



**Коммерциялық емес  
акционерлік  
қоғам**

**АЛМАТЫ  
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ  
БАЙЛАНЫС  
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электртехниканың  
теориялық  
негіздері кафедрасы

## **СЫЗЫҚСЫЗ ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІ МЕН ЭЛЕКТР ӨРІСІНІҢ ТЕОРИЯСЫ**

5В071800-Электр энергетикасы мамандығы үшін  
№ 1-3 есептеу-графикалық жұмыстарға  
әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар

Алматы 2015

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: М.М. Аршидинов, В.И. Денисенко, Ш.А Естаева. Сызықсыз электр тізбектері мен электр өрісінің теориясы. 5B071800-Электр энергетикасы мамандығы үшін № 1-3 есептеу-графикалық жұмыстарға әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар. - Алматы: АЭЖБУ, 2015. – 17 б.

Әдістемелік нұсқаулық 5B071800- Электр энергетикасы мамандығы үшін ЭТжЭӨЕ курсының «Таратылған параметрлері бар тізбектер» «Сызықты емес тұрақты токты электр тізбектерінде есептеу» «Электрмагнитті өрістің теориясы» тақырыптары бойынша есептеу-графикалық жұмыстарына тапсырмалар мен әдістемелік нұсқаулар келтірілген.

Есептеу-графикалық жұмыстар «электр энергетика» бағыты бойынша оқитын екінші курс студенттеріне арналған.

Без. 17, кесте. 9, әд. көрсеткіші-6 атау

Пікір жазған: экономика ғылымының кандидаты, доцент Тузельбаев Б.И

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2015 жылғы жоспары бойынша басылады.

©«Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2015 ж

## Мазмұны

1 Есептеу – графикалық жұмыстарды орындауға және рәсімдеуге арналған әдістемелік нұсқаулар .....	4
2 № 1 – тапсырма. Тармақталған параметрлері бар тізбектер.....	5
3 № 2–тапсырма. Сызықты емес тұрақты тоқты электр тізбектерінде есептеу.....	6
4 № 3 – тапсырма. Электр және магнит өрістерін есептеу.....	9
Әдебиеттер тізімі.....	16

## **1 Есептеу – графикалық жұмыстарды орындауға және рәсімдеуге арналған әдістемелік нұсқаулар**

Есептеу- графикалық жұмыстарды орындаған кезде келесі талаптарды орындау қажет :

- есептеу – графикалық жұмыстың тапсырмасын сынақ кітапшасының нөмірі және тегінің бірінші әріпі бойынша таңдап, мәтінді қысқартуларсыз анықтамалық қағазға көшіру;

- есептеу - графикалық жұмыстың әр кезеңі аталуы қажет. Жұмыс парақтың бір жағында ғана орындалады;

- анықтамалық қағазда тек қана есептеу формулаларымен соңғы нәтижелер ғана емес, сонымен қатар аралық есептеулер жасалған әрекеттерді түсінуге арналған анықтаулар болуы қажет;

- нұсқа нөмірі, топ, студенттің аты-жөні жұмыстың бірінші бетінде жазылуы тиіс;

- әр параметрлерге өзінің өлшем бірлігін, комплекс үстіне нүкте қойылуы керек;

- түйін атаулары, резисторлардың, индуктивтіліктердің, сыйымдылықтардың параметрлерін, кернеу мен токтардың шартты оң бағыттарын өзгертпеу керек;

- кенеттік мөлшердің қисықтары, векторлық, топографиялық және айнымалы диаграммалар миллиметрлі қағазда салынуы тиіс;

- бейнеленген мөлшердің атауларын сызбада көрсету. Масштабтарды сызбада немесе диаграммаларда қолдану ыңғайына алу;

- анықтамалық қағаздағы сұлбалар қалам, сызғыш және циркульдi қолдану арқылы сызылуы керек;

- сөздерді қысқартпау («теңсіздік сөзінің» орнына «тең-к» деп жазбау);

- есептеу- графикалық жұмысты рәсімдеу «Оқу жұмыстары. Жалпы тұрғызылу міндеттері, безендіру мен мазмұнында», фирмалық стандартқа сәйкес орындалады.

## 2 № 1 – тапсырма. Тармақталған параметрлері бар тізбектер

Шығынсыз желі үшін толқын параметрлері берілген:

- толқын ұзындығы  $\lambda$ ;
- толқындық кедергі  $Z_c$ ;
- кейбір белсенді жүктемедегі кернеу және желі соңындағы ток  $U_2; I_2$ ;
- желі басындағы кернеуді барлық режимде бірдей деп есептеу керек.

Ток пен кернеуді келесі режимдерде анықтау керек:

- 1) желі соңы ашық (бос жүріс) [4];
- 2) желі соңы уақытша жабық (қысқа тұйықталу) [4];
- 3) әр түрлі режимдегі кернеу мен токтың орналасу сызбасын салу [4];

2.1 кесте

Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны										
	жұп	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
тақ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
$\lambda$ (м)	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
l (м)	14	16	20	22	26	28	30	34	38	42	
$Z_c$ (Ом)	400	450	470	500	510	520	550	560	600	650	

2.2 кесте

Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғысының алдыңғы саны										
	жұп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
$U_2$ (В)	50	75	100	120	140	150	155	160	165	170	
$I_2$ (А)	0.2	0.8	1.2	1.1	1.5	1.6	1.2	1.35	1.45	1.5	

### 2.3 кесте

Оқуға түскен жылы	Аты – жөнінің алғашғы әрпі									
жұп	АН М	БС Ю	ВП Я	ГР Щ	ДО И	ЕТШ	ЖУ	ЗФ	ЧХЛ	КЦ Э
тақ	КЦ Э	ЧХ Л	ЗФ	ЖУ	ЕТ Ш	ДОИ	ГРЩ	ВПЯ	БС Ю	АН М
Тәуелділік сызбасын тұрғызу	қ.т	б.ж	қ.т	б.ж	қ.т	б.ж	қ.т	б.ж	қ.т	б.ж

### 3 № 2–тапсырма. Сызықты емес тұрақты тоқты электр тізбектерінде есептеу

3.1 - 3.10 суреттерінде сызықты емес электр тізбектерінің сұлбасы берілген.

3.1, 3.2 кестесінде  $E_1$ - $E_3$  ЭҚК көздері,  $R_1$ - $R_3$  тармақтарындағы сызықты кедергілерінің мәндері берілген.

Сызықты емес кедергінің вольт-амперлік сипаттамасы  $U=bI^2$  аналитикалық мәнде көрсетілген, 3.3 кестесінде  $b$  коэффициенті берілген.

Сызықты емес электр тізбектері үшін мына жағдайларды орындау керек.

- сызықты емес кедергінің вольт-амперлік сипаттамасының сызбасын салу [4];
- Кирхгоф заңдарына теңдеу жүйелерін құрастыру;
- сызықты емес электр тізбектерін екі түйінге қатысты графикалық әдіспен есептеу [4];

## 3.1 кесте

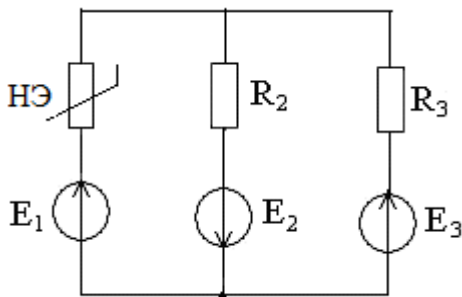
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғы саны									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Сұлба нөмері	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
R <sub>1</sub> , (Ом)	-	-	-	80	85	90	95	100	75	-
R <sub>2</sub> , (Ом)	60	70	65	-	-	-	115	120	95	105
R <sub>3</sub> , (Ом)	80	90	85	100	105	110	-	-	-	125
Жұп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Схемалар	3.8	3.5	3.6	3.1	3.3	3.2	3.9	3.10	3.7	3.4
R <sub>1</sub> , Ом	70	60	120	-	-	-	100	-	85	100
R <sub>2</sub> , Ом	90	-	-	90	95	85	120	100	105	-
R <sub>3</sub> , Ом	-	80	105	115	75	65	-	80		

## 3.2 кесте

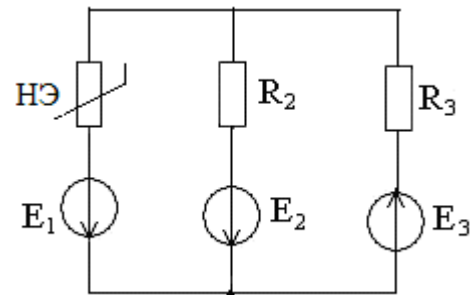
Оқуға түскен жылы	Сынақ кітапшасының соңғысының алдыңғы саны									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
жұп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
тақ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E <sub>1</sub> , В	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180
E <sub>2</sub> , В	100	110	140	150	160	170	120	130	180	200

3.3 кесте

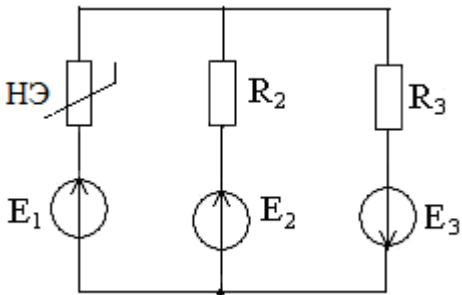
Оқуға түскен жылы	Аты – жөнінің алғашғы әрпі									
	АЛ М	БМ Ц	ВН Ч	ГО Щ	ДП Ш	ЕР Э	ЖС Ю	ЗТЯ	ИУ	КФ
тақ	ЕР Э	АЛ Х	Ж С Ю	БМ Ц	ЗТЯ	ВН Ч	ИУ	ГО Щ	КФ	ДП Ш
b, Ом/А	10	12	15	18	20	22	25	27	30	32



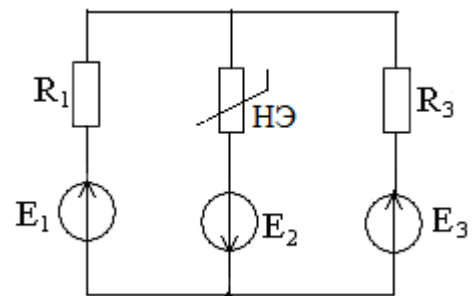
3.1 сурет



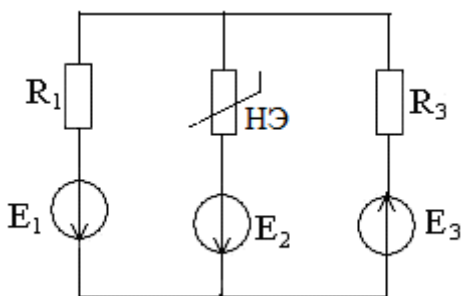
3.2 сурет



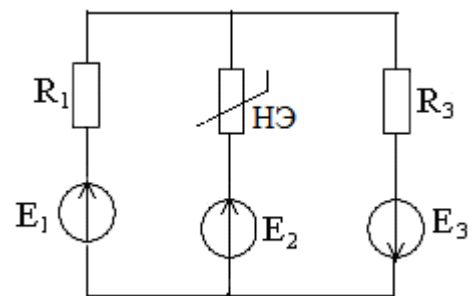
3.3 сурет



3.4 сурет

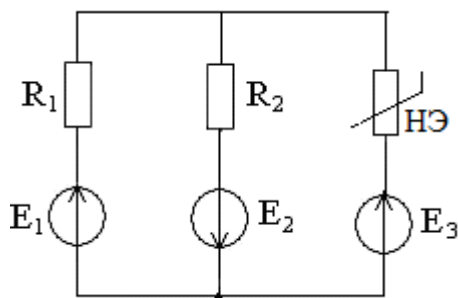


3.5 сурет

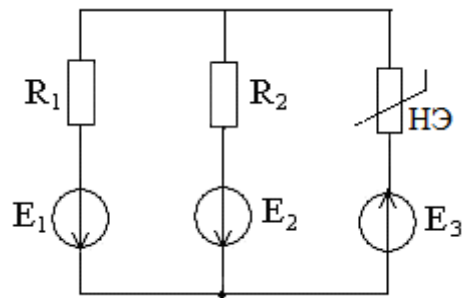


3.6 сурет

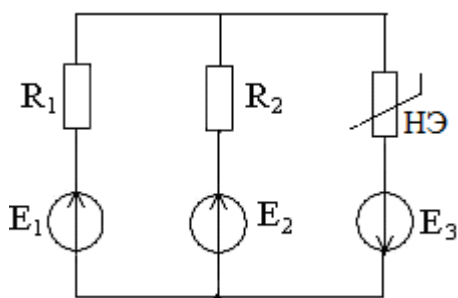




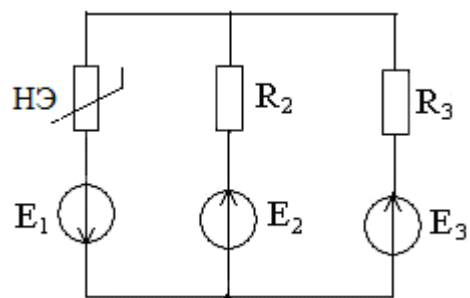
3.7 сурет



3.8 сурет



3.9 сурет



3.10 сурет

#### 4 № 3 – тапсырма. Электр және магнит өрістерін есептеу

Тапсырма мына тақырыптардағы екі есепті қамтиды:

- электр өрістерін есептеу;
- тұрақты токтың магнит өрістерін есептеу.

Студент есептейтін есептің нөмірі және есептеудің мәліметтері 4.1, 4.2, 4.3 – кестелерінде көрсетілген.

4.1 – есеп. Диэлектрик өтімділіктері және екі ортаның бөлігінің жазықтыққа параллель шекарасында шекаралық жазықтықтан  $h_1$  және  $h_2$  ара қашықтығында, бір-бірінен  $d$  ара қашықтығында  $R$  радиусы бар кесінділері бірдей екі ұзын параллель сым тартылған. Сымдарда және  $\tau_1$  және  $\tau_2$  зарядтар бар. Екі ортаның сымдар жазықтықтарының орналасуы 4.1 – суреттерінде көрсетілген.

Есептеу керек:

а) нұсқасы үшін: сымдар арасындағы кернеуді анықтау [4];

б) нұсқасы үшін: шекаралық жазықтықтағы  $K(X_K, Y_K = 0)$  нүктесіндегі байланысқан зарядтың тығыздығын анықтау [4];

4.2 – есеп. Екі жіңішке, шексіз ұзын параллельді радиусы  $R$  сымдар ауада, жер бетіне параллель  $h_1$  және биіктігінде орналасқан. Сымдар арасындағы қашықтық  $d$ . Жерге тұйықталмаған қоректендіру көзінен сымдарға  $U$  кернеуі салынған.

Есептеу керек:

- потенциалды және сыйымдылық коэффициенттерін есептеу [4];
- әр сымның зарядтарының сызықтық тығыздықтарын анықтау [4];
- екі сымды желінің жұмыс сыйымдылығын есептеу [4];

4.3 – есеп. Жарты сфералық жерлестіргіш меншікті өткізгіштігі  $\gamma_1$  топыраққа тайызбен бірдей көмілген. Жерлестіргіш радиусы  $R_3$ . Жерлестіргішке  $I$  тұрақты тогы әкелінген (4.3 сурет).

Есептеу керек:

- $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$  қадамдық кернеуді анықтау.  $A$  және  $B$  нүктелері жерлестіргіш ортасынан  $R_A$  және  $R_B = R_A + 0.8\text{м}$  қашықтықта орналасқан [4,6];
- жайылу кедергісін анықтау;
- жерлестіргіш ортасынан  $R_C$  қашықтығында топырақта орналасқан  $C$  нүктесіндегі электр өрісінің кернеулілігін анықтау [4];

4.4 – есеп.  $R_3$  радиусты сфералық жерлестіргіш меншікті өткізгіштігі  $\gamma_1$ , екі ортаның  $\gamma_1$  және  $\gamma_2$  меншікті өткізгіштігі бар бөліну шекарасынан  $d$  қашықтығында терең топыраққа көмілген. Жерлестіргіш  $I$  тогы әкелінген (4.4 сурет). Топырақтың әсер етуіне көңіл бөлмеуге болады.

Есептеу керек:

- $U_p$  жайылу кернеуін анықтау [4];
- $A$  және  $D$  нүктелеріндегі электр өрісінің кернеуліктің векторын анықтау [4];

4.5 – есеп. Оңаша шексіз ұзын дөңгелек кесіндісі бар радиусы  $R$  сымнан тұрақты  $I$  тогы ағып жатыр. Сымның магнит өтімділігі -  $\mu$ , қоршаған орта – ауа. Сым кесіндісі бойынша ток тығыздығы біркелкі (4.5 сурет).

Есептеу керек:

а) нұсқасы үшін: сым ішіндегі және сыртындағы магнит индукциясын  $\vec{B}$  және магнит өрісінің  $\vec{H}$  кернеулілігін есептеу,  $H(r)$  және  $B(r)$  графиктерін тұрғызу (мұндағы  $r$ - сым білігінен қашықтық) [4];

б) нұсқасы үшін:  $\ell = 1\text{м}$  ұзындықты сым бөлігінің ішкі индуктивтілігін анықтау [4];

в) нұсқасы үшін: сым осінен:  $r_{\text{ішкі}} = 0.5R$  және  $r_{\text{сыртқы}} = 2R_r$  қашықтықта, сым ішіндегі және сыртындағы векторлық  $\vec{A}$  векторлық потенциалды анықтау [4];

4.6 – есеп. Екісымды желі ұзын цилиндрлі дөңгелек кесіндісі бар сымнан тұрады. Сымдардың радиустары  $R$  бірдей. Сымдар бір-біріне параллель  $d$  қашықтығында орналасқан. Желі ішіндегі ток –  $I$ , қоршаған орта-ауа (4.6 сурет).

Есептеу керек:

а) нұсқасы үшін:  $N(X_N, Y_N)$  нүктесіндегі  $\vec{H}$  магнит өрісінің кернеулілік векторын анықтау [4];

б) нұсқасы үшін:  $N(X_N, Y_N)$  нүктесі үшін  $\vec{A}$  векторлық потенциалын анықтау [4];

в) нұсқасы үшін: желі ұзындығының бірлігіне сыртқы индуктивтілікті анықтау [4];

4.7 – есеп.  $d$  қашықтығында тұрақты  $I$  тогы бар ұзын жіңішке сымнан төртбұрышты  $a$  және  $b$  қабырғалары,  $w$  орам саны бар оқшауланған жіңішке сымдардан құралған рамка орналасқан (4.7 сурет).

Есептеу керек:

- рамкадан өтіп кететін магнит ағынын есептеу [4];
- рамка мен сым арасындағы өзара индуктивтілікті анықтау [4];
- рамкаға әсер ететін  $\vec{F}$  күшін анықтау [4];

#### 4.1 кесте

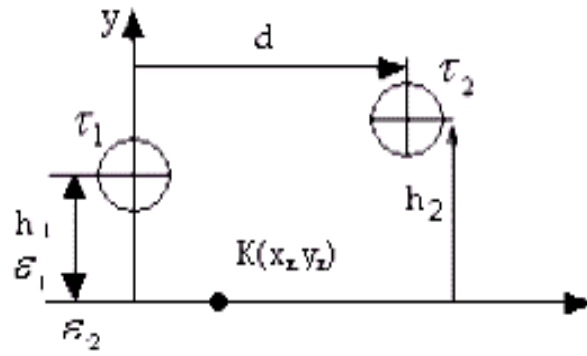
Түскен жылы	Тегінің бірінші әріпі									
	АБВ	ЕТД	ИЗЖ	ЦХ	ЩШЧ	ЯЮЭ	ЛК	ОНМ	СРП	ФУТ
Тақ	ЮТ	ЭИУ	СЗ	ПРЖ	ОЦЕ	НШД	МЧГ	ЛЦВ	КХБ	АЯФ
Есеп №	4.1а	4.2	4.3	4.1б	4.4	4.1а	4.2	4.3	4.1б	4.4
	4.6а	4.5в	4.6а	4.7	4.5б	4.5а	4.6б	4.5а	4.5б	4.6в
$\varepsilon_1$	3	-	-	4	-	6	-	-	9	-
$\varepsilon_2$	5	-	-	2	-	8	-	-	7	
$\tau_1, Кл/м$	$2 \cdot 10^{-9}$	-	-	$5 \cdot 10^{-9}$	-	$-6 \cdot 10^{-9}$	-	-	$-5 \cdot 10^{-9}$	-
$\tau_2, Кл/м$	$-4 \cdot 10^{-9}$	-	-	$-3 \cdot 10^{-9}$	-	$4 \cdot 10^{-9}$	-	-	$7 \cdot 10^{-9}$	-
$X_K, м$	0,3	-	-	0,4	-	0,2	-	-	0,5	-

4.2 кесте

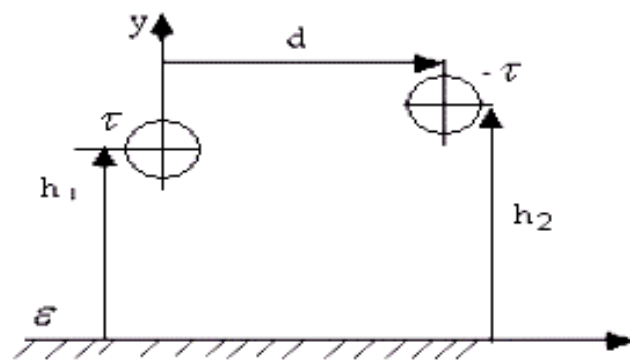
Түскен жылы	Студенттің билетінің соңғы саны										
	Жұп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тақ	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
$d, м$	0,60	0,80	0,66	0,70	0,74	0,90	0,68	0,86	0,76	0,64	
$R, м$	0,009	0,007	0,008	0,006	0,004	0,005	0,008	0,007	0,006	0,004	
$h_1, м$	0,40	0,60	0,58	0,46	0,30	0,38	0,56	0,44	0,34	0,48	
$\gamma_1, См \cdot м^{-1}$	$R, м$	$4 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-2}$	$6,5 \cdot 10^{-2}$	
$I_1, A$	20	10	30	20	28	18	16	25	15	35	
$R_D, м$	0,80	0,96	0,90	0,86	0,90	1,20	0,88	1,15	1,00	0,95	
$\gamma_2, См \cdot м^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$7,5 \cdot 10^{-2}$	
$\mu$	100	150	200	300	250	50	350	90	280	180	
$X_N, м$	0,40	0,60	0,30	0,25	0,35	0,45	0,48	0,50	0,40	0,20	
$v, м$	0,50	0,60	0,55	0,70	0,64	0,76	0,80	0,58	0,68	0,85	

4.3 кесте

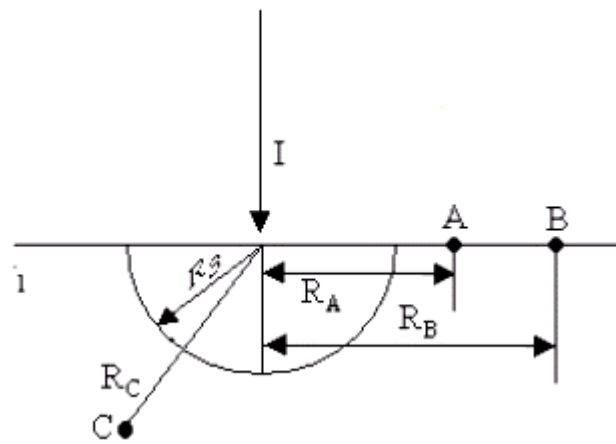
Түскен жылы	Студенттің билетінің соңғы санының алдындағы саны										
	Жұп	0	9	1	8	7	2	6	3	4	5
Тақ	5	4	3	6	2	7	8	1	9	0	
$h_2, м$	0,68	0,74	0,88	0,90	0,98	0,76	0,84	0,70	0,96	0,86	
$U, B$	300	500	600	700	400	800	220	380	900	750	
$R_3, м$	0,12	0,20	0,25	0,15	0,10	0,18	0,26	0,16	0,24	0,14	
$R_A, м$	0,30	0,40	0,45	0,25	0,20	0,40	0,36	0,28	0,40	0,22	
$R_c, м$	0,40	0,50	0,45	0,35	0,30	0,36	0,55	0,60	0,50	0,38	
$I, A$	40	80	60	50	100	90	70	95	75	85	
$Y_N, м$	0,80	0,64	0,70	0,60	0,90	0,86	0,78	0,96	0,66	0,75	
$W$	250	300	450	500	600	550	350	200	700	650	
$a, м$	0,42	0,36	0,28	0,40	0,30	0,20	0,40	0,38	0,24	0,34	



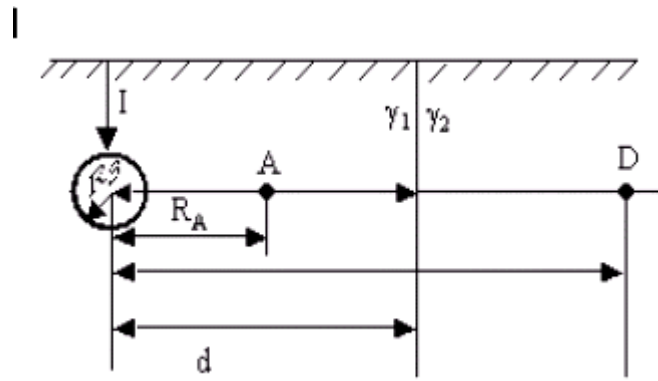
4.1 сурет



4.2 сурет

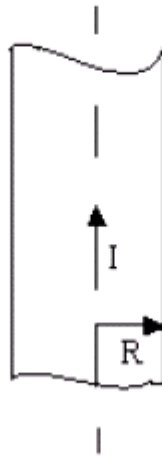


4.3 сурет

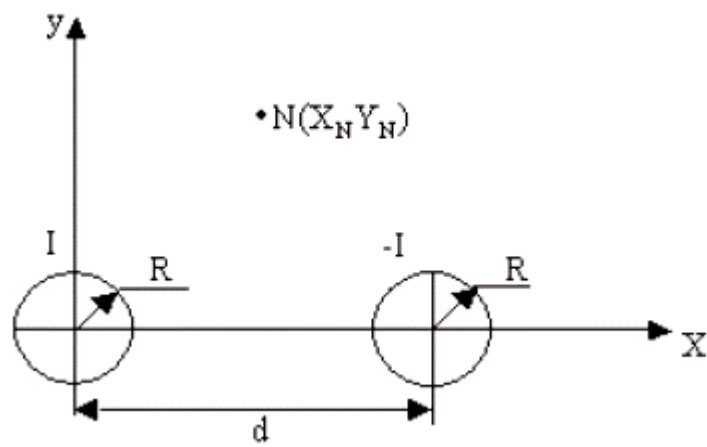


4.4 сурет

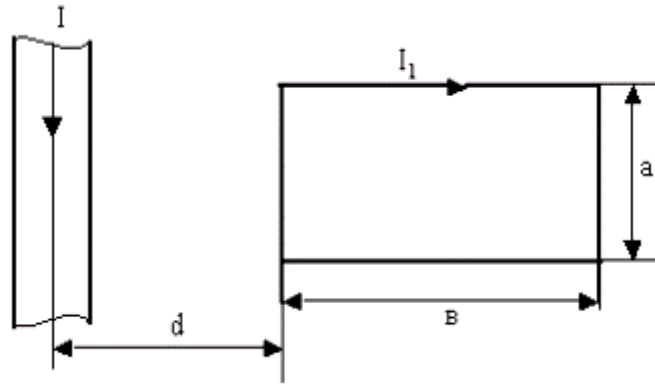
□



4.5 сурет



4.6 сурет



4.7 сурет

## Әдебиеттер тізімі

- 1 Аршидинов М.М., Амиров Ж.Қ. Электротехниканың теориялық негіздері 4 ( Дәріс жинағы). – Алматы: АЭЖБИ, 2010.
- 2 Аршидинов М.М., Амиров Ж.Қ. Электротехниканың теориялық негіздері 3 (Оқу құралы). – Алматы: АЭЖБИ, 2008.
- 3 Аршидинов М.М., Амиров Ж.Қ. Электротехниканың теориялық негіздері -1,2 (Оқу құралы). – Алматы: АЭЖБИ
- 4 Аршидинов М.М., Амиров Ж.Қ. Электротехниканың теориялық негіздері (Оқу құралы). – Алматы: АЭЖБИ, 2003.
- 5 Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники. - т.3. - СПб.: Питер, 2003.-377 с.
- 6 Сборник задач по теоретическим основам электротехники/ Л.Д.Бессонов, И.Г.Демидова, М.Е.Заруди и др.- М.: Высшая школа, 2003.- 528 с.



Аршидинов Маликжан Мамежанович  
Денисенко Владислав Иосифович  
Естаева Шынар Абдібайқызы

## СЫЗЫҚСЫЗ ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІ МЕН ЭЛЕКТР ӨРІСІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

5B071800-Электр энергетикасы мамандығы үшін  
№ 1-3 есептеу-графикалық жұмыстарға  
әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар

Редактор Ж.И. Изтелеуова  
Стандарттау маманы Н.Қ. Молдабекова

Басуға \_\_\_ қол қойылды  
Таралымы дана  
Көлемі есеп.-баспа таб.

Пішімі 60x84 1/16  
Баспаханалық қағаз №1  
Тапсырыс . Бағасы теңге.

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