, учет которых позволил улучшить первоначальный вариант статьи.

Работа выполнена при финансовой поддержке СПбГУ (грант № 6.0.161.2010).

Литература

1. *Gipson J.* Incorporating Correlated Station Dependent Noise Improves VLBI Estimates // Proc. 18th EVGA Working Meeting / eds J. Boehm, A. Pany, H. Schuh. Technische Universitaet Wien. 2007. P. 129–134.
2. *Pany A., Wresnik J., Böhm J.* IVS Memorandum 2008-018v01 “VLBI2010 Analysis Strategies Tested With the PPP Simulator”. <ftp://ivscc.gsfc.nasa.gov/pub/memos/ivs-2008-018v01.pdf>.
3. *Малкин З. М., Скуркигина Е. А.* Пакет OCCAM/GROSS для обработки РСДБ-наблюдений в службе ПВЗ ИПА РАН // Тр. ИПА РАН. 2005. Вып. 12. С. 54–67.
4. *Titov O., Zarraoa N.* OCCAM 3.4 User’s Guide // Communications IAA. 1997. N 69.
5. *Malkin Z.* On the accuracy assessment of celestial reference frame realizations // J. of Geodesy. 2008. Vol. 82. P. 325–329. DOI: 10.1007/s00190-007-0181-x
6. *Malkin Z.* On comparison of the Earth orientation parameters obtained from different VLBI networks and observing programs // J. of Geodesy. 2009. Vol. 83. P. 547–556. DOI: 10.1007/s00190-008-0265-2
7. *Behrend D., Boehm J., Charlot P., et al.* Recent Progress in the VLBI2010 Development // Observing our Changing Earth: Proc. 2007 IAG General Assembly, Perugia, Italy, July 2–13, M. G. Sideris (Ed.). IAG Symposia. Vol. 133. 2009. P. 833–840. DOI: 10.1007/978-3-540-85426-5_96

Статья поступила в редакцию 26 июня 2014 г.

Сведения об авторах

Малкин Зиновий Меерович — доктор физико-математических наук; malkin@gao.spb.ru

ON WEIGHTING OF ASTROMETRIC VLBI OBSERVATIONS

Zinovy M. Malkin

St.Petersburg State University, Universitetskaya nab., 7-9,
St.Petersburg, 199034, Russian Federation,
Pulkovo Observatory of RAS, Pulkovskoye chaussee, 65/1,
St.Petersburg, 196140, Russian Federation; malkin@gao.spb.ru

In this paper, results are presented of a study performed to investigate the impact of the cut-off elevation angle (CEA) and elevation-dependent weighting (EDW) on the Earth orientation parameters (EOP) and baseline length estimates obtained from astrometric and geodetic VLBI observations. For this test, 2-week continuous CONT05 VLBI observations were processed with different CEA and EDW settings, keeping all other options the same as for routine data processing. For the baseline length, the repeatability test was used to investigate the impact of the analysis options under investigation. For EOP, the uncertainties and correlations between estimated parameters are investigated, as well the differences between VLBI and GPS results obtained during the CONT2005 period. The study shows that applying a small CEA up to about 8–10 degrees does not have a major impact on the results, except for a small degradation of baseline length repeatability. On the other hand, applying EDW allows one to obtain smaller errors for the baseline length, polar motion and UT1. No substantial impact was found on the celestial pole offset. Finally, we conclude that inclusion of low-elevation observations, properly weighted, improves the baseline length repeatability and EOP results. Refs 7. Figs 7. Tables 3.

Keywords: VLBI, Earth orientation parameters, baseline length, weighting.