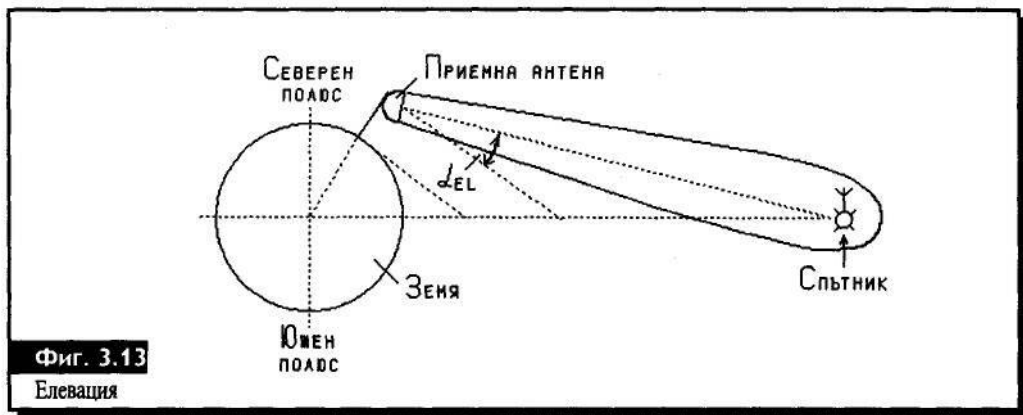


3.4. НАСОЧВАНЕ НА ПРИЕМНАТА АНТЕНА КЪМ СПЪТНИЦИТЕ

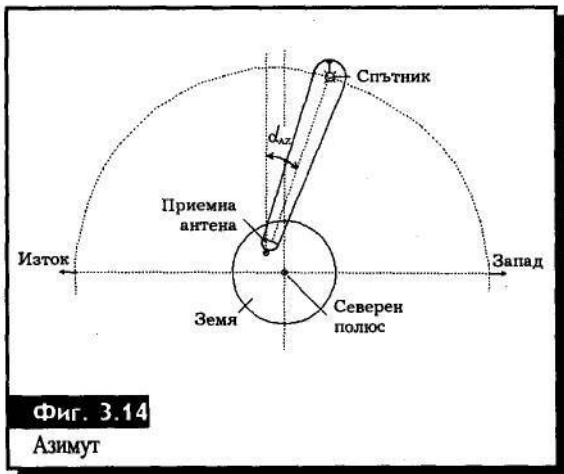
За качествено приемане на излъчваните радио- и телевизионни програми от даден спътник е необходимо антената да бъде ориентирана така, че главният максимум на нейната ДНД да сочи точно към спътника. Спътниците са разположени върху геостационарната орбита, която лежи в екваториалната равнина и се "виждат" от Земята под различни ъгли на място (елевация) и азимут. Точното насочване на антената към избрания спътник се осигурява при съблюдаване на



определените за него в точката на приемане ъгли α_{EL} (елевация) и α_{AZ} (азимут).

При хоризонтално монтиране на рефлектора на симетрична параболична антена върху стойка, перпендикулярна на земната повърхност, антената не "гледа" към геостационарната орбита. Както се вижда от **фиг. 3.13**, за да се приемат сигнали от даден спътник, рефлекторът на антената трябва да се завърти във вертикалната равнина нагоре на точно определен ъгъл, наречен елевация или ъгъл на място. Следователно елевацията показва на колко градуса нагоре спрямо хоризонта трябва да бъде наклонена оста на приемната антена така, че гла-

вният максимум на формираната от нея ДНД да сочи към орбиталната позиция на желанния спътник. Елевацията зависи от географската ширина на приемния

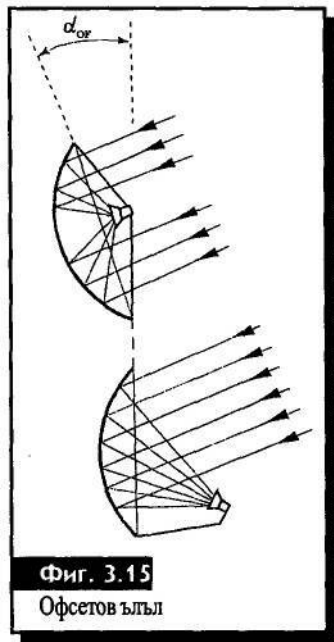


Фиг. 3.14
Азимут

пункт: на екватора тя е 90° (което означава, че остра на антената е перпендикулярна на земната повърхност) и намалява с увеличаване на географската ширина. Към полюсите приемането е затруднено поради малкия ъгъл на падане на радиолъча и това е причина дори сградите и дърветата да представляват препятствия за него. Географската дължина на приемния пункт също оказва влияние върху елевацията, като зависимостта има по-сложен характер. Ако приемната точка се намира на главния (нулевия) меридиан, след насочване на антената по елевация могат да се

приемат сигнали от спътник с орбитална позиция 0° . За приемане на сигнали от други спътници антената трябва да се завърти в хоризонталната равнина на определен ъгъл, наречен азимут. По определение азимутът показва на какъв ъгъл на изток или на запад спрямо посока "юг" трябва да се завърти антената, така че главният лист на нейната ДНД да сочи към орбиталната позиция на желанния спътник (фиг. 3.14). Азимутът зависи от географската дължина на точката на приемане и не трябва да се смесва с орбиталните позиции на геостационарните спътници. Орбиталната позиция на всеки спътник е фиксирана, а необходимият азимут при насочване на приемните антени, разположени в различни точки на земната повърхност, към него се променя.

Изложеното до тук важи не само за симетричната параболична, но и за плоската антена. При насочването на офсетовата параболична антена към спътника трябва да се отчита още един ъгъл α_{of} наречен офсетов. Профилът на огледалото на офсетовата антена, който представлява сегмент от симетричното параболично огледало, изисква при приемане на спътникови сигнали апертурата на антената да се ориентира почти вертикално спрямо земната повърхност. Офсетовият ъгъл, т.е. ъгълът на който трябва да се завърти във вертикалната равнина апертурата на офсетовата антена спрямо тази на симетричната параболична антена (фиг. 3.15), се използва за корекция на нейната елевация.

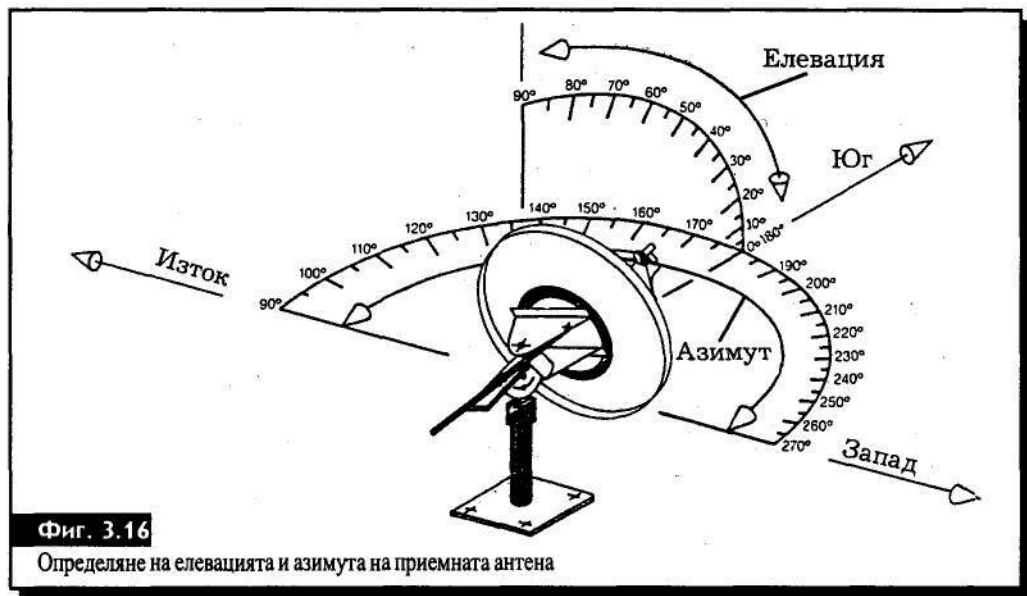


Фиг. 3.15
Офсетов ъгъл

Следователно за правилно насочване на приемната антена към избран спътник е необходимо да се определят нейната елевация и азимут. При известни географски координати на приемната точка и орбитална позиция на спътника и като се има предвид **фиг. 3.16**, за изчисляване на тези ъгли могат да се използват формулите [66]:

$$(3.12) \quad \alpha_{EL} = \arctg \frac{\cos \theta_R \cos \Lambda - r/s}{\sqrt{1 - (\cos \theta_R \cos \Lambda)^2}};$$

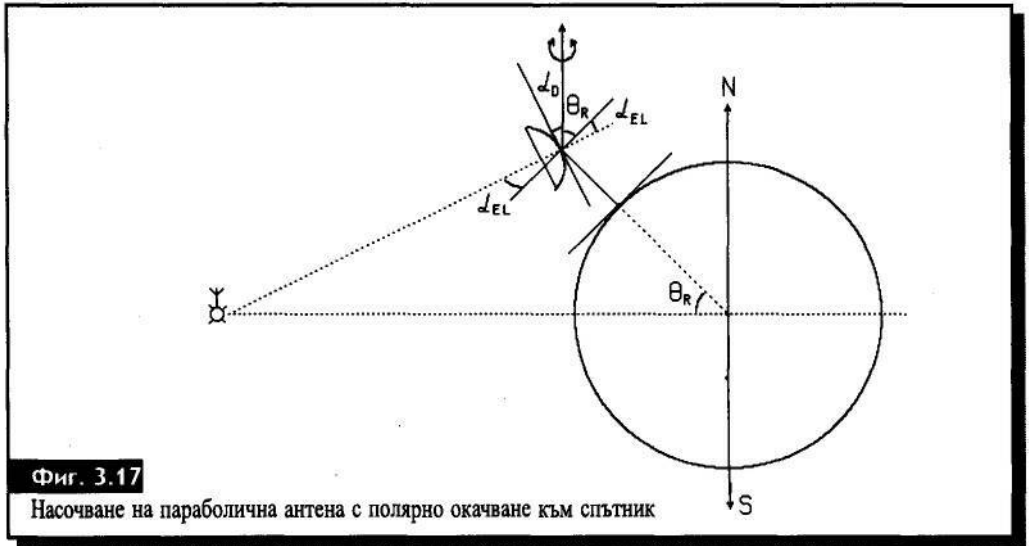
$$(3.13) \quad \alpha_{AZ} = \arctg \frac{\operatorname{tg} \Lambda}{\sin \theta_R} + 180^\circ,$$



където: $\Lambda = \Lambda_R - \Lambda_S$ е разлика между географските дължини на приемната точка и на спътника; θ_R - географска ширина на точката на приемане; r - радиус на Земята ($r = 6378 \text{ km}$); $s = r + h$ - сума от радиуса на Земята и височината над земната повърхност на спътниковата орбита (за геостационарната орбита $h = 35\,786 \text{ km}$, а $r/s = 0,1513$). Особеност на дадените формули е това, че азимутът се отчита спрямо посока "север" (за която се приема, че $\alpha_{AZ} = 0^\circ$) по посока на часовниковата стрелка, а географските дължини на спътниците и на точките на приемане, които се намират на изток от Гринуичкия (нулевия) меридиан, се записват със знак "-". Например за София, която се намира на $42,65^\circ$ северна ширина и $23,38^\circ$ източна дължина, при приемане на сигнали от спътните **Astra**, заемащи орбитална позиция $19,2^\circ$ източна дължина, антената трябва да се ори-

ентира на ъгли. $\alpha_{EL} = 40,59^\circ$ и $\alpha_{AZ} = 186,16^\circ$.

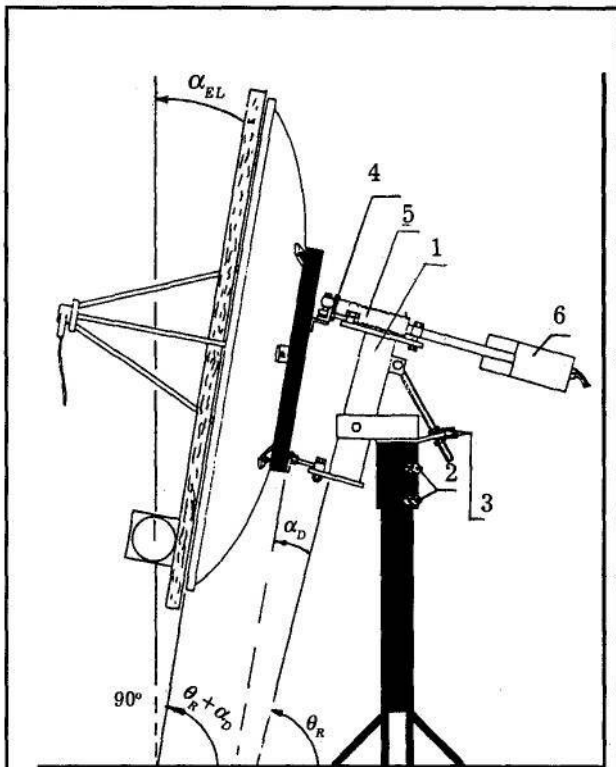
Насочването на приемната антена по елевация и азимут към избрания спътник може да се извърши с помощта на два серводвигателя, които я въртят



около две оси - едната перпендикулярна, а другата паралелна на земната повърхност. За приемане на програми от различни спътници на практика се използва т. нар. полярен монтаж (полярно окачване или Polar mount) на параболичната антена, при които тя се върти само около една ос, паралелна на земната. Земната ос преминава през северния и южния полюс и се нарича още полярна ос. От **фиг. 3.17** се вижда, че за насочване на антената към различни спътници само чрез въртенето ѝ около полярната ос е необходимо нейната апертура да се наклони спрямо ротационната ос на точно определен ъгъл наречен деклинация. Следователно деклинацията представлява ъгъл, на който трябва да се наклони приемната антена при полярно окачване така, че само чрез въртенето ѝ около полярната ос да се покрие с достатъчна точност траекторията на геостационарните спътници. Деклинацията зависи от географската ширина на приемната точка като на екватора е 0° и с приближаване към полюсите нараства до 90°. За най-отдалечените населени области на север. Ако приемната антена се намира на екватора, при въртенето ѝ около полярната ос главният лист на нейната ДНД описва окръжност, която с изместване на антената към полюсите (поради допълнителната настройка по деклинация) се променя в елипса. От **фиг. 3.17** се вижда, че ъгълът между оста на въртене на антената и хоризонта е равен на географската ширина на мястото на приемане θ_R и че, ако по формула (3.12) е изчислена елевацията на антената, нейната деклинация може да се определи от израза:

$$(3.14) \quad \alpha_D = 90^\circ - \theta_R - \alpha_{EL}$$

При насочване на параболичната антена към геостационарната орбита тря-



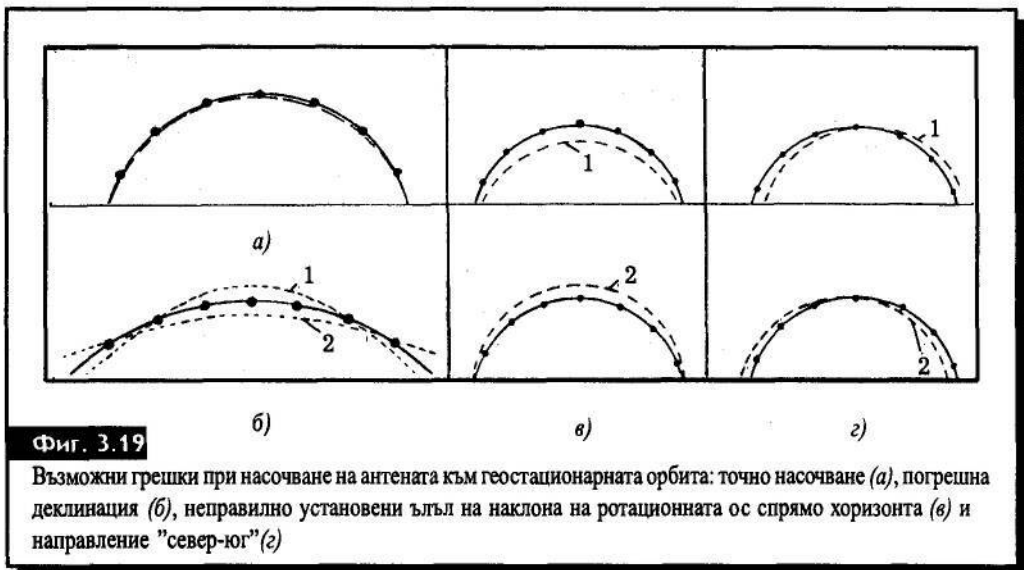
Фиг. 3.18

Механични елементи за насочване на параболна антена с полярно окачване към геостационарните спътници

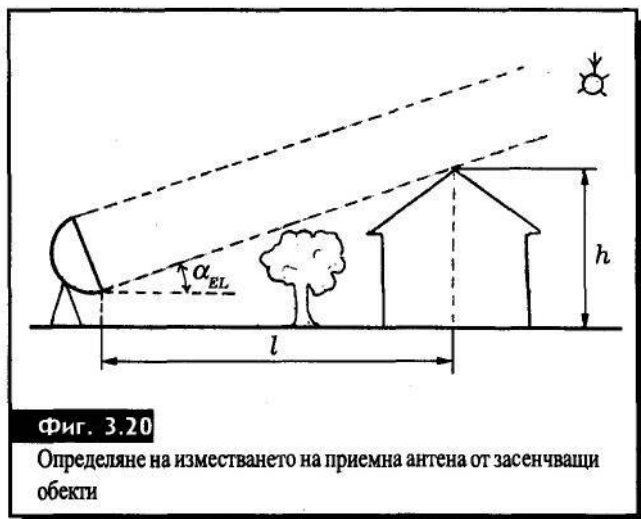
бва да се спазва следната последователност от действия (виж фиг. 3.18). Първоначално вертикалната равнина, в която лежи шарнирната ос 1, се ориентира с помощта на компас по направление север-юг и се фиксира чрез винтове 2. Посредством винт 3 шарнирната ос, около която се върти антената, се наклонява така, че да стане успоредна на полярната ос. Като критерий за правилното ѝ ориентиране се използва ъгълът, който тя сключва с хоризонта, като този ъгъл трябва да е равен на географската ширина на мястото на приемане. За да се осигури изискването приемната антена да "гледа" към геостационарната орбита, нейното огледало трябва да се наклони спрямо шарнирната ос на ъгъл, равен на изчислената за мястото на приемане деклинация. Това се постига

чрез винт 4, а критерий за вярно насочване е появата на сигнал от някой спътник. Завъртането на антената около полярната ос с цел пренасочването ѝ към различни спътници се осъществява чрез аксиално придвижване на шангата 5 от електродвигателя 6. Задвижващият механизъм, известен с наименованието позиционер (Polar rotor), се изработва в различни конструктивни варианта, като посоката и ъгълът на завъртане на антенното огледало могат да се управляват ръчно и автоматично. Автоматичното насочване на антената от приемника изисква в него да бъдат запаметени предварително орбиталните позиции на отделните спътници.

Траекторията, която описва главният лист на ДНД на антена с полярно окачване при въртенето ѝ около полярната ос, не съвпада точно с геостационарната орбита. За да се постигне точно насочване на антената се извършва спрягане на тази траектория и геостационарната орбита в три точки, съответстващи на спътниците, които са разположени в средата (най-южната точка) и двата противоположни края (на изток и на запад) на орбиталната крива. Чрез подходящи корекции на направлението "север-юг", полярния ъгъл и деклинацията се цели съвпадане на двете криви в споменатите три точки (фиг. 3.19а). На фиг. 3.19 са показани и възможните грешки, които могат да се появят вследствие на неправ-



вилна настройка на деклинацията (б), на ъгъла на наклона на ротационната ос спрямо хоризонта (в) и на направлението "север-юг" (г). Крива 1 на **фиг. 3.19б** се отнася за случая, когато деклинацията е по-малка от необходимата, а крива 2 - за по-голяма от необходимата деклинация. Ако ъгълът, който сключва ротационната ос с хоризонта, е по-голям от определения за мястото на приемане, траекторията на главния максимум на ДНД на антената описва крива 1 на **фиг. 3.19в**, а ако е по-малък - крива 2. Грешките при насочване в посока "юг", свързани с леко изместване на запад, са отразени на **фиг. 3.19г** чрез крива 1, а крива 2 се получава при леко изместване на изток.



Докато антените за приемане на сигнали, излъчвани от наземни предаватели, трябва да са повдигнати на възможно най-голяма височина, спътниковите приемни антени могат да се монтират на произволно място, включително и върху земната повърхност. Единствено изискване при това е различните препятст-

вия (дървета, сгради и др.) да не попадат в зоната на главния лист на ДНД на антената, т.е. антената трябва да "гледа" директно към спътника. От **фиг. 3.20** се вижда, че за да се изпълни това изискване е необходимо антената да бъде монтирана на такова разстояние от препятствието с най-голяма височина h_{\max} , за което се изпълнява условието:

$$(3.15) \quad l = h_{\max} \operatorname{tg} \alpha_{EL}.$$