

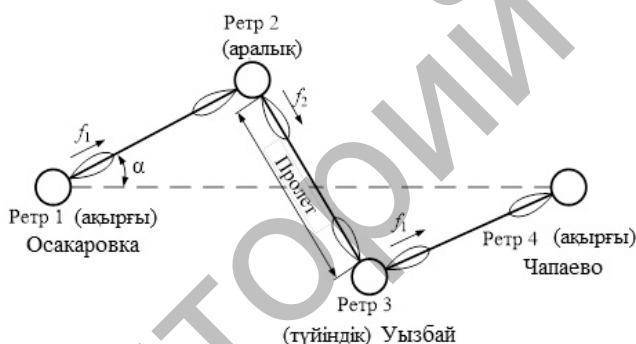
Тоғузбаева М.А., академик Е.А.Букетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, физика-техникалық факультеті, РТК-412 тобының студенті
(Ғылыми жетекшісі - аға оқытушы Кубаева У.С.)

РАДИОРЕЛЕЙЛІ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІСІН АУЫЛДЫҚ АЙМАҚТАРДА ҰЙЫМДАСТЫРУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Қазақстанда ауылды аймақтарда тұратын тұрғындар саны 54 пайызды құрайды. Ауылдар арасындағы арақашықтықтары көп жағдайда 100км ден артық болуы мүмкін. Мұндай жағдайда кабельдік байланысты өткізу тиімсіз, себебі байланыс сапасы метеорологиялық жағдайларға тікелей байланысты болады, ал цифрлы радиорелейлі байланыс желілерін сондай аймақтарда өткізу ешқандай қиындық туғыздырмайды. Радиорелейлі желі жылдамдығы жоғары және сапалы байланыспен қамтамасыз ете алады.

Қазіргі таңда Қазақстандағы цифрлық бағдарлама бойынша барлық ауылдарды кең жолақты және қолжетімді интернетпен қамтамасыздандыру қажет, ол тұрғындардың электрондық бағдарламасын пайдаланып, жеке мәселелерді шешуге мүмкіндік береді [1].

Мысал ретінде Қарағанды облысының Осакаровка – Чапаево елді мекендері арасында радиорелейлі байланыс желісін құрудың кейбір мәселелері қарастырылды. Екі мекен арасындағы арақашықтық 101 км-ге тең, сондықтан мұнда 2 ретранслятор орнатылады (1 - сурет) [2]. Осылайша Осакаровка - Уызбай - Чапаево арасында үш аралық пайда болады: екеуі 40 км- ге тең және біреуі ұзындығы 21 км [3].



1 сурет. Тура көріністегі радиорелейлі желінің сұлбасы

Сигнал трассасының түрін анықтау үшін берілген аралықтағы бөгеуілдерді (таулар, биік ғимараттар және т.б.) ескеру қажет, сол мәліметтер бойынша аралықтардың рельеф профилі құрылады [3].

Осакаровка ауданының рельефі бірнеше жерден үзілген таулардан тұрады, ұзындығы 50 км, ені 15км. Таулардың биіктігі 100м ге дейін құрайды [3].

Аралықтардың бойлық профильдерін құру үшін біріншіден, жер рельефінің салыстырмалы координаттарын осы формула бойынша анықталады:

$$y_i(K_i) = \frac{R_0^2}{2R_{ж}} K_i (1 - K_i)$$

мұнда: R_0 – аралықтың ұзындығы; $R_{ж}$ – Жердің геометриялық радиусы (6370 км); K_i – берілген нүктенің ағымға қатысты координатасы; R_i – аралық нүктеге дейінгі ара қашықтық [4].

Аралықтардың нүктелерінің есеп нәтижелері 1 кестеде берілген, мұнда келесі масштаб 1:100000 (2см:1км) алынды.

Осакаровка – Уызбай аралық профильдерінің биіктік координаталары

K_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$y_i, м$	0	11,3	20,1	26,3	30,1	31,3	30,1	26,3	20,1	11,3	0
$y_2, м$	73	60	72	71	70	66	58	57	68	72	78
$y, м$	73	72	93	98	101	98	89	84	89	84	78

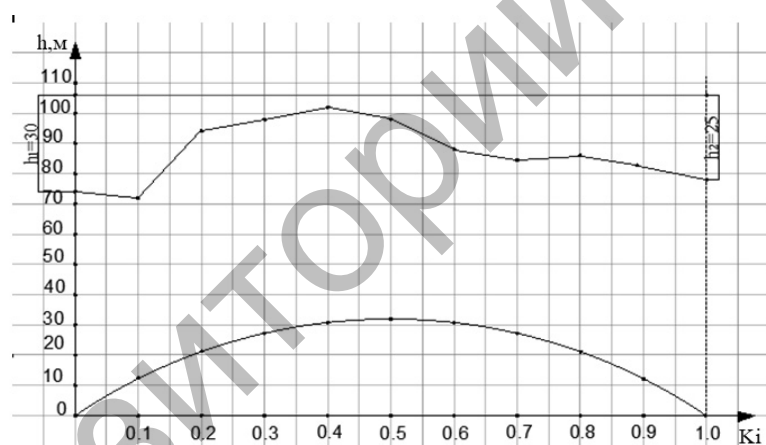
Осы аралықта антенналардың биіктіктерін h_1 және h_2 анықтау қажет, ол үшін аралықтың ең жоғары нүктесінің мәні ескеріледі [4,5]. Берілген жағдайда антенналардың биіктіктері әр түрлі болады:

$$h_1 = y(0,4) + H(0) - y_2 = 101 + 2,13 - 73 = 30 м$$

$$h_2 = y(0,4) + H(0) - y_2 = 101 + 2,13 - 78 = 25 м.$$

мұнда: $H(0)$ – радиотолқындар үшін ашық кеңістіктің шамасы.

Алынған нүктелерінің есеп нәтижелері және антенна биіктіктерінің мәндері бойынша Осакаровка – Уызбай аралық профилін AutoCAD бағдарламасы арқылы сызбасын саламыз (2-сурет).



2-сурет. Осакаровка-Уызбай аралығының профилі

Уызбай-Чапаево аралығы үшін жер рельефінің салыстырмалы координаттары есептелінді (2-кесте) және рельефінің аралық профилі тұрғызылды (2-сурет).

Уызбай – Чапаево аралық профильдің биіктік координаталары

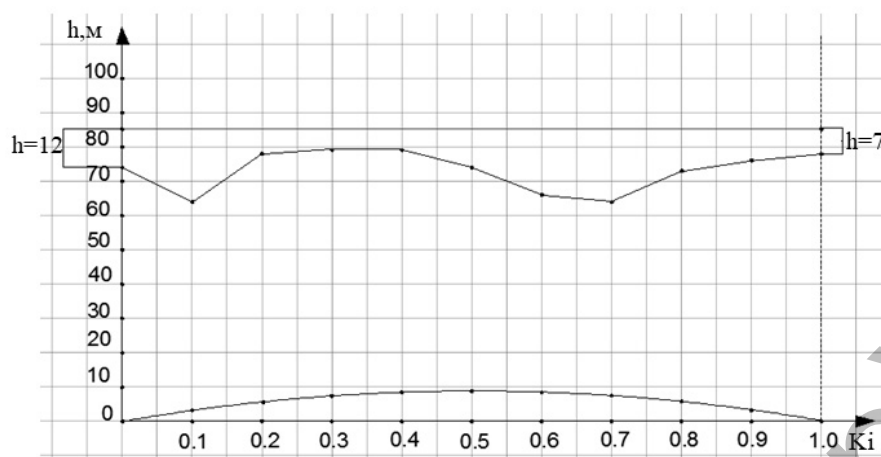
K_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$y_i, м$	0	3,1	5,53	7,42	8,31	8,65	8,31	7,42	5,53	3,1	0
$y_2, м$	73	60	72	71	70	66	58	57	68	72	78
$y, м$	73	64	78	79	79	75	67	65	74	76	78

Берілген аралықтардағы антенналардың биіктіктері яғни:

$$h_1 = y(0,4) + H(0) - y_2 = 79 + 5,85 - 73 \approx 12 м$$

$$h_2 = y(0,4) + H(0) - y_2 = 79 + 5,85 - 78 \approx 6 м$$

Уызбай - Чапаево аудандарының аралық профілінің сызбасы 3- суретте көрсетілген.



3- сурет. Уызбай - Чапаево аралығының профілі

Азимут дегеніміз – берілген нүкте арқылы өтетін, меридианның солтүстік бағытынан сағат бағытмен жүрісімен компас бағытына дейін өлшенетін көлденең бұрыш. Солтүстік бағыт - 0° , шығыс - 90° , оңтүстік - 180° , батыс - 270° азимутқа ие. Радиобайланыс желілерінің азимуты келесі теңдеулер арқылы анықталады:

$$\cos \theta = \sin \theta_1 \sin \theta_2 + \cos \theta_1 \cos \theta_2 \cos(L_2 - L_1)$$

$$\sin \alpha = [\cos \theta_2 \sin(L_2 - L_1)] / \sin \theta$$

$$\sin \gamma = [\cos \theta_1 \sin(L_2 - L_1)] / \sin \theta$$

мұнда: θ_1 , θ_2 және L_1 , L_2 - пунктін географиялық ені және ұзындығы; α, γ – сфералық үшбұрыштың бұрышы [4,5].

Антенналар азимуттары бойынша белгіленген нүктелерде орнатылады. Жер бойындағы радиобайланыстың пунктары арасындағы арақашықтығы келесі теңдеу арқылы анықталады [6]:

$$r = 111\theta$$

мұнда r – арақашықтық; θ -градуспен берілген орталық бұрыш.

$$\cos \theta = \sin 50^\circ \sin 49^\circ + \cos 50^\circ \cos 49^\circ \cos(72^\circ - 71^\circ) = 0,766 \cdot 0,754 + 0,642 \cdot 0,656 \cdot 0,999 = 0,997, \theta = 4^\circ$$

$$r = 111 \cdot 4 = 444 \text{ км}$$

Таратқыш антеннаның азимуты:

$$\sin \alpha = \frac{\cos 50^\circ \sin(72^\circ - 71^\circ)}{\sin 4^\circ} = 0,16, \alpha = 9^\circ$$

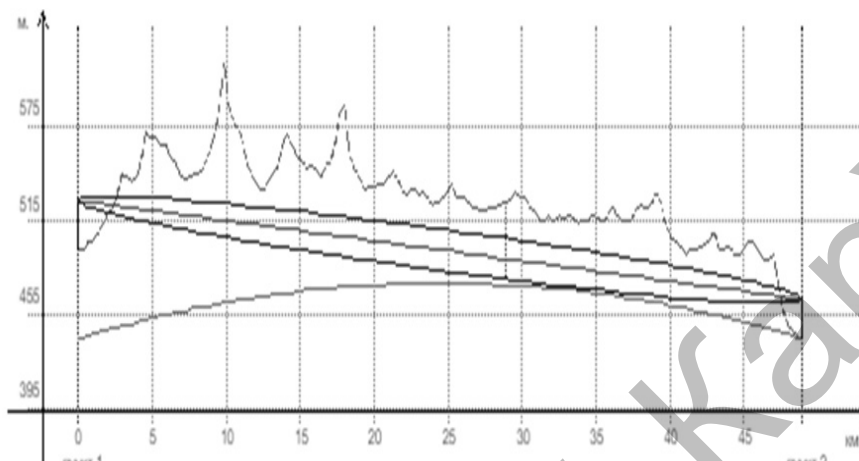
$$180^\circ - \alpha = 180^\circ - 9^\circ = 171^\circ$$

Қабылдағыш антеннаның азимуты:

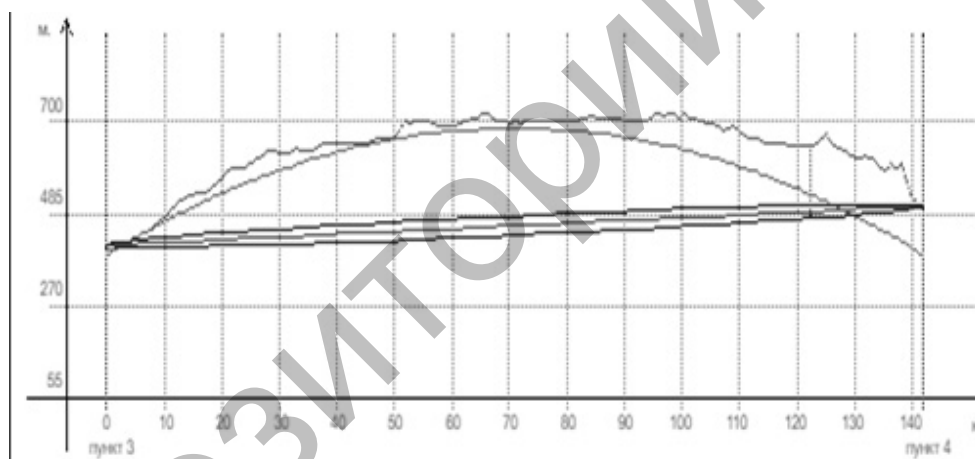
$$\sin \gamma = \frac{\cos 49^\circ \sin(72^\circ - 71^\circ)}{\sin 4^\circ} = 0,164, \gamma = 9^\circ 54'$$

$$360^\circ - \gamma = 360^\circ - 9^\circ 54' = 350^\circ 46'$$

Жиілік диапазоны (7000МГц) үшін арнайы “Микран” программасы арқылы Осакаровка – Уызбай (географиялық ені 50° ; ұзындығы 72°) және Уызбай – Чапаево (географиялық ені 49° ; ұзындығы 70°) аралықтары үшін электромагнит толқынының таралу графиктерін аламыз (3және 4 суреттер).



4-сурет. Осакаровка – Уызбай аралық үшін электромагнит толқынының таралу графигі



5-сурет .Уызбай – Чапаево аралық үшін электромагнит толқынының таралу графигі

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 “Цифрлық Қазақстан” мемлекеттік бағдарамасы. 12.12.2017 ж. №827
- 2 Демьянов А.А. Особенности проектирования радиорелейных линий в современных условиях. Мир связи, 2009 г. – 153 с.
- 3 <https://karaganda-region.gov.kz>
- 4 ГОСТ Р 53363-2009. Цифровые радиорелейные линии. Показатели качества. Методы расчета. – М.: Стандартинформ, 2010г. 35 с.
- 5 Даниловича О.С. Методические указания к расчету устойчивости работы РРЛ прямой видимости. М.: Радио и связь 2001 г. – 156 с.
- 6 Немировского А.С. Радиорелейные и спутниковые системы передачи. М.: Радио и связь, 2009 г. – 59 с.
- 7 Даниловича О.С. Методические указания к расчету устойчивости работы РРЛ прямой видимости. Л.: ЛЭИС, 1999 г. – 359 с.