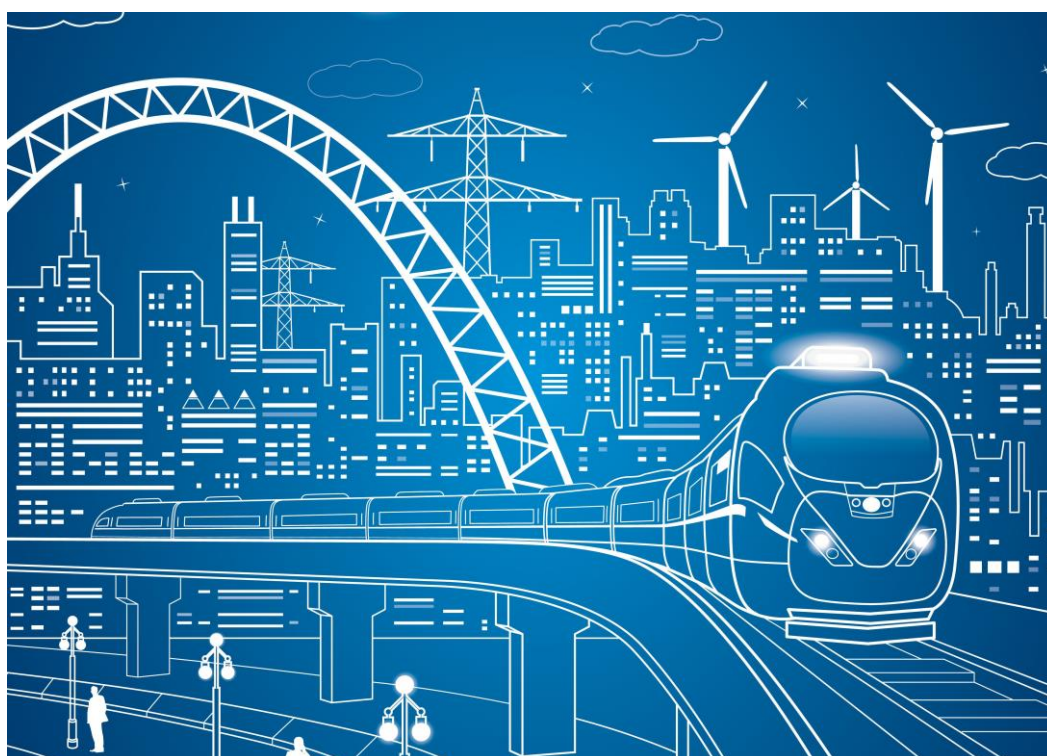


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



***«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XI ХАЛЫҚАРАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ***

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И  
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE  
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:  
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***

Астана, 2023

**УДК 656+620.9**  
**ББК 39+31**  
**А43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Курмангалиева Ж.Д. Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н., профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Сакипов К.Е.– заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент; Жакишев Б.А.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент.

**А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики:** пути их инновационного решения: XI Международная научно – практическая конференция, г. Астана, 16 марта 2023/Подгот. Ж.Д. Курмангалиева, У.Ш. Кокаев, Т.Т. Султанов – Астана, 2023. – 709с.

**ISBN 978-601-337-844-2**

В сборник включены материалы XI Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 16 марта 2023 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.



ТАЛДАУ R-C-L ТІЗБЕГІН КЕЗІНДЕ СЫРТҚЫ КӨЗ АЙНЫМАЛЫ КЕРНЕУ НЕГІЗІНДЕ  
САНДЫҚ ЕСЕПТЕУ ФАЗАЛЫҚ ТРАЕКТОРИЯСЫ. 1-БӨЛІМ. ТЕОРИЯСЫНА  
КІРІСПЕ

**Жакатаев Токсан Айыпханович**

*Toksanzh@yandex.kz,*

Т. ғ. д., Л.Н. Гумилев ат. Еуразия ұлттық университет, Астана, Қазақстан

**Коньсбекова Гульбаршин Куатбековна**

техника ғылымдарының магистры, Л.Н. Гумилев ат. Еуразия ұлттық университет, Астана,  
Қазақстан

*gulbarshyn\_1991@mail.ru*

**Нұрлан Шыңғысхан Айдосұлы**

Электр энергетикасы кафедрасының магистранты, Л.Н. Гумилев ат. Еуразия ұлттық  
университет, Астана, Қазақстан

*R – C – L* электр тізбегінің сыртқы э. қ. к. гармоникалық функция болып табылған кезде теориялық талдау жүргізілген. Шешімдер үшін аналитикалық формулалар алынды. Меншікті, ішкі және сыртқы, мәжбүрлі жиіліктер сәйкес келмеген кезде әр түрлі болады. Бұл бастапқы фазалық ауысуларға да қатысты, олар да әртүрлі. Жалпы шешімнің соңғы теңдеулері уақыт параметрін жоққа шығаруға және нақты бір функционалдық теңдеуде фазалық траекторияларды есептеу үшін теңдеулер алуға мүмкіндік бермейді. Фазалық траекторияларды есептеу және фазалық талдауды жүргізу үшін  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$  теңдеулерінің сандық шешімдерін бөлек алу қажет. Содан кейін  $y = x' = \theta(x)$  біріктірілген графигін салу керек.

**Кілттік сөздер.** Фазалық траекториялар, электр тізбегін талдау, R-C-L тізбегі, сыртқы э. қ. к., токтың гармоникалық функциялары, кернеу гармоникалық функциялары.

*A theoretical analysis of the electrical RLC circuit when the external power EMF is carried out. is a harmonic function. Analytical formulas for solutions are obtained. When the intrinsic, internal and external, driving frequencies do not coincide, they are different. The same applies to the initial phase shifts, they are different. The final equations for the solution in general form do not allow us to exclude the time parameter and obtain equations for calculating phase trajectories in an explicit one functional equation. To calculate phase trajectories and to perform phase analysis, it is necessary to obtain numerical solutions for the equations  $x=x(t)$ ,  $y=y(t)$  separately. Then you need to build a combined graph  $y=x'=\theta(x)$ .*

**Key words.** Phase trajectories, electrical circuit analysis, RCL circuit, external EMF, harmonic current functions, harmonic voltage functions.

*Проведен теоретический анализ электрической R – C – L цепи когда внешняя силовая э.д.с. является гармонической функцией. Получены аналитические формулы для решений. Когда собственные, внутренние и внешние, вынуждающие частоты не совпадают, являются различными. Это же относится и к начальным фазовым сдвигам, они различные. Окончательные уравнения для решения в общем виде не позволяют исключить параметр времени и получить уравнения для расчета фазовых траекторий в явном одном функциональном уравнении. Для расчета фазовых траекторий и для проведения фазового анализа необходимо получить численные решения для уравнений  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$  отдельно. Потом необходимо построить объединенный график  $y = x' = \theta(x)$ .*

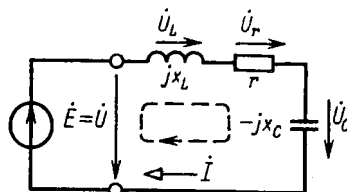
**Ключевые слова.** Фазовые траектории, анализ электрической цепи, R-C-L цепь, внешняя э.д.с., гармонические функции тока, гармонические функции напряжения.

### Кіріспе

R-C-L тізбегінің барлық қолданбалы және іргелі ғылымдағы техника мен өндірістегі рөлі мен маңыздылығын асыра бағалау қиын. Барлық инженерлер оның электротехникада, радиотехниканың байланыс жүйесінің технологияларда және электр энергетикасында қандай үлкен рөл атқаратынын біледі. Бұл жалпыға мәлім. Мақаланың бірінші бөлімінде біз мәселенің теориясына кіріспе мен негізгі нәтижелерді қарастырамыз. Әрине, оқу - монографиялық әдебиеттер көп. Дегенмен, зерттеушілердің көпшілігі тұжырымдары толық, егжей - тегжейлі және түсінікті берілген кітаптарға қатты қызуғушылық танытады. Ондайлар өте аз. Мұндай жақсы дереккөздер ретінде біз кітаптарды атап өтеміз. [1-4].

Есептің теориялық шешімі.

1 -суретте айнымалы сыртқы экк көзімен бірге белгілі R-C-L тізбегі көрсетілген. [5-8]. емкость



1 сурет - R-C-L тізбегіне көзі E [5-8]

Бұл схеманың теңдеуі [1-3] түрінде болады.

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du}{dt} + \frac{1}{LC} u = \frac{\varepsilon}{LC} \quad (1)$$

U-кернеу, R – белсенді кедергі, L – индуктивтілік, C - сыйымдылық, E- тізбектің сыртқы э.к.к., E – э.к.к. көзі.

[4] -те бұл схеманың талдауы біртекті теңдеу үшін фазалық траектория әдісін қолдану негізінде жүргізілді, яғни оң жағы болмаған кезде ол нөлге тең.

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 2h \frac{dx}{dt} + k^2 x = 0 \quad (2)$$

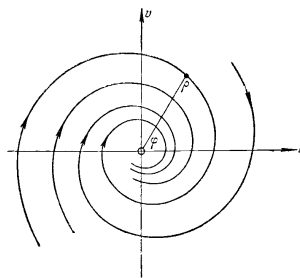
мұндағы  $h = \frac{R}{2L}$ ,  $k^2 = \frac{1}{LC}$ ,  $x = u$ ,  $t$  – уақыт.

Біз зерттеуімізде (1) теңдеуге қатысты фазалық траекториялардың бірдей әдісінің мүмкіндіктерін қарастырамыз, қашан сыртқы э.к.к айнымалы шама болып табылатынын және гармоникалық функциямен сипатталатынын.

$$e = e_m \sin(\omega_2 t + \varphi_2). \quad (3)$$

### Теориялық шешімі.

2- суретте (5) жаңа айнымалылардағы (2) теңдеу үшін фазалық траектория көрсетілген.



2 сурет - u, v, жазықтығындағы фазалық траекториялар теңдеуі (2) [5]

Жаңа айнымалылардың пішіні бар [5]

$$u = \omega_1 x, v = y + hx. \quad (4)$$

Сонда [5]

$$u = C_1 e^{-ht} \cos(\omega_1 t + \varphi_1),$$

$$v = C_1 e^{-ht} \cos(\omega_1 t + \varphi_1),$$

мұнда  $\omega_1$ - сериялық тізбекте орнатылған кейбір жиілік. Оны кедергі болмаған кездегі тербелістермен бірге жүретін  $\omega_0 = k = \sqrt{\frac{1}{LC}}$  жиілігімен шатастырмау керек. Сондықтан біз оны бөлек индексмен белгіледік 1.  $\varphi_1$  – сыртқы генератор болмаған кезде тізбекте орнатылған фазалық ығысу.

Кейіннен біз сыртқы күш э.қ.к болған кезде сыртқы генератор жиілігімен анықталатын басқа  $\omega_2$  жиілігі болатынын көрсетеміз.

Шатастыруды болдырмау үшін біз барлық осы принципті түрде әрі түрлі жиіліктерді және бастапқы фазалық жылжуларды бөлек белгілеуді шештік. Фазалық траекториялар сызығының бағыты бұл процестің тұрақтылығын көрсетеді, ол асимптотикалық орын алады.

Фазалық портрет, яғни фазалық траектория негізінде процесті талдау жеңілдетінін әдебиет көздерінде атап өтілген. Кейбір күрделі жүйелерде ( мысалы, бұл сызықты емес автоматтандыру жүйелері ), математикалық физиканың классикалық теңдеулеріне негізделген дәл, егжей -тегжейлі аналитикалық есептеудің терең бойламай, фазалық портретті талдаумен шектелу жеткілікті.

Сондықтан фазалық траектория теңдеуін (1) теңдеуіне қатысты оң жағы (3) түрінде талдауды шештік.

(1) теңдеудің толық жалпы шешімі қосынды болып табылады. Ол біртекті (2) теңдеудің жалпы шешімінен және (6) түрінде берілген біртекті емес теңдеудің (1) жеке шешімінен тұрады.

Дифференциалдық теңдеулер теориясының бұл ережесін жақсы, түсінікті және көрнекті түрде түсіндіру үшін (1) және (2) теңдеулердің шешімдерін талдау үлгі болып табылатынын атап өтеміз.

Жалпы шешім (2) [5] пішініне ие.

$$x_1 = A e^{-ht} \sin(\omega_1 t + \varphi_1), \quad (5)$$

мұнда  $\omega_1$  – жиілігі меншікті бос ішкі тербеліс контурының болмаған кезде сыртқы э. д. с.,  $\varphi_1$  – бастапқы фазалық жылжу, осы еркін тербелісінің тұйық тізбек.

Жеке шешім біртекті емес бөлігі теңдеулер (1) түрлері бар [1-3]

$$x_2 = N \sin(\omega_2 t + \varphi_2 + \delta), \quad (6)$$

мұндағы  $\omega_2$  – сыртқы э.қ.к айнымалысының айналмалы жиілігі,  $\varphi_2$ - (3) формула бойынша анықталатын осы э.қ.к бастапқы фазалық ығысу,  $\delta$  – тізбектегі у болатын қосымша фазалық ығысу. Егжей-тегжейлі есептеу үшін формулалар  $\delta$  ұсынылды [1-3]. Сондықтан уақытты үнемдеу мақсатында емес, біз оларды қайталауға мұнда.

(5) және (6) негізінде жалпы шешім формуласы

$$x = x_1 + x_2. \quad (7)$$

Формула (7) ашық түрде

$$x = A e^{-ht} \sin(\omega_1 t + \varphi_1) + N e^{-ht} \sin(\omega_2 t + \varphi_2 + \delta). \quad (8)$$

Екінші бөлігін түрлендіруге болады түрі

$$x_2 = N e^{-ht} \cos \delta \sin(\omega_2 t + \varphi_2) + N e^{-ht} \sin \delta \cos(\omega_2 t + \varphi_2).$$

(8) - ден біз функцияның туындысының формуласын таптық  $y = \frac{dx}{dt} = x'$

$$y = -A h e^{-ht} \sin(\omega_1 t + \varphi_1) + A \omega_1 e^{-ht} \cos(\omega_1 t + \varphi_1) + N \omega_2 e^{-ht} \cos \delta \cos(\omega_2 t + \varphi_2) - N \omega_2 e^{-ht} \sin \delta \sin(\omega_2 t + \varphi_2) - N h e^{-ht} \cos \delta \sin(\omega_2 t + \varphi_2) - N h e^{-ht} \sin \delta \cos(\omega_2 t + \varphi_2). \quad (9)$$

Себебі  $\omega_1 \neq \omega_2 \neq \omega_0$ ,  $\varphi_1 \neq \varphi_2$  (8) және (9) теңдеулерді әрі қарай түрлендіруге және жеңілдетуге болмайды.

Сондықтан  $y = f(x)$  фазалық траекторияларын құру үшін ( процесінің фазалық портретін талдау үшін ) бізде бір ғана жол қалды. Бұл (8) және (9) айқын функциялар түріндегі тікелей  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$  сандық шешім. Белгілі болғандай ол компьютердің көмегімен бағдарламасы бойынша есептеу негізінде жүзеге асырылады.  $y = \theta(x)$ . болуы шарт. Яғни, оларды бір графикте біріктіру. Осылайша, фазаға негізделген талдау траекториялары орындалады. Бұл жаңа нәтижелерді келесі мақаламызда ұсынатын боламыз.

Қорытындылай келе, оқулық дереккөздерді талдауға қатысты бір ескерту. Біз ешкімді немесе біреуді сынайтын нәрсе ойлаудан аулақпыз. Кейбір кітаптарда байқаған қателіктерді байқаймыз.

Біз (2) теңдеу үшін фазалық траектория теңдеуінің дәлірек көрінісін анықтадық.

$$y^2 + 2hxy + \omega_3^2 x^2 = C_1 e^{-\frac{h}{\omega_1} \arctg \left( \frac{y+hx}{\omega_1 x} \right)}, \quad (10)$$

мұндағы  $\omega_3^2 = h^2 + \omega_1^2$ . Біршама ұқсас, бірақ басқа нұсқа теңдеуді келтіріледі [1-3].

Жоғарыда атап өткеніміздей, (10) теңдеу фазалық траектория үшін осындай бірлік, типтік емес, "бақытты" жағдай. Тізбектің негізгі теңдеуінде оң, сыртқы, көз бөлік болмаған кезде теңдеу (2). Фазалық траектория үшін теңдеу уақыты  $t$  толығымен алынып тасталған кезде есептеледі. Минус белгісінің болуы  $\left(-\frac{h}{\omega_1}\right)$  кейбір дәлелдерді жеңілдетеді. Мысалы, уақыт өте келе  $\rho^2 = u^2 + v^2$  азаяды,  $t \rightarrow \infty$ ,  $\rho \rightarrow \varepsilon \rightarrow 0$

$$\rho = C_2 e^{-\frac{h}{\omega_1} \alpha}.$$

Қорытындылар.

1.  $R - C - L$  электр тізбегінің сыртқы э. қ. к. гармоникалық функция болып табылған кезде теориялық талдау жүргізілген. Шешімдер үшін аналитикалық формулалар алынды. Меншікті, ішкі және сыртқы, мәжбүрлі жиіліктер сәйкес келмеген кезде әр түрлі болады. Бұл бастапқы фазалық ауысуларға да қатысты, олар да әртүрлі.

2. Жалпы шешімнің соңғы теңдеулері уақыт параметрін жоққа шығаруға және нақты бір функционалдық теңдеуде фазалық траекторияларды есептеу үшін теңдеулер алуға мүмкіндік бермейді.

3. Фазалық траекторияларды есептеу және фазалық талдауды жүргізу үшін  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$  теңдеулерінің сандық шешімдерін бөлек алу қажет. Содан кейін  $y = x' = \theta(x)$  біріктірілген графигін салу керек.



## Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Том 2.-М.: Наука, 1974.-656 с.
2. Крылов А. Н. О некоторых дифференциальных уравнениях математической физики, имеющих приложение в технических вопросах. М.-Л.: Гос. изд-во техн. теорет. лит-ры, 1950.-369 с.
3. Гутер Р. С., Янпольский А. Р. Дифференциальные уравнения. – М.: Высшая школа, 1976. – 304 с.
4. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Т. 2.-М.: Наука, 1985.- 560 с.
5. Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1959.-916 с.
6. Справочник по радиоэлектронике. Т. 3. Под ред. Куликовского А. А.-М.: Энергия, 1970.- 816 с.
7. Справочник по теоретическим основам радиоэлектроники. Т. 1. Под ред. Кривицкого Б. Х., Дулина В. Н. - М.: Энергия, 1977.-505 с.

УДК 658.567

### АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН ҚАЙТА ӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН БИОРЕАКТОР КОНСТРУКЦИЯСЫ

**Жолдыбаева Анель Нұрланқызы**

*anel1406@mail.ru*

Көлік-энергетика факультетінің "Жылу энергетика" мамандығының 1 курс  
магистранты

Ғылыми жетекші - т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, «Жылу энергетика» кафедрасының  
профессор м.а. Бахтияр Балжан Төрепашқызы

Республиканың мал шаруашылығы саласының әлеуеті жылдан жылға артып келеді. Осы саланың қалдықтары қоршаған ортаның ластануының әртүрлі түрлерін тудырады, осыған байланысты оларды тиімді кәдеге жарату қажеттілігі туындайды. Қазіргі уақытта мал шаруашылығы саласының қалдықтарынан биогаз өндіру кәдеге жаратудың балама әдісі болып табылады және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға мүмкіндік береді. Мал шаруашылығы мен құс шаруашылығының қалдықтарын, көң мен қоқыс сияқты, биогазға өңдеу үшін арнайы жабдық — биореактор қажет.

Биореактор-микробиологиялық синтез барысында культуралық ортаны араластыру жүзеге асырылатын зертханалық жабдық. Оның конструкциясында тік сыйымдылық бар, оның сыйымдылығы қондырғының мақсатына, бағасына және технологиялық функцияларына байланысты: кішігірім көлемі 1 — ден 10 литрге дейін, ірі өнеркәсіптік-1000 литрге дейін. Резервуардан басқа, ферментерлер араластырғыштармен, бу көйлегімен, көпіршіктермен, соққылармен және сүзгілермен жабдықталған. Олар орындалатын негізгі материал-болаттың жоғары лигирленген түрлері, титан.

Егер неғұрлым жалпыланған болса, онда биогазды қалыптастыру және биомассаны эффлюентке өңдеу процесі ауа толық болмаған кезде және ылғалды ортада мүмкін болады. Осылайша, биореактордың дизайнына қатаң талаптар қойылады. Ол мүлдем герметикалық, берік, жылу оқшауланған болуы керек, ал конструкциясы жасалған материал агрессивті ортаға төзімді, атап айтқанда коррозияға төзімділіктің жоғары болуы.

Биореактор - сыйымдылығы 5-50 м3 цистерна. Өнімде ревизиялық люк, шикізатты беруге, тыңайтқыштарды шығаруға және ашыту өнімдерінің ағуына арналған тесіктер бар. Сондай-ақ, резервуарда мәжбүрлі немесе табиғи әсер ететін биомассаны араластыруға арналған