

УДК 528.2 (083.5)

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ ОРИЕНТИРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

В. А. МАЗУРЕНКО, канд. техн. наук (СумГУ, г. Сумы), **В. Н. КАЗАКОВ**, **В. В. ВАРАВА**, инженеры
(Науч. центр боевого применения РВ и А СумГУ, г. Сумы)

Проведена сравнительная оценка способов определения дирекционных углов ориентирных направлений и предложен алгоритм их определения астрономическим способом с использованием «Сборника астрономических таблиц на 2010–2019 гг.».

Проведено порівняльну оцінку способів визначення дирекційних кутів орієнтирних напрямків і запропоновано алгоритм їх визначення астрономічним способом з використанням «Збірника астрономічних таблиц на 2010–2019 рр.».

Comparative assessment of the directional angles determination methods is carried out, and the algorithm is suggested for their determination using astronomical methods with application of the «Collection of Astronomical Tables for 2010–2019».

Топогеодезическая привязка элементов боевого порядка подразделений ракетных войск и артиллерии (РВ и А) Вооруженных сил Украины включает определение прямоугольных координат и абсолютных высот привязываемых точек и определение дирекционных углов (азимут) ориентирных направлений. Последние могут определяться гироскопическим, астрономическим способами, передачей углов от пунктов геодезических сетей угловым ходом, одновременной отметкой по небесному светилу или с помощью гироскопуказателя автономной навигационной аппаратуры с помощью магнитной стрелки буссоли [1].

При топогеодезической привязке на геодезической основе дирекционные углы ориентирных направлений определяют гироскопическим, астрономическим или геодезическим способами, являющимися наиболее точными. Гироскопический способ является основным способом определения дирекционных углов ориентирных направлений. Его точность характеризуется следующими средними ошибками для гирокомпасов [2]:

- 1Г17 — 20'' (по двум точкам реверсии), 40'' (по трем точкам реверсии);
- 1Г25 — 0–00,5 дел. угломера;
- 1Г40 — 0–00,5 дел. угломера.

© В. А. МАЗУРЕНКО, В. Н. КАЗАКОВ, В. В. ВАРАВА, 2009

С учетом затрат времени для перевода гирокомпаса из походного положения в рабочее время, необходимое для измерения азимута по двум точкам реверсии, составляет 12, по трем точкам — 16 мин. Кроме относительно большого времени для измерения азимута, необходимо затратить время для постоянного контроля состояния поправок гирокомпаса после ремонтов, длительных переездов, после каждых двухсот измерений азимута, при изменении широты более чем на 8° и т. д. При этом аппаратура требует строгого соблюдения всех правил и условий эксплуатации. На получение значения поправки для гирокомпаса 1Г17 при выполнении шести измерений гироскопического азимута эталонного направления в среднем необходимо затратить 3... 4 ч. Перерыв между пусками должен быть не менее 20 мин. Если окажется, что среднеквадратическая ошибка определения азимута эталонного направления при шести измерениях больше 120'', то гирокомпас подлежит ремонту.

При неисправности гирокомпаса (например, обрыв торсионной подвески или проблемы с источниками питания) или их отсутствия в подразделениях (в минометных батареях их просто нет) необходимо применять иные способы определения дирекционных углов ориентирных направлений.

Определение дирекционных углов ориентирных направлений геодезическим способом подчас проблематично из-за отсутствия в отдельных районах Украины геодезических сетей или взаимного расположения на большом расстоянии друг от друга пунктов государственной геодезической сети или специальной геодезической сети, а также их неудовлетворительное качественное состояние. Кроме того, обеспечение каталогами (списками) координат геодезических сетей не всегда проводится своевременно или вообще невозможно.

Определение дирекционных углов ориентирных направлений с помощью магнитной стрелки буссоли достаточно простое и требует мало времени (до 5 мин). Точность данного способа зависит от точности определения поправки буссоли ΔA_m , удаления места проведения топоработ относительно места ее определения и от магнитометрического состояния местности в районе боевых действий. В районах без магнитных аномалий срединная ошибка способа будет составлять 0...02 дел. угломера в радиусе 4 км от места определения поправки буссоли ΔA_m и 0...04 дел. угломера — в радиусе 10 км [2, 3].

В районах магнитных аномалий обеспечить необходимую точность ориентирования с помощью магнитной стрелки буссоли практически невозможно, кроме того, при сравнительно небольших перемещениях наблюдается резкое изменение магнитного склонения. Допустимое значение этого изменения составляет не более 0–10 дел. угломера на 10 км. Поскольку в площадных районах аномалий (районы городов Харькова, Сум, где влияние Курской магнитной аномалии, Одессы, Кривого Рога), в точках аномалий магнитного склонения (районы вблизи Херсона, полуострова Крым и др.) колебание магнитного склонения происходит в довольно больших пределах, то применение данного способа недопустимо. Площадь районов аномалий составляет более 26 % всей территории Украины. Поэтому на этой местности наиболее приемлемыми способами определения дирекционных углов, очевидно, будут геодезический, гироскопический и астрономический.

Срединные ошибки определения дирекционного угла ориентирного направления с помощью гироскопуказателя (курсокреноуказателя) аппаратуры топопривязки составляют 0...03 дел. угломера при работе не более 20 мин с момента ориентирования с точностью $E \leq 0...01$ и 0...06 дел. угломера при работе не более 1 ч [3]. Максимальный уход главной оси курсового гироскопа гироазимута за 1 ч может составить 0...17 дел. угломера. Поэтому этот способ не отвечает необходимой точности и может использоваться только для предварительного ориентирования с обязательным последующим уточнением (контролем) более точными способами.

В современных условиях астрономическое ориентирование, имея достаточно высокую точность, может широко применяться во время выполнения топогеодезических работ и ориентирования приборов на пунктах элементов боевого порядка ракетных и артиллерийских подразделений независимо от района боевых действий. Этот факт делает астрономический способ ориентирования универсальным.

В данной статье показано преимущество астрономического способа неоправданно забытого, его незаменимость в условиях, когда применение других способов определения дирекционных углов ориентирных направлений проблематично или вообще невозможно, а также, когда иными способами не достигается необходимая точность.

Точность астрономического способа характеризуется следующими срединными ошибками определения дирекционных углов (азимутов) ориентирных направлений [3]: 1,0' — с помощью теодолита; 0...01 дел. угломера с помощью буссоли ПАБ-2А.

Приведенные характеристики точности астрономического способа показывают, что он применим в любых условиях. Для сокращения времени определения дирекционных углов астрономическим способом в районах развертывания артиллерийских и ракетных частей (подразделений) заблаговременно составляются таблицы дирекционных углов светила (Солнца) для центров этих районов. Порядок доведения и использования таблиц командир

(начальник штаба) дивизиона указывает при постановке задач подразделениям по топогеодезической подготовке. Интервалы времени, для которых составляются таблицы, должны соответствовать ожидаемому или назначенному времени работы по привязке (контролю) в данном районе. Шаг времени для вычисления дирекционных углов светила принимают равным 10 мин при ориентировании по Солнцу и 30 мин по Полярной звезде. Дирекционные углы для промежутков шага времени определяются линейным интерполированием. В таблице дирекционных углов Солнца указывают наименование светила, дату, время и координаты точки, для которой проводились вычисления дирекционных углов.

При астрономическом способе определения дирекционных углов ориентирных направлений необходимо использовать Сборник астрономических таблиц определения часового угла, а также склонения Солнца и навига-

ционных звезд [4, 5]. У азимутальной насадки АБН-1 к буссоли ПАБ-2А для определения азимута ориентирных направлений по Полярной звезде (звездам α и β Малой Медведицы) последнее значение малого биссектора – 2000 г. Это еще раз подчеркивает необходимость наличия Сборника астрономических таблиц. Срок ныне действующего Сборника заканчивается в 2009 г., поэтому Сборник астрономических таблиц определения часового угла, а также склонения Солнца и навигационных звезд (Полярной, Бетельгейзе, Арктика, Веги) на 2010–2019 гг. уже разработан творческими коллективами Научного центра боевого применения ракетных войск и артиллерии Сумского государственного университета, кафедры военной подготовки Сумского государственного университета и Львовского государственного университета и Львовского института Сухопутных войск Национального университета «Львівська політехніка». Отличие данного Сборника астрономических

Таблица расчета дирекционного угла ориентирного направления по табл. 1, 2, 4–6 [4] и табл. 1 [5]. Дата 10.01.11

Последовательность и № действий	Обозначения	Решение	
		1-й прием	2-й прием
3	$l = L - L_0$	$-1^{\circ}44,4'$	
4	$b = 90^{\circ} - B$	$37^{\circ}20,0'$	
5	$T(l)$ (табл. 1 ТВА)	40376	
6	$S(b)$ (табл. 1 ТВА)	1991	
7	$T(\gamma) = T(l) - S(b)$	38385	
9	T_k	2 ч 15 мин 00 с	2 ч 20 мин 00 с
11	S_0 (табл. 1 Сб. АТ)	$109^{\circ}24,8'$	$109^{\circ}24,8'$
12	ΔS_1 (табл. 2 Сб. АТ)	$3^{\circ}44,9'$	$4^{\circ}59,9'$
13	ΔS_2 (табл. 2 Сб. АТ)	$0,7'$	$0,9'$
14	$\tau_d = \tau + \Delta\tau_d$ (табл. 4 Сб. АТ)	$318^{\circ}18,4'$	$318^{\circ}18,4'$
1	L	$67^{\circ}15,6'$	$67^{\circ}15,6'$
15	$t = S_0 + \Delta S_1 + \Delta S_2 + \tau_d + L$	$138^{\circ}44,4'$	$139^{\circ}59,6'$
2	B	$52^{\circ}40,0'$	
16	α_0 (табл. 5 Сб. АТ)	$359^{\circ}16,0'$	$359^{\circ}17,0'$
17	$\Delta\alpha$ (табл. 6 Сб. АТ)	$+0,1'$	$+0,1'$
18	$\alpha = \alpha_0 + (\pm\Delta\alpha)$	$359^{\circ}16,1'$	$359^{\circ}17,1'$
10	Q	$63^{\circ}12,0'$	$63^{\circ}11,2'$
19	$A = \alpha + Q$	$62^{\circ}28,1'$	$62^{\circ}28,3'$
20	A_{cp}	$62^{\circ}28,2'$	
8	γ (табл. 1 ТВА)	$-1^{\circ}23,0'$	
21	$\alpha = A_{cp} - \gamma$	$63^{\circ}51,2' \approx 10 - 64,2$	

таблиц от предыдущих изданий заключается в том, что в него включены две новые таблицы 5 и 6, которые позволяют определять азимут по часовому углу Полярной звезды на 2010–2019 гг.

Определение азимута светила благодаря использованию Сборника астрономических таблиц обеспечивает необходимую точность. Срединная ошибка определения азимута не выходит за пределы $\pm 1,0'$. Характерная особенность данного сборника — наличие рекомендаций по использованию таблиц, приведены также примеры перехода от летнего к зимнему киевскому времени как для обычного, так и високосного годов [4].

В вышедшем Сборнике астрономических таблиц приведены также примеры решения задач, даны объяснения по применению астрономических таблиц для определения азимута светила. Однако для ракетных и артиллерийских подразделений основной задачей является определение дирекционного угла ориентирного направления. В данной статье приведен пример применения астрономического способа определения дирекционного угла ориентирного направления с использованием таблиц Сборника и Таблиц для вычисления азимута светила [5]. Этот пример схематически показывает последовательность расчетов по определению дирекционных углов ориентирных направлений с использованием результатов наблюдений Полярной звезды.

Определим дирекционный угол ориентирного направления по наблюдениям Полярной звезды в два приема. Время наблюдения: $T_{к_1} = 2$ ч 15 мин 00 с; $T_{к_2} = 2$ ч 20 мин 00 с, дата наблюдения 10 января 2011 г. Угол между направлением на Полярную звезду и ориентир при первом приеме составил $63^\circ 12,0'$, при втором — $63^\circ 11,2'$. Геодезические координаты точки наблюдения $B = 52^\circ 40,0'$; $L = 67^\circ 15,6'$.

В таблице расчетов приняты следующие обозначения: $l = L - L_0$ — разность между долготой точки наблюдения и долготой осевого меридиана данной зоны; T и S — значения функций, используемых для вычисления азимута светила; $T(\gamma)$ — функция для опре-

деления сближения меридианов; T_k — время приема наблюдения; S_0 — звездное время на каждый час киевского зимнего времени; ΔS_1 , ΔS_2 — поправки к звездному времени S_0 для учета минут и секунд времени измерений; τ_d — координата Полярной звезды на дату месяца; τ — координата Полярной звезды на первое число месяца; $\Delta \tau_d$ — изменение координаты на данные сутки месяца; t — часовой угол звезды; α_0 — значение азимута Полярной звезды для широт (B) от 40 до 55° через каждый градус широты и часового угла t ; $\Delta \alpha$ — поправка к значению азимута Полярной звезды (α_0) на период 2010–2019 гг.; α — азимут Полярной звезды; Q — угол между направлением на звезду и на ориентир; A — азимут на ориентир; A_{cp} — среднее значение азимута на ориентир из двух приемов измерений; γ — сближение меридианов; α — дирекционный угол на ориентир. Сближение меридианов в точке наблюдения рассчитано с помощью таблиц для вычисления азимута светила (действия 3–8); моменты наблюдения T_k и углы Q между направлениями на звезду и на ориентир для каждого приема получены по результатам обработки журнала наблюдений светила (действия 9, 10); часовой угол Полярной звезды определен с помощью табл. 1, 2 и 4 Сборника астрономических таблиц (действия 11–14, 1, 15); азимут Полярной звезды определен по табл. 5 и 6 Сборника астрономических таблиц (действия 16–18). Переход от азимута Полярной звезды к дирекционному углу на ориентир показан в схеме действиями 19–21.

Для сокращения времени расчетов дирекционных углов по астрономическим наблюдениям в районах развертывания артиллерийских и ракетных частей заблаговременно составляют таблицы дирекционных углов светила для центров этих районов. В дальнейшем целесообразен переход от «ручных» методов расчетов при выполнении топогеодезических работ к расчетам с использованием программно-математического обеспечения и базы данных Сборника астрономических таблиц.

Таким образом, из сравнительных характеристик всех способов определения дирек-

ационных углов ориентирных направлений, астрономический способ предпочтителен как по точности и времени расчетов, так и по условиям применения, особенно если учитывать аномалии некоторых районов Украины. Кроме того, в приведенном примере использован Сборник астрономических таблиц, который поможет научным и научно-педагогическим сотрудникам, командирам и соответствующим специалистам ракетных и артиллерийских подразделений при решении задач, связан-

ных с проведением топогеодезической подготовки. 🗨

1. *Правила стрільби і управління вогнем артилерії*. Група, дивізіон, батарея, взвод, гармата. — К.: Варта, 1995. — 304 с.
2. *Руководство по боевой работе топогеодезических подразделений ракетных войск и артиллерии Сухопутных войск*. — М.: Воениздат, 1982. — 208 с.
3. *Топогеодезическая подготовка ракетных войск и артиллерии Сухопутных войск: Учебник*. — М.: Воениздат, 1982. — 400 с.
4. *Рябоконт В. М., Науменко І. В., Мазуренко В. О. та ін. Збірник астрономічних таблиць*. — Суми: Вид-во СумДУ, 2008. — 225 с.
5. *Таблицы для вычисления азимута светила*. — М.: Воениздат, 1981. — 229 с.



DEFENSE & SECURITY 2009
Tri-Service Asian Defense & Internal Security Event for Land, Sea & Air

4-7 November 2009, IMPACT Exhibition Centre, Bangkok, Thailand

Оборона и безопасность 2009

4-7 ноября 2009 г., Выставочный центр ИМПАКТ, Бангкок, Таиланд