



**ELEKTR TA'MINOTI TIZIMLARINI HOLAT  
TENGLAMALARINI PYTHON DASTURIDA GAUSS USULI  
YORDAMIDA YECHISH.**

*Sotiboldiyev Abduraxmon Yuldashevich*

*ODTI Elektrotexnika va elektromexanika kafedrası assistenti*

[\*abduraxmon.sotiboldiyev@mail.ru\*](mailto:abduraxmon.sotiboldiyev@mail.ru)

Maqolada elektr ta'minoti tizimlarining holat tenglamalarini matematik modellashtirish hamda ularni Python dasturlash tilida Gauss eliminatsiyasi usuli orqali yechish usullari bayon etilgan. Holat tenglamalari orqali tarmoqdagi elektr miqdorlarini – kuchlanma, tok va quvvatlarni – hisoblash imkoniyati yaratiladi. Keltirilgan algoritm nafaqat nazariy jihatdan asoslangan, balki amaliy dasturiy ko‘rinishda ham testdan o‘tkazilgan. Ushbu usul kichik va o‘rta hajmli elektr tarmoqlarining holatini tahlil qilishda yuqori aniqlik bilan ishlaydi.

**Аннотация**

В статье изложены методы математического моделирования уравнений состояния систем электроснабжения и их решения с помощью метода Гаусса на языке программирования Python. Решение уравнений состояния позволяет определить ключевые параметры сети – напряжения, токи и мощности. Представленный алгоритм подкреплён практической реализацией и может быть эффективно применён для анализа состояния небольших и средних электрических сетей с высокой точностью.



## Abstract

This article presents methods for mathematically modeling the state equations of power supply systems and solving them using the Gaussian elimination method implemented in Python. The solution of the state equations enables the calculation of key electrical parameters such as voltage, current, and power. The proposed algorithm is not only theoretically sound but also tested in a practical software implementation. It proves to be effective for analyzing the operational states of small and medium-sized electrical networks with high accuracy.

Zamonaviy elektr energetika tizimlari murakkab tuzilishga ega bo'lib, ularning uzluksiz va ishonchli ishlashi muhim ahamiyatga ega. Elektr ta'minoti tizimlarida tahlil va boshqaruv jarayonlarining asosiy qismini turli matematik modellar tashkil etadi. Ular orasida holat tenglamalari eng asosiylaridan biri hisoblanadi. Bu tenglamalar yordamida elektr tarmog'idagi toklar, kuchlanmalar va quvvatlar taqsimoti aniqlanadi.

Holat tenglamalarini yechishning ko'plab usullari mavjud bo'lib, ulardan biri – **Gauss eliminatsiyasi** usulidir. Ushbu usul orqali chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini samarali tarzda yechish va elektr ta'minoti tizimlaridagi fizikaviy kattaliklar qiymatini aniqlash mumkin.

Python dasturlash tili esa o'zining soddaligi, kuchli kutubxonalari va tezkor algoritmlarni amalga oshirish imkoniyatlari bilan bu jarayonni raqamli shaklda bajarishda keng qo'llaniladi.

### 1. Elektr ta'minoti tizimlarida holat tenglamalari

Elektr ta'minoti tizimi elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi stansiyalar, uni uzatuvchi liniyalar va iste'molchilarga etkazib beruvchi transformatorlar va tarmoqlardan tashkil topadi. Tizimda har bir tugun (node)

va element (yuklama, chiziq, generator) o'ziga xos elektr parametrlariga ega bo'ladi. Bular matematik model shaklida quyidagi tarzda ifodalanadi:

$$A \cdot x = b$$

Bu yerda:

- $A$  — koeffitsiyentlar (impedansiya yoki admittansiya) matrisi,
- $x$  — noma'lum kuchlanmalar yoki toklar vektori,
- $b$  — tashqi manbalar yoki yuklamalarning ta'siri.

Mazkur tenglamalar elektr tizimining holatini tahlil qilishda — kuchlanma darajalarini, tok taqsimotini va energetik balansni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

## 2. Gauss usulining nazariy asoslari

Gauss usuli — bu chiziqli tenglamalar sistemasini yechishning klassik, aniq va to'g'ridan-to'g'ri usullaridan biri bo'lib, quyidagicha bosqichlarga ega:

- **Eliminatsiya bosqichi:** Matritsa yuqori uchburchak ko'rinishga keltiriladi.
- **Orqaga hisoblash bosqichi:** Oxirgi tenglamadan boshlab yuqoriga qarab noma'lumlar hisoblab chiqiladi.

Afzalliklari:

- Har qanday o'lchamdagi to'liq aniqlangan tenglamalar sistemasiga tatbiq qilinadi.
- Aniq va izchil natija beradi.
- Dasturlash uchun qulay, modulli tuzilgan.

### 3. Amaliy tatbiqi

Gauss usuli elektr tizimlarining:

- Yuklama toklarini tahlil qilish,
- Qisqa tutashuvlar toklarini aniqlash,
- Kuchlanish darajasini optimallashtirish,
- Ishonchlilikni baholash uchun qo'llaniladi.

Kichik elektr tarmog'ini modellashtirishda 2 yoki 3 tugunli tizimlar eng sodda namunalar hisoblanadi. Ular orqali Gauss usuli yordamida tez va ishonchli natijalarga erishiladi.

### 4. Python dasturida Gauss usuli

Quyida Python dasturida Gauss eliminatsiyasi algoritmi asosida ishlab chiqilgan dastur keltirilgan:



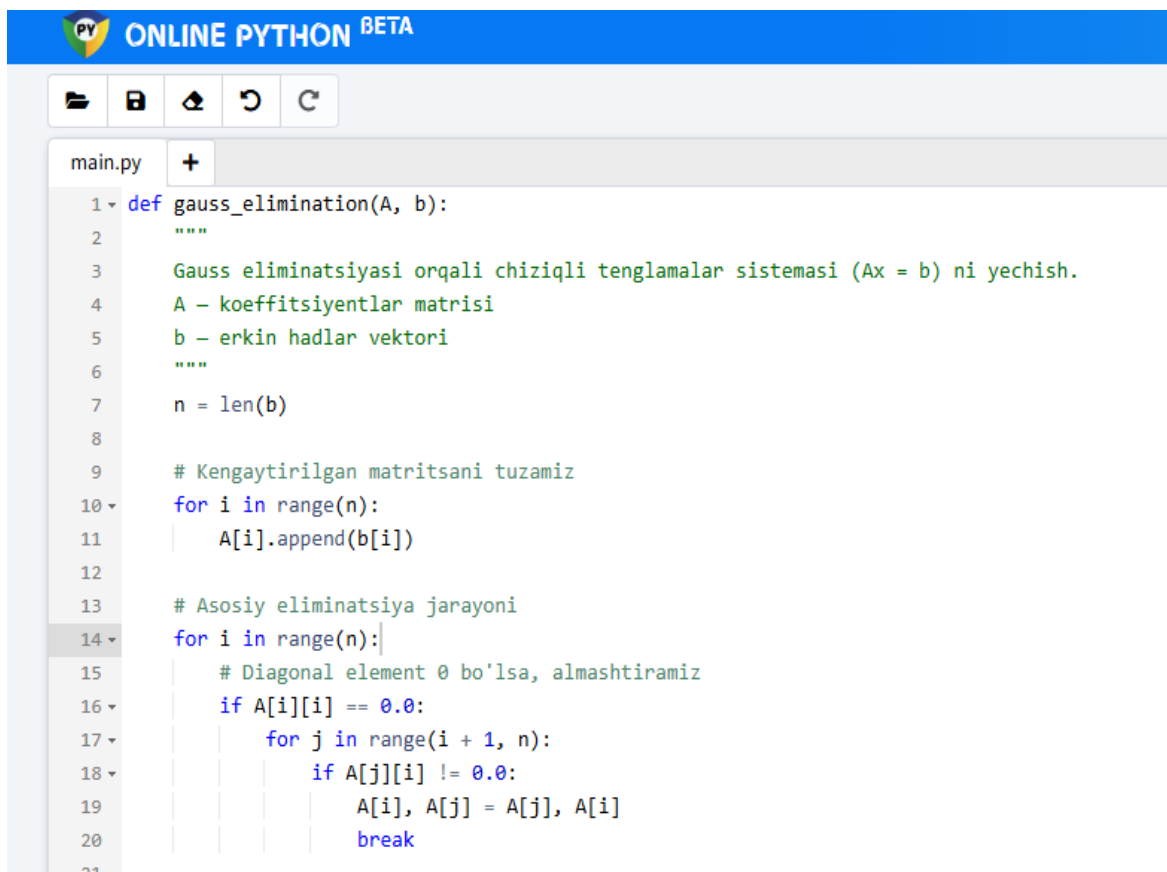
```

1- def gauss_elimination(A, b):
2   n = len(b)
3-   for i in range(n):
4     A[i].append(b[i])
5-   for i in range(n):
6     if A[i][i] == 0.0:
7       for j in range(i+1, n):
8         if A[j][i] != 0.0:
9           A[i], A[j] = A[j], A[i]
10          break
11-    for j in range(i+1, n):
12      ratio = A[j][i] / A[i][i]
13-      for k in range(n+1):
14        A[j][k] -= ratio * A[i][k]
15   x = [0 for _ in range(n)]
16-   for i in range(n-1, -1, -1):
17     x[i] = A[i][n]
18-     for j in range(i+1, n):
19       x[i] -= A[i][j] * x[j]
20     x[i] /= A[i][i]
21-   return x

```

**Misol:** Quyidagi tenglamalar berilgan:

$$\begin{cases} 3x_1 - 0.1x_2 - 0.2x_3 = 7.85 \\ 0.1x_1 + 7x_2 - 0.3x_3 = -19.3 \\ 0.3x_1 - 0.2x_2 + 10x_3 = 71.4 \end{cases}$$

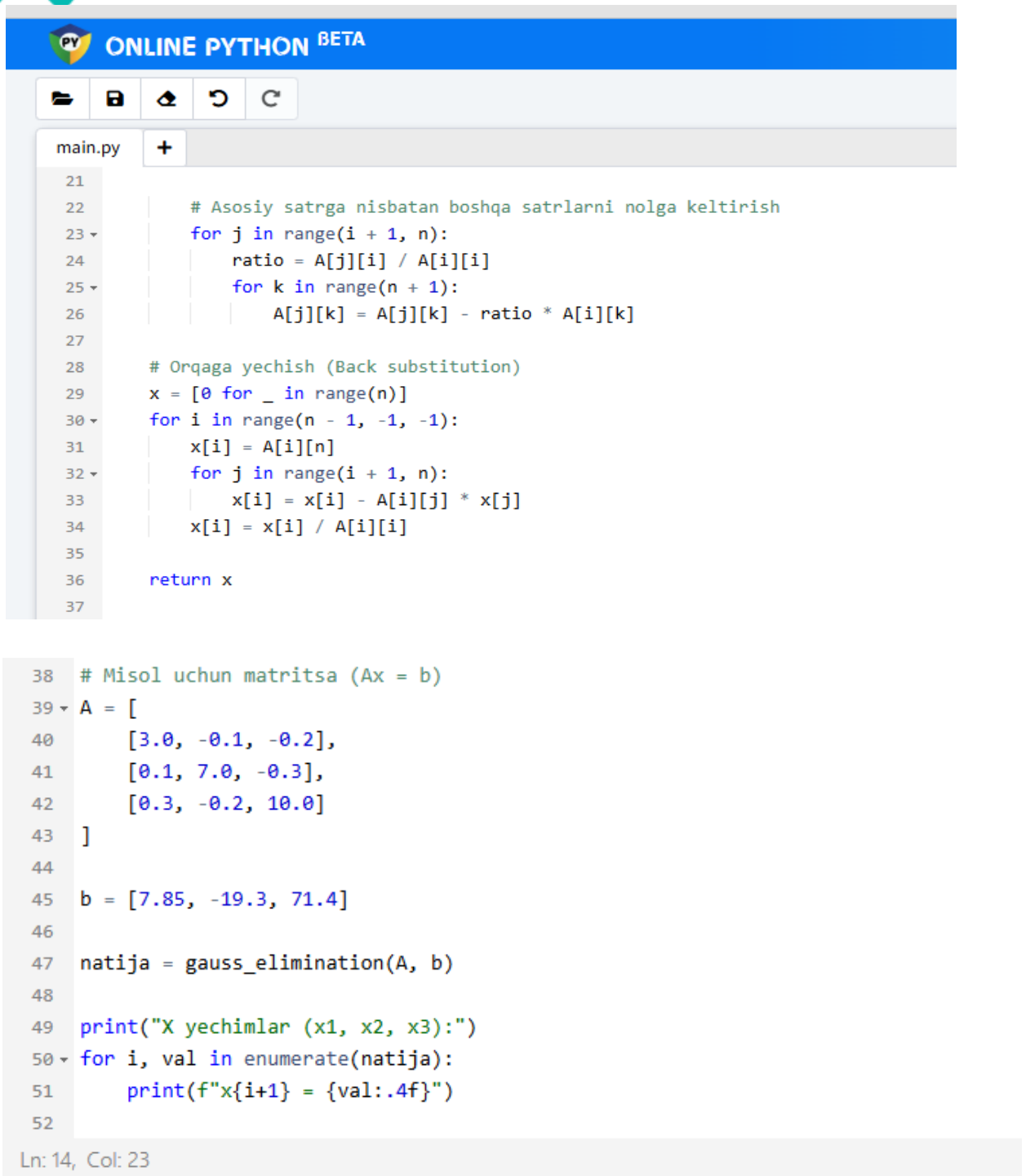


The screenshot shows an online Python IDE interface. At the top, there is a blue header with the Python logo and the text "ONLINE PYTHON BETA". Below the header is a toolbar with icons for file operations (new, open, save, undo, redo). The main area displays a Python script named "main.py" with the following code:

```

1 def gauss_elimination(A, b):
2     """
3     Gauss eliminatsiyasi orqali chiziqli tenglamalar sistemasi (Ax = b) ni yechish.
4     A – koeffitsiyentlar matritsi
5     b – erkin hadlar vektori
6     """
7     n = len(b)
8
9     # Kengaytirilgan matritsani tuzamiz
10    for i in range(n):
11        A[i].append(b[i])
12
13    # Asosiy eliminatsiya jarayoni
14    for i in range(n):
15        # Diagonal element 0 bo'lsa, almashtiramiz
16        if A[i][i] == 0.0:
17            for j in range(i + 1, n):
18                if A[j][i] != 0.0:
19                    A[i], A[j] = A[j], A[i]
20                    break
21

```



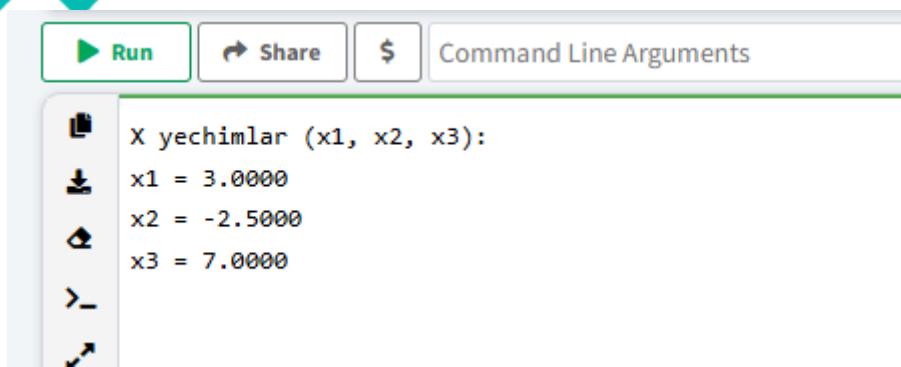
```

ONLINE PYTHON BETA
main.py +
21
22     # Asosiy satrga nisbatan boshqa satrlarni nolga keltirish
23     for j in range(i + 1, n):
24         ratio = A[j][i] / A[i][i]
25         for k in range(n + 1):
26             A[j][k] = A[j][k] - ratio * A[i][k]
27
28     # Orqaga yechish (Back substitution)
29     x = [0 for _ in range(n)]
30     for i in range(n - 1, -1, -1):
31         x[i] = A[i][n]
32         for j in range(i + 1, n):
33             x[i] = x[i] - A[i][j] * x[j]
34         x[i] = x[i] / A[i][i]
35
36     return x
37
38 # Misol uchun matritsa (Ax = b)
39 A = [
40     [3.0, -0.1, -0.2],
41     [0.1, 7.0, -0.3],
42     [0.3, -0.2, 10.0]
43 ]
44
45 b = [7.85, -19.3, 71.4]
46
47 natija = gauss_elimination(A, b)
48
49 print("X yechimlar (x1, x2, x3):")
50 for i, val in enumerate(natija):
51     print(f"x{i+1} = {val:.4f}")
52
Ln: 14, Col: 23

```

## 5. Natijalar

Bu tenglamalar elektr tarmog‘idagi 3 tugunning kuchlanishini ifodalashi mumkin. Dasturga kiritilganidan so‘ng quyidagicha natijalar olinadi:



```
Run Share $ Command Line Arguments
X yechimlar (x1, x2, x3):
x1 = 3.0000
x2 = -2.5000
x3 = 7.0000
```

Mazkur dastur yordamida berilgan tenglamalar sistemasining har bir noma'lum elementi uchun aniq yechim olinadi. Ushbu yondashuv elektr tarmoqlari modellashtirilganda, tugunlar kuchlanishi yoki toklar taqsimotini hisoblashda amaliy ahamiyatga ega.

### Xulosa

Elektr ta'minoti tizimlarining matematik modellari orqali holatini tahlil qilish muhim ahamiyatga ega. Ushbu maqolada chiziqli tenglamalarni yechishning Gauss usuli ham nazariy, ham amaliy jihatdan ko'rib chiqildi. Gauss eliminatsiyasi — aniqlik, soddalik va dasturlashga yaroqliligi tufayli, elektr tizimlari bilan bog'liq muammolarni yechishda eng samarali usullardan biri hisoblanadi.

Python dasturi orqali ushbu usulni real tizimlarga tatbiq qilish imkoniyati taqdim etildi. Kelgusida bu yondashuvni yanada murakkab, ko'p tugunli elektr tizimlariga qo'llash orqali, ilg'or energetik monitoring va optimallashtirish ishlari amalga oshirilishi mumkin.

### ADABIYOTLAR

1. Kundur, P.S. "Power System Stability and Control." McGraw-Hill, 1994.
2. Gopal, M. "Digital Control and State Variable Methods." Tata McGraw Hill.



3. Chapra, S.C., and Canale, R.P. "Numerical Methods for Engineers." McGraw-Hill, 2015.
4. Numpy & SciPy documentation – <https://numpy.org>
5. IEEE Transactions on Power Systems – <https://ieeexplore.ieee.org>
6. Python dasturlash tili rasmiy sayti – <https://www.python.org>
7. Сотиболдиев, Абдурахмон Юлдашевич. "МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ELECTRONICS WORKBENCH." *American Journal of Modern World Sciences* 1.5 (2024): 289-302.
8. Yuldashevich, Sotiboldiyev Abduraxmon. "ELEKTRON TO 'G 'IRLAGICHNI O 'RGANISH." *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ* 62.5 (2025): 37-44.
9. Toirov, Olimjon, et al. "Power Losses Of Asynchronous Generators Based On Renewable Energy Sources." *E3S Web of Conferences*. Vol. 434. EDP Sciences, 2023.
10. Muminov, Makhmudzhon, et al. "Investigation of automobile generator G-273 A with excitation from photovoltaic converter." *E3S Web of Conferences*. Vol. 563. EDP Sciences, 2024.

