

ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ, ՄԻԿՐՈԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ ԵՎ
ՆԱՆՈԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ

ՀՏԴ 681.5.042:615-47

Օ.Հ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Լ.Է. ԽԱԶԻԿՅԱՆ, Գ.Ա. ԽԱԼԱԹՅԱՆ

**ԿԵՆՍԱՔԱՆԱԿԱՆ ՀՅՈՒՍՎԱԾՔՆԵՐԻ ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ
ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**

Տարբեր կենսաբանական հյուսվածքների մոդելների հետազոտման և մոդելավորման համար Java ծրագրավորման լեզվի հիման վրա մշակվել է ավտոմատացված համակարգ: Ներկայացված են ավտոմատացված համակարգի սխեման և մոդելի պարամետրերի փոփոխման պատուհանները:

Առանցքային բառեր. կենսաբանական հյուսվածք, մոդել, համակարգ, մոդելավորում, սխեմա:

Ներածություն: Կենսաբանական հյուսվածքները՝ ըստ իրենց էլեկտրական հատկությունների, տարասեռ են: Հյուսվածքի մեջ գտնվող օրգանական նյութերը՝ սպիտակուցները, ճարպերը, ածխաջրերը, դիէլեկտրիկներ են: Էլեկտրոլիտները, որոնք առկա են հյուսվածքային հեղուկների կազմում, բավական հոսանք են անցկացնում: Ընդհանուր առմամբ, օրգանական հյուսվածքը կարելի է դիտարկել իբրև բջիջներ, որոնք գտնվում են հաղորդիչ միջակայքում, որի դերը կատարում է միջբջջային հեղուկը: Մյուս կողմից՝ հյուսվածքների հիմնական կառուցվածքային տարրերի՝ բջիջների մեմբրանները ներառում են երկակի ֆոսֆոլիպիդային շերտ, որի շնորհիվ հյուսվածքները դրսևորում են ունակային հատկություններ: Այսպիսով, բջջային մեմբրանները դրսևորում են ունակային հատկություններ, իսկ բջջի ներսում գտնվող էլեկտրոլիտները՝ ակտիվ դիմադրության:

"նդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Կենսաբանական հյուսվածքների համարժեք սխեմայի կառուցումը դրանց հետազոտման կարևոր փուլերից է, որը կարելի է օգտագործել օրգանիզմի ֆունկցիոնալ համակարգերի և սեզմանտների վիճակների քանակական գնահատման, ինչպես նաև հյուսվածքներում տարբեր գործոններով պայմանավորված փոփոխությունների բացահայտման համար: Քանի որ կենսաբանական հյուսվածքները բարդ և տարասեռ են, դրանք զգալիորեն տարբերվում են էլեկտրահաղորդականությամբ և դիէլեկտրիկական հատկություններով: Բացի այդ, դրանց տեսակարար

դիմադրությունը կարող է էականորեն փոփոխվել ֆիզիոլոգիական գործոնների ազդեցությամբ: Օրինակ, երիկամները և թոքերը փոխում են իրենց էլեկտրահաղորդականությունը ըստ արյան և օդի լցվածության աստիճանի, մկանային հյուսվածքները՝ կախված մկանների կրճատման աստիճանից և այլն: Այսպիսով, կենսաբանական հյուսվածքների էլեկտրական հատկությունները կարելի է մոդելավորել, եթե դրանք ներկայացվեն դիմադրությամբ և ունակությամբ:

Պարզագույն դեպքում բջիջը կարելի է պատկերացնել զուգահեռ միացված RC-շղթայի տեսքով՝ Կոուլի մոդել, որը կիրառելի է միայն ցածր հաճախականային տիրույթում: Բարձր հաճախականային բնութագրերի նկարագրման համար կիրառվում են նաև ավելի բարդ մոդելներ [1,2,3]:

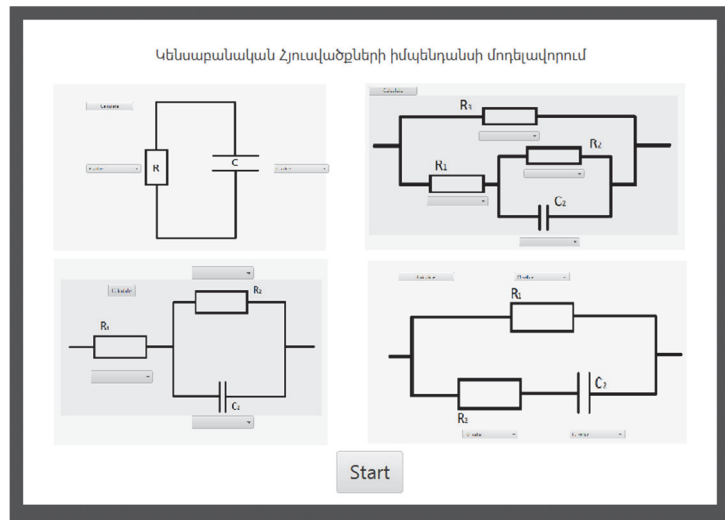
Տարբեր կենսահյուսվածքների բնութագրերի քանակական և որակական մոդելավորման համար կիրառվում են քառա- և հինգտարրային մոդելները: Սակայն, օրինակ, քառատարրային էլեկտրական համարժեք սխեմաների դեպքում իմպենդանսի արժեքը ձգտում է զրոյի, եթե զոնդացնող հաճախականությունը, իր հերթին, ձգտում է անվերջության: Իրականում կենսաբանական օբյեկտներին բնորոշ է վերջավոր ակտիվ դիմադրություն նույնիսկ բավականին բարձր զոնդացնող հաճախականության դեպքում: Այդ պատճառով տվյալ սխեմաները անհրաժեշտ է լրացնել հաջորդաբար միացված ակտիվ դիմադրությունով: Մարդու թոքային հյուսվածքի սպեկտրալ բնութագրերի հաշվարկման համար կիրառվում է Ֆոյխտի մոդելը, երբ տարրերը միացվում են հաջորդաբար: Կենսաօբյեկտների մեծ մասի իմպենդանսները բավարար չավով նկարագրվում են վեց և յոթտարրային համարժեք սխեմաներով [4,5]:

Կատարված հետազոտությունները ցույց են տվել, որ գրականությունում առկա են պարզ մոդելների հետազոտությունների արդյունքները, իսկ ավելի բարդ մոդելների դեպքում դրանք բացակայում են: Այդ տեսակետից աշխատանքի նպատակը Multisim ծրագրային փաթեթի հիման վրա կենսաբանական հյուսվածքների բնութագրերի հետազոտման ավտոմատացված համակարգի ստեղծումն է:

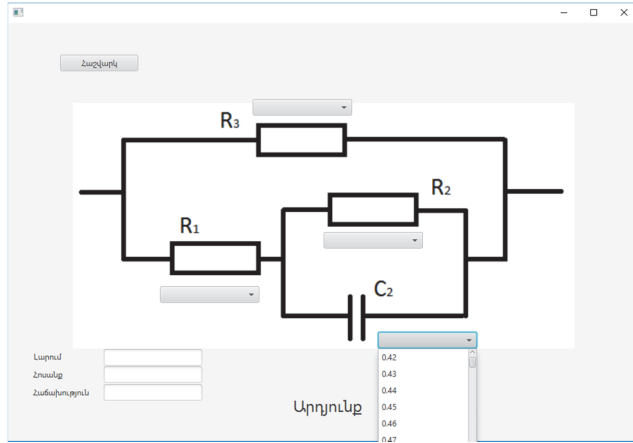
Հետազոտության արդյունքները: Նկ.1-ում բերված է Java ծրագրավորման լեզվով մշակված ավտոմատացված համակարգի սխեմայի ընտրության էջը: Այստեղ պակտկերված են 4 դասական մոդելների անվանումները, որոնցից մեկը պետք է ընտրի օգտվողը՝ համապատասխան հետազոտություններ կատարելու համար: Նկ.2-ում պատկերված է ընտրված սխեմաներից մեկը: Այս սխեման պարունակում է դիմադրություններ և ունակություններ, որոնք, կախված

կենսաբանական հյուսվածքից, կարող են փոփոխվել: Առկա են հատուկ մուտքագրման հատվածներ, որոնցում օգտատերը կարող է մուտքագրել սխեմայի մուտքային լարման, հոսանքի և հաճախության արժեքները: Կախված դրանց արժեքներից՝ ելքային ազդանշանը կարող է փոփոխվել: Նկ.3-ում բերված է հետազոտվող սխեմաներից մեկը, որի պարամետրերը փոփոխելու համար անհրաժեշտ է սեղմել համապատասխան տարրի վերևում գտնող ստեղնը, որից հետո բացվում է համապատասխան պատուհանը՝ էլեկտրական տարրի արժեքն ընտրելու համար:

Նկ.4-ում ներկայացված է վերը նշված արժեքների հիման վրա կառուցված իմպենդանսի կախվածությունը մուտքային հոսանքի հաճախությունից: Աշխատանքային գործընթացի ժամանակ ավտոմատացված համակարգը թույլ է տալիս կատարել մոդելի ընտրություն՝ կախված կենսահյուսվածքի տեսակից, կատարում է դինամիկական հաշվարկներ, երբ մոդելավորման ժամանակ փոփոխվում են հետազոտվող մոդելների պարամետրերը, և թույլ է տալիս դինամիկորեն պատկերել այդ փոփոխությունները գրաֆիկով:

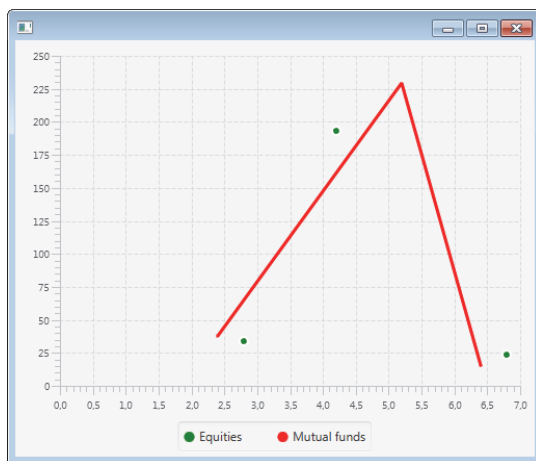


Նկ. 1. Հետազոտվող մոդելի ընտրության էջը



Նկ. 2. Ընդարված մոդելի նախնական տեսքը և տրվող պարամետրերի պատուհանները

Նկ. 3. Ընդարված էլեկտրական տարրի արժեքի փոփոխման պատուհանը



Նկ. 4. Սխեմայի դիմադրության կախվածությունը մուտքային հոսանքի հաճախությունից

Ծրագրային փաթեթի աշխատանքի սկզբունքը: Քանի որ ծրագրային փաթեթն աշխատում է Java ծրագրային լեզվով, ապա ցանկացած բանաձևի հաշվարկ կատարվում է համակարգչով, և համապատասխանաբար՝ բանաձևերը փոխարինվում են ծրագրային գործիքներով: Եթե դիտարկենք համակարգի մեջ գտնվող բանաձև, ապա այն կունենա հետևյալ տեսքը՝

```
z = 1 / ((1 / (double)
r1_ModuleComboBox.getSelectionModel().getSelectedItem())
+ Math.pow(((double)
r2_ModuleComboBox.getSelectionModel().getSelectedItem()
+ 1 / (f * pi * (double)
c2_ModuleComboBox.getSelectionModel().getSelectedItem()), -1));
```

Ֆրիկե – Մորզեի մոդելին հանգեցված մոդելի ծրագրային տեսքը հետևյալ բանաձևի համարժեք փոխարինողն է՝

$$Z = R_1 + \left(\frac{1}{R_2 + j\omega C_2} \right)^{-1}$$

Ֆրիկե – Մորզեի մոդելին հանգեցված մոդելի ծրագրային տեսքն է՝

```
z = (double) r1_ModuleComboBox.getSelectionModel().getSelectedItem()
+ Math.pow(1 / (double)
r2_ModuleComboBox.getSelectionModel().getSelectedItem() +
f * pi * (double)c2_ModuleComboBox.getSelectionModel().getSelectedItem(), -1);
```

Ֆրիկե – Մորզեի մոդելի դասական տեսքն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

$$Z = 1 / \left(\left(\frac{1}{R_1} \right) + \left(R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} \right)^{-1} \right)$$

Եզրակացություն: Աշխատանքի արդյունքում ստեղծվել է կենսաբանական հյուսվածքների մոդելների հետազոտման և մոդելավորման համար Multisim ծրագրային փաթեթի հիման վրա ավտոմատացված համակարգ: Համակարգի իրականացումը Java ծրագրային լեզվով հնարավորություն է տալիս կատարել կենսաբանական հյուսվածքների մոդելների տարրերի պարամետրերի ճշգրիտ ընտրության:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Խաչիկյան Լ.Է.** Կենսաբանական հյուսվածքներին համարժեք սխեմաների համեմատական վերլուծություն// Գիտական հոդվածների ժողովածու / Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: -Եր.: Ճարտ., 2016.-Մաս 1. -էջ 252-259:
2. **Зуев А.Л., Судаков А.И., Шакиров Н.В.** Тожественные электрические модели биологических объектов// Российский журн. биомеханики.-2014.-Т.18, № 4. - С. 491-497.
3. Эквивалентные электрические модели биологических объектов / **А.Л. Зуев, В.Ю. Мишланов, А.И. Судаков** и др. //Российский журн. биомеханики.-2012.- Т. 16, № 1. - С. 110–120.
4. **Цветков А.А.** Биоимпендансные методы контроля системой гемодинамики. – М.: Слова, 2010. -330 с.
5. **Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобрийская И.Г., Руднев С.Г.** Биоимпендансный анализ состава тела. – М.: Наука, 2009. – 404 с.

Օ.Ա. ՍԵՏՐՍՅԱՆ, Լ.Է. ԽԱՇԻԿՅԱՆ, Գ.Ա. ԽԱԼԱՏՅԱՆ

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Разработана автоматизированная система на основе программного пакета Multisim для исследования и моделирования разных биологических тканей. Приведены схемы автоматизированной системы и окна изменения параметров модели.

Ключевые слова: биологическая ткань, модель, система, моделирование, схема.

O.H. PETROSYAN, L.E. KHACHIKYAN, G.A. KHALATYAN

DEVELOPING AN AUTOMATED SYSTEM FOR INVESTIGATING MODELS OF BIOLOGICAL TISSUES

For studying and modeling various biological tissues based on Multisim software package an automated system is developed. The diagrams of the automated system and the change windows of the model parameter are introduced.

Keywords: biological tissue, model, system, modelling, circuits.