

AVTOTO'LQINLARNI O'RGANISHDA KOMPYUTER MODELLARIDAN FOYDALANISH

Muxtarov Ekinjon Kobiljonovich
Andijon davlat universiteti, Fizika kafedrası dotsenti v.b.
<https://orcid.org/0009-0001-5057-4905>

Musaev Ergashboy Ashurovich
Andijon davlat universiteti, Fizika kafedrası dotsenti.

Ikromov Avazbek Shoyadbek o'gli
Andijon davlat universiteti, Fizika kafedrası o'qituvchisi.

Annotatsiya: maqolada tebranishlar, to'lqinlar va avtoto'lqinlar hamda ularning asosiy hususiyatlari haqida ma'lumotlar berilgan. Avtoto'lqinlarning uch holati tavsiflanib, ularni modellashtirish uchun Visual Basicda dastur tuzilgan va uning ishlash prinsipi bayon qilingan. Kalit so'zlar: tebranish, to'lqin, avtotebranish, tinchlik, qo'zg'alish va refrakterlik.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В ИЗУЧЕНИИ АВТОВОЛН

Мухтаров Эркин Кобилжонович
Андижанский государственный университет, и.о. доцент кафедры физики

Мусаев Эргаш Ашурович
Андижанский государственный университет, доцент кафедры физики

Икромов Авазбек Шоядбек угли
Андижанский государственный университет, преподаватель кафедры физики

Аннотация: В статье представлена информация о колебаниях, волнах и автоволнах и их основных особенностях. Описаны три состояния автоволн, создана программа для их моделирования на языке Visual Basic и описан принцип ее работы.

Ключевые слова: колебание, волна, автоколебание, покой, возбуждение и рефрактерность.

USE OF COMPUTER MODELS IN THE STUDY OF AUTOWAVE

Mukhtarov Erkin Kobilzhonovich
Andijan State University, Acting Associate Professor, Department of Physics

Musayev Ergash Ashurovich
Andijan State University, Associate Professor Department of Physics

Ikromov Avazbek Shoyadbek o'gli
Andijan State University, Lecturer at the Department of Physics

Abstract: the article provides information about vibrations, waves and autowaves and their main features. Three states of autowaves are described, a program for their modeling in the Visual Basic language is created, and the principle of its operation is described.

Keywords: vibration, wave, self-oscillation, rest, excitation and refractoriness.

Kirish. Ma'lumki, tabiatda sodir bo'luvchi barcha hodisalar va jarayonlar muayyan qonunlar asosida yuz beradi va bu qonunlar orasidagi bog'lanishlarni ochish va o'rganish har qanday fan tarmog'ining bosh maqsadi hisoblanadi.

Tabiat va texnikada keng tarqalgan takrorlanuvchi jarayonlar asosida tebranishlar va ular hosil qiladigan to'lqinlar yotadi. Bunday jarayonlarga soat mayatnigining tebranishi, zanjirdagi o'zgaruvchan tok, tovush, daraxt barglarining tebranishi, ichki yonuv dvigatelining tebranishi, okean va dengizlar suvining qalqib ko'tarilishi va qaytishi, yurak urishi va shu kabilar misol bo'la oladi.

Tebranma harakat yoki tebranish deb davriy ravishda takrorlanadigan harakatga aytiladi. Texnika va tabiatda uchraydigan turli ko'rinishdagi tebranishlar bir xil qonuniyatlarga bo'ysunadi [1].

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Hozirgi zamon fizikasida tebranishlar fizikasi alohida fan sifatida ajralib chiqqan bo'lib, unda turli xil tebranishlar yagona nuqtai nazardan ko'rib chiqiladi. Tebranma harakatning asosiy belgilaridan biri uning davriyligidir. Har qanday davriy ravishda takrorlanuvchi harakat tebranish amplitudasi, davri, chastotasi, fazasi, siklik chastotasi kabi fizik kattaliklar bilan karakterlanadi.

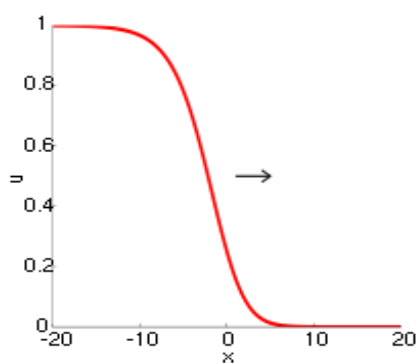
Tabiatda ko'pincha davriy harakatga o'xshaydigan, lekin davriy bo'lmagan hodisalar ham uchraydi. Masalan, ipga osib qo'yilgan yukchanning mayatnikka o'xshab tebranishlari, joyidan qo'zg'atilgan daraxt shoxchasing tebranishlariva hokazo. Bu jarayonlarning hammasi umumiy holda tebranishlar deb ataladi, davriy tebranishlar bu tebranishlarning xususiy holidir.

Avtoto'lqinlar – o'zini o'zi ushlab turuvchi faol muhitdagi to'g'ri chiziqli bo'lmagan to'lqinlardir. Bu atama asosan energiyaning bir qismi boshqa to'lqinlarga o'tish jarayonida ishlatiladi. Avtoto'lqinlar sistemalardagi avtotebranishlarning tarqalishida namoyon bo'ladi. Avtoto'lqinlarga yonish jarayonidagi to'lqinlar, nerv impulsidagi to'lqinlar, yarimo'tkazgichlardagi tunnel to'lqinlari misol bo'lishi mumkin. Avtoto'lqinlar biologik sistemalarda axborotlarni jo'natish va boshqarish jarayonlarida muhim ro'l o'ynaydi [2,3].

Avtoto'lqinlarning muhimligi quyidagilardan aniqlanadi. Avtoto'lqin va uning strukturalari fizik jismlarning tabiatida hosil bo'lishi mumkin. Bu yangi dinamik jarayon har biri chiziqli bo'lmagan to'lqinlarning bir biri bilan qo'shilishi jarayonida hosil bo'ladi. Avtoto'lqin sistemasining paydo bo'lishi faol uyurmalarining yangi mexanizmi hisoblanadi.

Avtoto'lqinning klassik modeli 1946-yilda Norbert Vinerom va Artur Rozenblyutom tomonidan myakardada kashf etilgan. Pushina shahrida (Moskva) 1970-1980-yillarda asosiy ilmiy izlanishlar avtoto'lqinlarning xususiyatlarini o'rganishga qaratilgan. Xuddi shu erda Krinskiy boshchiligida avtoto'lqinlarning o'rganish bo'yicha fanga tanilgan olimlar A.V Panfilov, I.R. Efimov, R.R. Aliyev va boshqalar faoliyat ko'rsatganlar. Shu erdagi ilmiy laboratoriyada avtoto'lqinlarning ishlash prinsiplari takomillashtirilgan. Elektrodning virtual nazariyasi Efimov tomonidan ishlab chiqilgan. Avtoto'lqin so'zini 1928-yilda A.Andronov kiritgan, oddiy avtoto'lqinlarning tenglamalarini yonish jarayonida 1937-yilda A.N.Kolmogorov, I.E.Petrovskim, N.S.Piskunovm va 1938-yilda Ya.B. Zeldovich va D.A.Frank-Kameneskin o'rgangan.

Tadqiqot metodologiyasi. Avtoto'lqinlarni tavsiflashda $f(u)$ funksiya katta ahamiyatga ega, chunki hamma to'lqinli jarayonlar nochiziqli nuqtali dinamika orqali vujudga keladi. – tenglama avtotebranishdir yoki potensial avtotebranishni bildiradi. Odatda f, u ga N -o'lchovli bog'liq. Avtoto'lqinga Aliyev – Panfilova modeli ajoyib na'muna bo'la oladi: $f(u)$ va bunda ikki parabolaning kesishib o'tishi murakkab turini tashkil qiladi. Avtoto'lqinga o'zini ushlab turuvchi to'lqinli jarayon misol bo'la oladi. Sodda avtoto'lqinlar davri, to'lqin uzunligi, tarqalish tezligi, amplituda va boshqa ko'rsatkichlari muhitning local hossalari orqali ifodalanadi [4]. Quyidagi grafikda sodda avtoto'lqin tasvirlangan (1-rasm).



1-rasm. Avtoto'lqinni tarqalish grafigi.

Avtoto'lqinga quyidagi misolni keltirish mumkin: ochiq dalada maysaga o't qo'ydingiz, harorat past bo'lsa o't olmaydi, o't olishi uchun harorat ma'lum chegaraga etishi kerak [5]. Qo'shni maydonlar ham o't olishi uchun aniq atrof harorati kerak. Avtoto'lqinlarni alanga olishdan tashqari, faol muhitdagi kimyoviy reaksiyalarda, nerv tolalari impulsi tarqalishida, epidemiyalar tarqalishida kuzatishimiz mumkin. Nerv tolalaridagi impuls tarqalishini 1850-yilda Gelmgolts kuzatgan.

Ikki o'lchamli faol muhitni ko'rib chiqamiz. Bunda uch holat mavjud: tinchlik, qo'zg'alish va refrakterlik. Agar tashqi ta'sir bo'lmasa, sistema tinch holatda bo'ladi. Agar unga tasir o'tkazilsa,

qo'zg'alish holatiga tushadi, bir muddatdan keyin u refrakter holatiga o'tadi. Avtoto'lqinning old fronti juda kichik bo'ladi. Masalan, yurak mushaklari uchun front uzunligini impulsiga nisbati 1:330 bo'ladi. Qo'zg'alish to'lqini qo'zgan muhitda so'nmay harakat qiladi va aniq impuls va amplitudaga ega bo'ladi. Yo'qotilgan energiyani muhitdan yana tiklaydi. Olimlar 10 yil davomida miokard ichida reverberatorlar ko'payishi borligini isbotladilar, ya'ni 1970-yillarda M.E.Djozefson, M.J.Yanson, K.Xarumi, M.A.Alessilar avtoto'lqinlarni matematik modellashtirib, kompyuterda kuzatdilar. Bunda Viner-Rozenbrot, Fitu Xyu Nyagumo, Xodjkinya-Xakali modellaridan foydalanildi.

Sodda avtoto'lqin rejimlari aktiv muhitga xos, differensial tenglamalarini ikki tenglamagacha soddalashtirish mumkin. Faol muhit elementlari 3 holatda bo'ladi:

1. Avtotebranishlarda (B)
2. Qo'zg'alishda (A)
3. Trigger holatida (E)

Bistabil element oraliq holatida u holatdan bu holatga o'tish davri kuzatiladi. Misol tushayotgan domino, yana bir misol – yonayotgan qog'oz kulga aylanishi. Avtotebranish elementi statsionar holatga ega emas, tashqi ta'sir tebranishi amplitudasini o'zgartiradi [6,7].

Faol muhitni tashkil etishga yurak faoliyati misol bo'ladi, bunda avtoto'lqin va impuls mavjud. Faol muhit hossasi yana topologik va geometrik ko'rsatkichlarga bog'liq. "Peysmeker" – deb faol muhit rejimini ataydilar. Ingliz tilida u – "ritm beruvchi", "temp beruvchi" degan ma'noni anglatadi. 1970-yilda alohida neyronlarni boshqarish tadqiqotlari boshlangan, ya'ni neyronlarni peysmeker holatiga o'tkazish jarayoni o'rganila boshlangan. E.N.Sokolov maktabida peysmekerlar potensial harakati endogen mexanizmida bo'lishi kuzatildi. Xodjkina – Xakali va Molchanov modelida avtoto'lqinlar tenglamasi β ga bog'liqligi aniqlandi:

$$\begin{aligned} \frac{d\xi}{dt} &= \beta - \zeta\eta^2, \\ \frac{d\eta}{dt} &= \zeta\eta^2 - \xi \end{aligned} \quad (1)$$

Bu erda β – substrat oqimi, ξ – kimyoviy reaksiyalarning asosiy o'zgaruvchisi, η – natija.

Aktiv neyronlar ikki mexanizmida mustaqil bo'ladi. Endogen mexanizmi o'z parametrini o'zgartiradi, bu jarayonda chegara kichrayishi mumkin. Tabiat bu holatni o'zi tanlab oladi. Ikki o'lchamli to'lqinlar ustidagi tadqiqotlar davom ettirilmoqda [8].

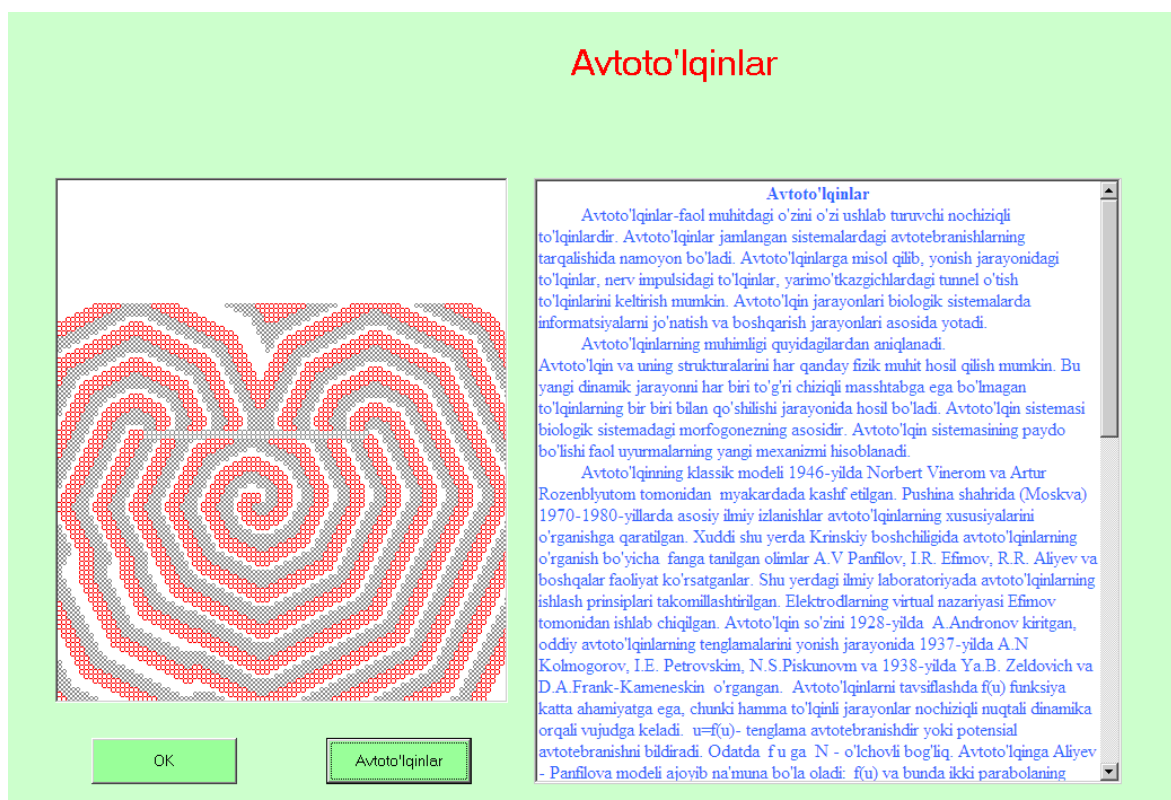
Tahlil va natijalar. XIX asrda yurak arteriyasiga bog'liq mexanizmlar o'rganilgan. Aylana bo'ylab yugurish, spiral to'lqin, vibratsiya, aktiv avtomatizm zonasi ham avtoto'lqinlar manbai bo'ladi. Uch o'lchamli avtoto'lqinga 3D - o'lchamli g'altaklar misol bo'ladi. Ular sim yoki ip o'rami fazasi bilan farqlanadi. Shunday qilib avtoto'lqinlar tabiatdagi juda ko'p hodisalarni tavsiflashda muhim ahamiyatga ega.

Avtoto'lqinlarni kompyuterda modellashtirish uchun Viner-Rezenblyut modelidan foydalanamiz [9,10]. Dastlab ekranni $N \times M$ o'lchamli to'rlarga bo'lib olamiz. Har bir element holatini y_{ij}^t , konsentratsiyani u_{ij}^t bilan belgilaymiz. Agar element tinch holatda bo'lsa $y_{ij}^t=0$, konsentratsiya chegaraviy qiymatdan oshsa $y_{ij}^t=1$ ga teng bo'ladi. Keyingi qadamda $y_{ij}^t=2$ bo'ladi va h.k. bunda quyidagi qoidaga amal qilinadi:

$$y_{i,j}^{t+1} = \begin{cases} y_{i,j}^t + 1, \text{ agar } 0 < y_{i,j}^t < s, \\ 0, \text{ agar } y_{i,j}^t = s, \\ 0, \text{ agar } y_{i,j}^t = 0, u_{i,j}^t < h, \\ 1, \text{ agar } y_{i,j}^t = 0, u_{i,j}^t > h. \end{cases} \quad (2)$$

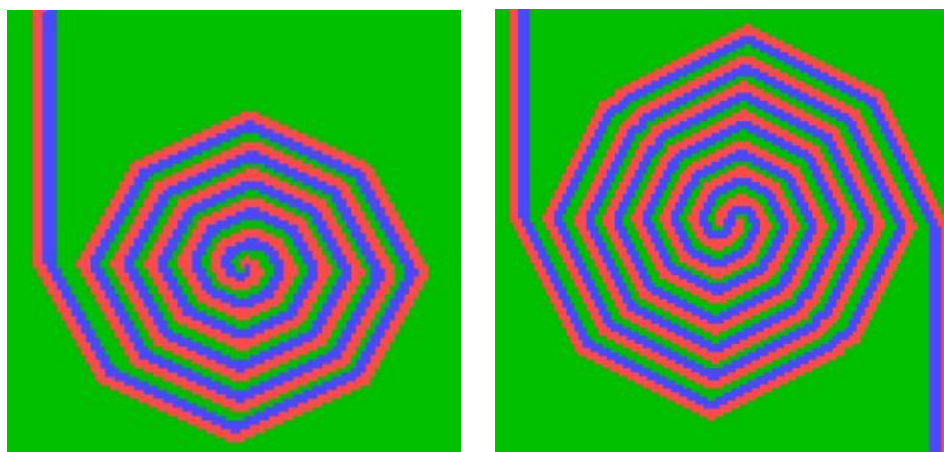
s holatda tinch holatga o'tilganda $y_{ij}^t=0$ bo'ladi. Qo'shni element uyg'ongan bo'lsa, konsentratsiyaga 1 qo'shiladi.

Ko'rib o'tilgan jarayonni kompyuterda tasvirlash uchun zamonaviy dasturlash tillaridan biri – Visual Basicda dastur tuzildi va ishga tushirildi [11–15]. Dasturning ko'rinishi 2–rasmda ko'rsatilgan. Dastur avtoto'lqinlarni animatsion namoyish etuvchi hamda ular haqida ma'lumotlar oluvchi oynalardan tashkil topgan.



2–rasm. Dastur ishchi oynasining ko'rinishi.

Kompyuter dasturi yordamida bir o'lchovli va ikki o'lchovli muhitda bitta avtoto'lqin va bir qator avtoto'lqinlarning qo'zg'alishini, tarqalishini, avtoto'lqinlarning difraksiyasi va annigilyatsiyasi, muhit elementlarining tebranishlarini sinxronlashtirish, avtoto'lqinlarning qo'zg'alish shartlarini va ularning xususiyatlarining muhit parametrlariga bog'liqligini o'rnatish mumkin. 3–rasmda dasturning ishchi jarayonidan na'muna sifatida, ikki o'lchovli faol muhitda bir engli va ikki engli spirall to'lqinlar animasiyalari keltirilgan.



3–rasm. Ikki o'lchovli faol muhitda bir engli va ikki engli spirall to'lqinlar.

Xulosa. Avtoto‘lqinlarni animatsion namoyish etuvchi va ular haqida ma‘lumotlar beruvchi ishlab chiqilgan dastur, tabiatning juda ko‘p hodisalarini tafsiflashda muhim ahamiyatga ega bo‘lgan avtoto‘lqinlar haqida chuqur tasavvurlar hosil qilishga imkon beradi.

Ko‘rib chiqilayotgan modellardan foydalanish, differentsial tenglamalar sistenasini echishning sonli usullarini o‘rganish imkonini beradi, dasturlash ko‘nikmalarini shakllantirishga, fanlararo aloqadorlikni o‘rnatishga va talabalarni axborot texnologiyalariga qiziqishni oshirishga yordam beradi. Oliy ta‘lim muassasasi talabalari tomonidan o‘rganish mumkin bo‘lgan ta‘lim vazifalari xilma-xilligini oshiradi, ularning ijodiy rivojlanishi uchun zarur shart–sharoitlarni yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Abduraxmanov Q.P., Egamov O'. Fizika. –T.: O‘zbekiston, 2010, 492 b.
2. Rahmatullaev M. Umumiy fizika kursi. Mexanika, –T.: O‘qituvchi, 1995, 348 b.
3. Ahmadjonov O. Umumiy fizika kursi. 1–tom. –T.: O‘qituvchi, 1987, 256 b.
4. Гоцуленко В. В., Гоцуленко В.Н. Математическое моделирование *Matematicheskoe modelirovanie — Mathematical Models and Computer Simulations*, 2011, no. 1 (24), pp. 43–47.
5. Натанзон М.С. Неустойчивость горения. –М.: Машин–е, 1986. –С.248.
6. Крокко Л., Чжен Синь-и. Теория неустойчивости горения в жидкостных ракетных двигателях. Москва, Изд–во ин. лит., 1998. –С.351.
7. Gotsulenko V.V., Gotsulenko V.N. *Inzhenerno-fizicheskyi zhurnal — Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2012, vol. 85, no 1, pp. 117–122.
8. Dimitrienko Yu.I., Koryakov M.N., Zakharov A.A. *Matematicheskoe modelirovanie i chislennye metody — Mathematical Modeling and Computational Methods*, 2015, no. 4 (8), pp. 75–91.
9. Майер Р.В. Компьютерное моделирование физических явлений, –М.: Наука, 2009, –С.112.
10. Бурсиан Е.В. Задачи по физике для компьютера, –М.: Наука, 1991. –С.256.
11. Король В.И. Visual Basic-6.0, –М.: Кудиц-образ, 2000. –С.449.
12. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. –М.: Мир, 1990. –С.752.
13. Майк МакГрат. Программирование на Visual Basic для начинающих. Эксмо-Пресс, 2017. –С.192.
14. Стивенс Р. Visual Basic. Готовые алгоритмы (перевод Р.В.Павлова). –М.: ДМК Пресс, 2019. –С. 401.
15. Сафронов И. Visual Basic в задачах и примерах (2-е издание), БХБ-Петербург, 2014. –С.394.