



**Коммерциялық емес
акционерлік қоғамы**

АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ

Телекоммуникациялық
жүйелер кафедрасы

СЫМСЫЗ БАЙЛАНЫС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

5B070300 – Ақпараттық жүйелер мамандығының студенттері үшін есептеу-
графикалық жұмыстырды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2014

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: А.У. Киргизбаева, С.В. Коньшин, Г.Д. Демидова. Сымсыз байланыс технологиялары. 5В070300 – Ақпараттық жүйелер мамандығының студенттері үшін есептік-сызба жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар. – Алматы: АЭЖБУ, 2013ж. – 15 б.

Берілген өңдеу 5В070300 – Ақпараттық жүйелер мамандығының студенттеріне арналған.

Әдістемелік нұсқауларда сымсыз байланыс жүйелерін есептеуге арналған негізгі формулалар мен сызбалар, есептік – сызба жұмыс мазмұнына қойылатын талаптар мен есептеу әдістері келтірілген.

Көрн. 2, кесте 5, әдеб. - 8 атау.

Пікір беруші: Альмуратова К.Б.

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2013 жылғы жоспары бойынша басылады.

© «Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2014 ж.

Кіріспе

«Сымсыз байланыс технологиялар» пәні 5В070300 – Ақпараттық жүйелер мамандығының соңғы (төртінші) курс студенттеріне өткізіледі және 2 есептік-сызба жұмыстарды қарастырады.

Есептік – сызба жұмысының мақсаты: Студенттерді сымсыз байланыс жүйелерін тұрғызу мен есептеу ұстанымдарына үйрету, радиалды құрылымды радиобайланыс жүйелерінде дабылдардың өшулігі мен таралуының қасиеттерін көрсету.

№1 Есептік – сызба жұмыстың тақырыбы: сымсыз радиобайланыс жүйесінің ұялы абоненттік станциясы мен орталық станциясының аралығындағы сенімді және сенімсіз қабылдаудың максималды қашықтығын есептеу.

№2 Есептік – сызба жұмысының тақырыбы: базалық станция мен орталық станцияның аралығындағы сенімді және сенімсіз қабылдаудың максималды қашықтығын есептеу.

1 Есептік – сызба жұмыстарды орындауға арналған тапсырмалар

№1 есептік – сызба жұмысында есептеулерді жүргізуде:

- сымсыз радиобайланыс жүйесінің (1 аймақтың радиусы) ұялы абоненттік станциясы (АС) мен орталық (ОС) станциясының аралығындағы сенімді қабылдаудың максималды қашықтығын;

- ОС мен АС (2 аймақтың радиусы) сенімсіз (нашар сапалы), тәуелді қабылдауының максималды қашықтығын есептеу талап етіледі.

№2 есептік – сызба жұмысында есептеулерді жүргізуде:

- базалық станция (БС) (1 аймақтың радиусы) мен орталық станцияның аралығындағы сенімді қабылдаудың (алыстық) максималды қашықтығын;

- тура сондай қашықтық, бірақ тәуелді, сенімсіз (нашар сапалы) (2 аймақтың радиусы) шарты кезін есептеу талап етіледі.

Есептеулердің жалпылама шарттары:

Есептік – сызба жұмыстарында сымсыз жүйенің тұрғызылуы, қандай да бір территорияда ең бірінші жабу ретінде қабылданады.

Ескере кеткен жөн, ОС пен АС – тың байланысы негізінде дөңгелек диаграммалы бағытталған антенналардың көмегімен радиалды желі тұрғызылуының бірінші кезеңінде жүзеге асырылады. ОС – ң БС байланысы, БС орнатылатын бағыттаушы антеннаны қолданумен жүзеге асырылады. ОС – ң АС және ОС – ң БС байланыс есептемесі бір әдістеме бойынша жүргізіледі.

Есептеуге арналған бастапқы мәндер:

а) ОС тасымалдаушысының номинал қуатын сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша 1-кестеден аламыз;

б) орташа жұмыс жиілігі де f сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша 1-кестеден алынады;

в) қабылдау антеннасының h_2 биіктігі де сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша 1-кестеден алынады;

г) АС қабылдау пунктінің дабыл өрісіндегі қажетті Ес кернеулігін сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша 1- кестеден алынады.

1 к е с т е – Нұсқаның сынақ кітапшасының соңғы санына тәуелділігі

Сынақ кітапшасының соңғы саны	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P_n , Вт	10	15	20	25	30	35	40	45	50	45
f , МГц	1700	1600	1400	800	750	700	650	300	350	350
h_2 , м	1,1	1,2	1,3	1,4	1,3	1,0	1,1	1,4	1,3	1,2
E_c , дБ	36	35	38	37	40	39	44	43	42	41

д) сымсыз радиобайланыс жүйесінің Δh қызмет көрсету аймағындағы жергілікті жер бедерінің Δh_2 жергілікті жер бедерінің өзгеруінің үлкен нұсқасы үшін және Δh_1 жергілікті жер бедерінің өзгеруінің аз тербелісі үшін 2 кестеден сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғы саны бойынша анықталады;

2 к е с т е – Нұсқа сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғысы бойынша

Сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғысы		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Жергілікті жер бедері	$\Delta h_1, м$	12	15	16	18	10	13	15	19	14	17
	$\Delta h_2, м$	22	25	25	30	35	33	45	50	55	60
Δh_1 – ден Δh_2 – ге дейін өзгереді											

е) сүзгілер мен антенналық бөлгіштердегі өшуліктерді кез келген нұсқа үшін тең деп алып, $V_\phi=9$ дБ деп қабылдаймыз;

ж) ОС пен АС тарату мен қабылдау антенналарының D_y күшейтуі 3-кестеден таңдалынады. ОС мен АС арасындағы байланыс алыстығын есептеу кезінде ОС мен АС антенналары ретінде барлық жаққа бағытталған антенналарды таңдау қажет (бағыттау диаграммасының ені 360°). ОС мен БС арасындағы байланыс алыстығын есептеу үшін, ОС антенналары ретінде бұрынғыдай барлық жаққа бағытталған антенналар қолданылады, ал БС антенналары ретінде антенналардың түрлі типтері қолданылады.

3 к е с т е – Антенна параметрлері

Антенна түрлері	$\Theta_E, ^\circ$	KY, D _y , дБ
1 Жартылай толқынды дірілдеткіш	360	0
2 Толқынды дірілдеткіш	180	1,6
3 Жартылай толқынды шунтты дірілдеткіш	360	0
4 Ширектолқынды қадауыш	360	0
5 «Толқынды арна» типті жеті элементті антенна	55	8,0
6 Толқындық дірілдеткішті төрт қабатты антенна	60	7,3
7 Тағы сол, екі қабатты	70	3,6

2 №1 есептік – сызба жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

2.1 Таратушы антеннаның биіктігі берілмегендіктен, жергілікті шарттарды ескере отырып, ОС орналастырылуының керекті нұсқасын таңдап алу үшін, қызмет көрсету радиусын анықтау үшін, антенналарды әртүрлі биіктіктерде береміз.

ОС антенналарының келесі биіктіктерін береміз:

$$h_1 = 30, 50, 70, 100, 150, 200, 300 \text{ м.}$$

Есептеу кезінде ОС құрылғысы тірегін негізінде қала береді, ал антенналық фидер ұзындығы l_f , фидердің ортақ өшулігін өсіре отыра, h_1 биіктігімен өседі. Кабельдердің параметрлері 4 кестеде келтірілген.

4 к е с т е – Кабельдердің параметрлері

Кабель маркасы	Толқындық кедергі, ρ_f , Ом	Жиіліктердегі α өшулік, дБ/м, МГц				
		66	400	1500	1650	2000
PK-50-3-11(PK-159)	50	-	-	0,77	0,83	0,95
PK-50-7-11(PK-147)	50	-	-	0,49	0,51	0,56
PK-50-7-15(PK-47)	50	-	-	0,5	0,52	0,56
PK-50-11-11(PK-148)	50	-	-	0,32	0,34	0,38
PK-50-11-13(PK-48)	50	-	-	0,35	0,37	0,4
PK-75-4-11(PK-101)	75	0,08	0,3	0,58	0,62	0,72

PK-75-4-15(PK-1)	75	0,08	0,28	0,58	0,62	0,72
PK-75-7-11	75	0,05	0,18	0,47	0,52	0,65
PK-75-7-12	75	0,05	0,19	0,5	0,55	0,66
PK-100-7-11(PK-102)	100	-	-	0,21	0,25	0,33
PK-100-7-3(PK-2)	100	-	-	0,37	0,41	0,45
PK-5/18	70	-	-	0,067	0,085	0,12
PKД-2-7/28	75	-	-	0,047	0,052	0,162
PKД-2-9/33	70	-	-	0,039	0,043	0,052
PK-75-7-12(PK-120)	75	0,06	0,18	-	-	-
PK-75-4-21(PKTФ-1)	75	0,07	0,27	-	-	-
PK-75-7-21(PKTФ-3)	75	0,045	0,15	-	-	-
PK-75-17-11(PK-5)	75	0,014	0,043	-	-	-
PK-75-7-18	75	0,03	0,14	-	-	-
PK-75-9-12(PK-3)	75	0,043	0,15	-	-	-
PK-75-9-13(PK-103)	75	0,038	0,14	-	-	-
PK-75-13-12	75	0,02	0,06	-	-	-
PK-75-17-12(PK-108)	75	0,028	0,07	-	-	-

2.2 ОС антенналарының барлық биіктіктері үшін фидер өшулігін анықтау

$$\Delta B_{\phi} = \alpha(l_{\phi} - 50), \text{ дБ},$$

мұндағы l_{ϕ} – фидер ұзындығы, м;

α - қумалы өшулік, дБ/м.

4 кестеден берілген жиілікте жұмыс істейтін кабельді таңдаймыз және оның өшулігін анықтаймыз.

2.3 Алынған мәліметтерді кестеге толтырамыз (5 кесте түрі бойынша).

2.4 1кВт қуаттан таратқыштың номиналды қуатының өзгешелігін есепке алатын $B_{p.n}$ түзетуін мынандай формуламен есептейміз

$$B_{p.n.} = 10 \lg \frac{1000}{P_H}.$$

2.5 B_{h_2} – 1,5 м- ден айырылатын қабылдау антеннасын ескеретін түзетуді формуласы арқылы анықтаймыз

$$B_{h_2} = 10 \lg(1.5/h_2),$$

мұнда h_2 – АС қабылдау антеннасының биіктігі.

5 к е с т е – Шығу мәліметтерін безендіру түрлері

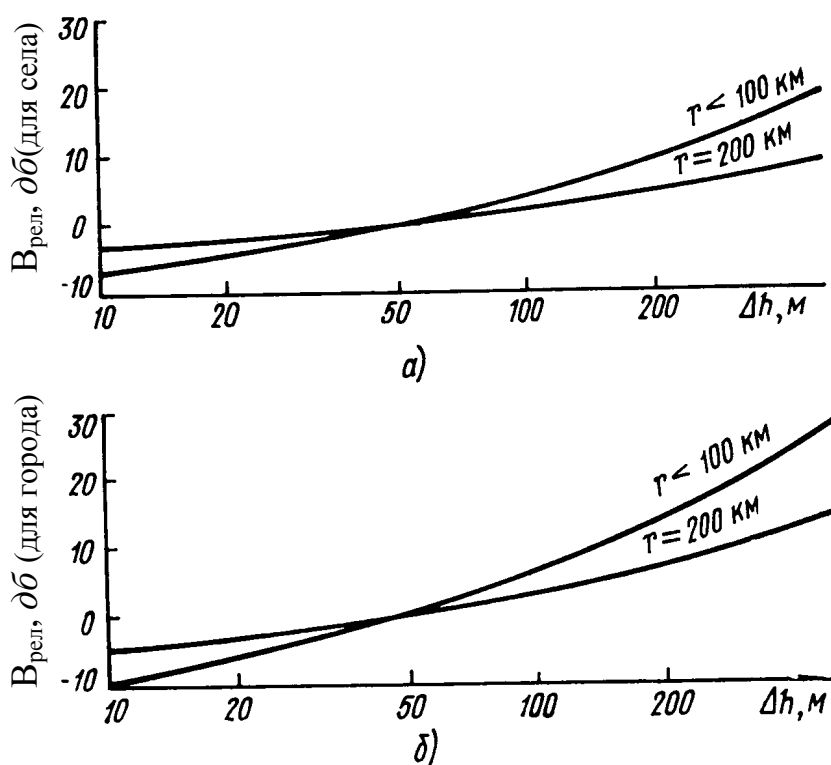
Тарату антеннасының биіктігі, h_1 , м.	Фидердің өшуі, $\alpha * l_{\phi}$, дБ.
30	1,03
50	1,73

70	2,34
100	3,47
150	5,20
200	6,94
300	10,41

2.6 Келесі түрде жергілікті жер бедерін ескеретін түзетуді анықтау үшін $V_{\text{рел}}$ түзетуін анықтаймыз. Жергілікті жер бедерін ескеретін түзетуді анықтайтын сызба 1 – суретте көрсетілген.

Бүкіл есептеулерді екі шеткі жағдайлар үшін жүргізу тиіс: жергілікті жер бедерінің тербелу биіктігі минималды мәнге (Δh_1 – ең жақсы нұсқа) және жергілікті жер бедерінің тербелісі максималды мәнге ие болғандағы (Δh_2 – ең нашар нұсқа).

Сәйкесінше, екі жағдай үшін жергілікті жер бедерін ескеретін $V_{\text{рел}}$ - түзету есептелінеді. $V_{\text{рел}}$ коэффициенті берілген Δh үшін 1а (ауылдық жер) және 2б (қалалық жер) суреттерінің сызбасы бойынша алынған, орташа арифметикалық мән ретінде анықталады.



1 сурет – Жергілікті жер бедерін ескере отырып түзетуді анықтайтын сызба

Мысал ретінде $\Delta h = 20\text{ м}$, $V_{\text{рел}} = -6\text{ дБ}$ болған кездегі жергілікті жер бедерін ескеретін түзетуді анықтаймыз.

2.7 Δh_1 және Δh_2 жағдайлары үшін АС қабылдау пунктінде ОС тарату станциясында пайда болатын өріс кернеулігін негізгі есептеу формуласымен анықтаймыз

$$E = E_c + V_{p.n} + V_{\phi} + V_{h2} + V_{\text{рел}} + (\alpha * I_{\phi}) - D_y, \quad (1)$$

мұндағы I_{ϕ} – фидер ұзындығы, м;

α – қумалы өшулік, дБ/м.

E_c – АС қабылдау пунктіндегі өріс дабылының талап етілетін кернеулігі;

$V_{p.n}$ – 1 кВт қуаттан таратқыштың номиналды қуатының ерекшелігін ескеретін, түзеткіш, дБ;

V_{ϕ} – антенналық бөлгіш пен сүзгілердегі өшулік, дБ;

V_{h2} – 1,5 м – ден ерекшеленетін, қабылдаушы антеннаның биіктігін ескеретін, түзеткіш, дБ;

$V_{\text{рел}}$ – жергілікті жер бедерін ескеретін түзеткіш, дБ;

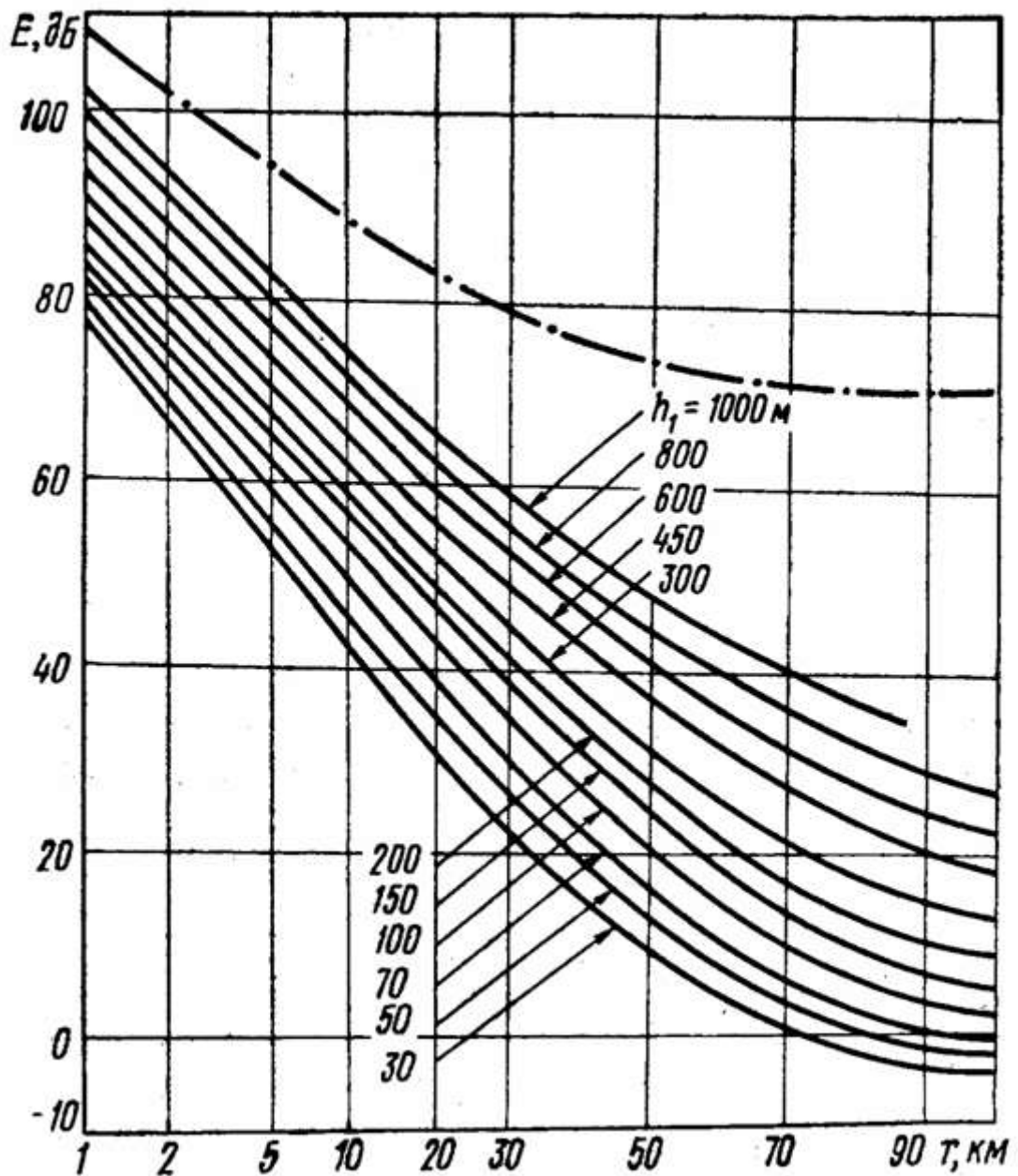
D_y – ОС мен АС қабылдаушы және таратушы антенналарының күшейту коэффициенттерінің қосындысы, дБ.

Есептеуді ОС таратушы антенналарының барлық биіктіктері үшін жүргізу және есептеулер нәтижесін 6 кесте үлгісі бойынша келтіру.

6 кесте – Есептеулер нәтижесін безендіру үлгісі

Таратқыш антеннаның биіктігі h_1 , м	Δh_1 үшін		Δh_2 үшін	
	Өріс кернеулігі E , дБ	Күтілетін байланыс алыстығы r , км	Өріс кернеулігі E , дБ	Күтілетін байланыс алыстығы r , км
30				
50				
...				

2.8 2 – суреттегі сызба бойынша (тәжірибе жүзінде алынған) ОС тарату антеннасының әртүрлі биіктігіндегі есептелген өріс кернеулігі үшін, күтілетін байланыс алыстығын анықтаймыз (Δh_1 және Δh_2).



2 сурет – Байланыс алыстығын анықтауға арналған қисықтар

2.9 Сонымен, жергілікті биіктіктердің төмендеуінің шеткі жағдайлары үшін түрлі антенна биіктіктерінің мәндерін бере отырып, байланыс алыстығының мәнін анықтадық. Олардың алынған мәндерінен шығара отырып, h_1 антеннасының тиімді биіктігін таңдау қажет және өз таңдауыңды түсіндіре кету.

1 аймақ радиусы (ОС мен АС арасындағы максималды қашықтық) Δh_1 және Δh_2 жер бедері үшін есептелген, байланыс алыстығының мәндерінің ең азы ретінде таңдалынады

$$r_1 = \min[r_1(\Delta h_1); r_1(\Delta h_2)]$$

2.10 2 аймақтың есептелінуі (ОС – ң АС байланысы кезінде) 1 аймақ есептелінуінен ерекшеленеді, егер 1 аймақта сенімді байланыс қамтамасыз етілсе (дабылдың жоғалуысыз және тоқталуынсыз); онда 2 аймақта дабылдың жоғалуы мен тоқталуы болуы мүмкін, бірақ та бұл кезде байланыс сапасы тиімді болып қала береді және сөздің анықтылығы қанағаттандырылады.

2 аймақ радиусынан кейін сымсыз байланыс немесе мүлдем жоқ немесе анық емес. 1 аймаққа қарағанда E_{c2} өріс кернеулігі қабылдау пунктінде 9 дБ аз екенін ескере отырып, есептеуді жүргіземіз

$$E_{c2} = E_{c1} - 9.$$

2.11 Мәндерді кестеге енгізіндер. 2 – суреттегі сызба бойынша аналогты түрде байланыс алыстығы анықталады. Содан кейін 2 аймақ пен 1 аймақтағы байланыс алыстығының арасындағы айырма сияқты 2 аймақ ені анықталады.

3 №2 есептік – сызба жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

1 аймақ радиусының есептеу әдістемесі (ОС мен БС байланысы кезінде) 2 бөлімде аналогты көрсетілген бойынша.

Біріншілік кезеңдердегі сымсыз байланыстың радиалды желісінің тұрғызылуын түсіну үшін түрлі нұсқаларды салыстыру қажет: БС барлық жаққа бағытталған және бағытталған антенналардың қолданылуымен, ол үшін барлық жаққа бағытталған антенна ретінде алдыңғы пункттегі сияқты антенналарды қолданамыз. Ал бағытталған антеннаны өз бетінше 3 кестеден таңдау қажет, содан кейін барып ОС – ң БС – пен байланысы кезіндегі 1 аймақ радиусын есептеу. Есептеу кезінде мыналарды ескерген жөн:

а) БС антеннасы ретінде барлық жаққа бағытталған антеннаны қолданған кезде, бөгеуілдер барлық жақтан қабылданады, сондықтан 1 және 2 аймақтар үшін талап етілетін дабылды (E_{c1} және E_{c2}) техникалық тапсырмадағы сияқты етіп аламыз;

б) БС антеннасы ретінде бағытталған антеннаны қолданған кезде, (1) формуладағы E_c орнына E_c' мәнін аламыз (ΔB_Θ түзеткіштің қосылу есебінен)

$$E_c' = E_c + \Delta B_\Theta, \quad (2)$$

мұндағы ΔB_Θ - дөңгелекті БД салыстыру бойынша бөгеуілге қарсы қабылдаушылықтың азайуы.

$$\Delta B_{\Theta} = 10 \lg(\Theta_E / 360) \quad (3)$$

мұндағы Θ_E – бағытталған антеннаның БД ашылуы.

(1) формула бойынша антеннаның екі түрі үшін кернеулікті анықтаймыз.

Мәндерді алдыңғы пункттерге аналогты түрде кестеге енгіземіз.

Мысалы, «толқындық арна» антеннасының түрі үшін $\Theta_E = 55^0$, олай болатын болса $\Delta B_{\Theta} = 10 \lg(55^0 / 360^0) = - 8,16$ дБ, сондықтан, E_C ширектолқынды қадауышқа қарағанда 8,16 дБ аз.

2 – суреттегі сызба бойынша сәйкес жағдайлар үшін күтілетін байланыс алыстығын анықтаймыз.

Алынған мәндер бойынша антенна таңдалуына түсініктеме беру, ол БС – тің ОС байланысы үшін қолданылады.

2 аймақ радиусының есептелінуін (ОС – н БС байланысы кезінде) а және б пункттеріне аналогты түрде енгіземіз және қабылдау пунктіндегі E_{c2} өріс кернеулігі 1 аймаққа қарағанда 9 дБ аз екенін ескерген жөн.

2 – суреттегі сызба бойынша аналогты түрде байланыстың алыстығын анықтаймыз.

Есептеулер нәтижесін кестеге енгіземіз.

Қорытынды

Әрбір есептік – сызба жұмысында, қазіргі нормаларға сәйкес, жылжымалы АС – ті ОС байланыс алыстығын есептеу кезінде қандай мәліметтер алынатындығы, нақты жүйе үшін, қалада сәйкес келетін жердің түріне ОС антеннасының тиімді биіктігін көрсету қажеттігі, қызмет көрсету аймағының өсу мүмкіншілігін көрсету келтірілді.

Сымсыз радиобайланыс жүйесінің (1 аймақтың радиусы) ұялы абоненттік станциясы (АС) мен орталық (ОС) станциясының аралығындағы сенімді қабылдаудың максималды қашықтығы, ОС пен АС (2 аймақтың радиусы) сенімсіз (нашар сапалы), тәуелді қабылдауының максималды қашықтығы, базалық станция (БС) (1 аймақтың радиусы) мен орталық станцияның аралығындағы сенімді қабылдаудың (алыстық) максималды қашықтығы, сондай қашықтық, бірақ тәуелді, сенімсіз (нашар сапалы) (2 аймақтың радиусы) шарты кезінде қашықтықтарды есептеу көрсетілді.

Студенттерді сымсыз байланыс жүйелерін тұрғызу мен есептеу ұстанымдарына үйрету, радиалды құрылымды радиобайланыс жүйелерінде дабылдардың өшулігі мен таралуының қасиеттерін көрсету келтірілді.

Әдебиеттер тізімі

1. Андрианов В.И., Соколов А.В. Сотовые, пейджинговые и спутниковые средства связи. – СПб.: БХВ Петербург Арлит, 2001 ж.
2. Ратынский М.В. Основы сотовой связи / Под ред. Д.Е. Зимина. - М.: Радио и связь, 2005.
3. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. – М.: Техносфера, 2006.
4. Немировский М.С. Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма.-М.:Экотрендз, 2005.
5. Коньшин С.В., Демидова Г.Д. Технология беспроводной связи. Конспект лекций. – Алматы: АУЭС, 2011.
6. Коньшин С.В. Технологии беспроводной связи: Учебное пособие. - Алматы: АИЭС, 2006.

Мазмұны

Кіріспе	3
1 Есептік – сызба жұмысты есептеуге арналған тапсырма	3
2 №1 есептік – сызба жұмысты орындауға арналған әдістемлік нұсқаулар	5
3 №2 есептік – сызба жұмысты орындауға арналған әдістемлік нұсқаулар	10
Қорытынды	12
Әдебиеттер тізімі	13

Айнура Уалиевна Киргизбаева
Сергей Владимирович Коньшин
Галина Дмитриевна Демидова

СЫМСЫЗ БАЙЛАНЫС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

5B070300 – Ақпараттық жүйелер мамандығының студенттері үшін есептеу-
графикалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

Редактор: Қ.С. Телғожаева
Стандарттау бойынша маман: Н.Қ. Молдабекова

Басылымға жіберілді __.__.__.
Таралымы 50 дана
Көлемі 0,9 оқу. баспа.

Пішіні 60×84 1/16
№1 типографиялық қағаз
Тапсырыс бағасы 450 тенге

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі - көбейткіш бюросы
050013, Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126

Коммерциялық емес акционерлік қоғам
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ
Телекоммуникациялық жүйелер кафедрасы

Бекітемін
Оқу-әдістемелік жұмыс
бойынша проректор
_____Коньшин С.В.
" ____ " _____ 2013 ж.

СЫМСЫЗ БАЙЛАНЫС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ
5B070300 – Ақпараттық жүйелер мамандығының студенттері үшін есептеу-
графикалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

Келісілген:
ОӘБ бастығы
_____Мустафин М.А.
« ____ » _____ 2013ж.

«Телекоммуникациялық жүйелер»
кафедрасының отырысында
қаралып мақұлданды
Хаттама № _____ 2013 ж.

ЖУӘК төрағасы:
_____Башкиров М.П.
« ____ » _____ 2013ж.

Кафедра меңгерушісінің м.о.
_____Шагиахметов Д.Р.
« ____ » _____ 2013 ж.

Редактор:

« ____ » _____ 2013 ж.

Құрастырушылар (өңдеушілер)
_____Коньшин С.В.
_____Демидова Г.Д.
_____Киргизбаева А.У.

Стандарттау бойынша маман:
_____Молдабекова Н.К.
« ____ » _____ 2013 ж.

Алматы 2013