

## Ն.Հ. ՉՈՒԽԱՋՅԱՆ

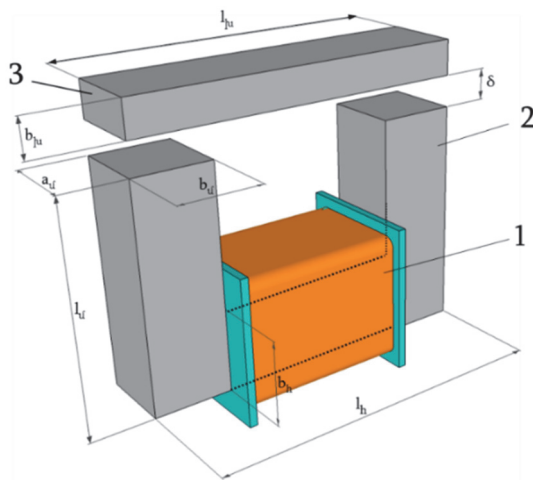
**«ՄԱԳԼԵՎ» ԳՆԱՑՔԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԿԱԽՈՑԻ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ  
ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳ**

Քննարկվել են «մագլև» գնացքի էլեկտրամագնիսական կախոցի նախագծման խնդրի առանձնահատկությունները: Մշակվել է ծրագրային գործիք, որը հնարավորություն է տալիս ավտոմատացնել էլեկտրամագնիսական կախոցի նախագծման գործընթացը՝ մուտքային պարամետրերի արժեքների առաջադրմամբ և կախոցի բնութագրական մեծությունների արժեքների որոշմամբ: Մշակված ավտոմատացված համակարգում լուծվում են կախոցի նախագծման ուղիղ և հակադարձ խնդիրները, հաշվարկվում են կառավարման փաթույթի պարամետրերը, օպտիմալացվում են բնութագրական մեծությունների արժեքները: Ներկայացվում են համակարգի կառուցվածքային սխեմաները և դասերը:

**Առանցքային բառեր.** «մագլև» գնացք, էլեկտրամագնիսական կախոց, ծրագրային գործիք, ավտոմատացված նախագծման համակարգ, մաթեմատիկական մոդել, կառուցվածքային սխեմա, նպատակային ֆունկցիա:

**Ներածություն:** «Մագլև» տիպի արագընթաց գնացքները, ի տարբերություն սովորական գնացքների, որոնց անիվները գլորվում են երկաթգծի վրայով, «ճախրում» են գնացքի և շարժուղու միջև ձևավորված օդային շերտի վրայով [1-8]: Այս գնացքները շարժուղուց վեր են բարձրացվում և շարժման ընթացքում շարժուղու նկատմամբ որոշակի բարձրությամբ պահպանվում էլեկտրամագնիսական կախոցի միջոցով. էլեկտրամագնիսի մագնիսալարի բևեռների և խարսխի միջև գործող էլեկտրամագնիսական ուժը ձգում է մագնիսալարը դեպի խարսխը և դրանով իսկ տեղաշարժում խարսխին կցված (հենված) գնացքի շարժակազմն ու այն վեր բարձրացնում շարժուղուց: Բնականաբար, գնացքը բարձրացնելու համար այդ ուժի արժեքը պետք է գերազանցի կախոցի մագնիսալարի հակազդող ուժի արժեքը՝ գնացքի կշիռը, իսկ գնացքը որոշակի դիրքում կայուն պահելու համար էլեկտրամագնիսական ուժի արժեքը պետք է հավասարվի հակազդող ուժի արժեքին [8]: Նկ. 1-ում պատկերված է «մագլև» գնացքի էլեկտրամագնիսական կախոցը, որի նախագծման ընթացքում որոշվում են էլեկտրամագնիսի չափերը, ընտրվում անհրաժեշտ նյութերը, հաշվարկվում բնութագրական մեծությունների արժեքները, ստուգվում և ապահովվում սարքի աշխատունակության համար անհրաժեշտ

պայմանները: Մեր նախորդ աշխատություններում, կախոցի նախագծման արդիական ու կարևոր խնդրի լուծման նպատակով, կազմվել են կախոցի մագնիսական շղթայի փոխարինման սխեման և մաթեմատիկական մոդելը, էլեկտրամագնիսի կառավարման փաթույթի մագնիսաշարժ ուժի (ՄՇՈՒ) բնութագրական արժեքների որոշման և կառավարման փաթույթի հաշվարկի եղանակները, ձևակերպվել և գենետիկական ալգորիթմի կիրառմամբ լուծվել է կախոցի օպտիմալ նախագծման խնդիրը [5-8]:



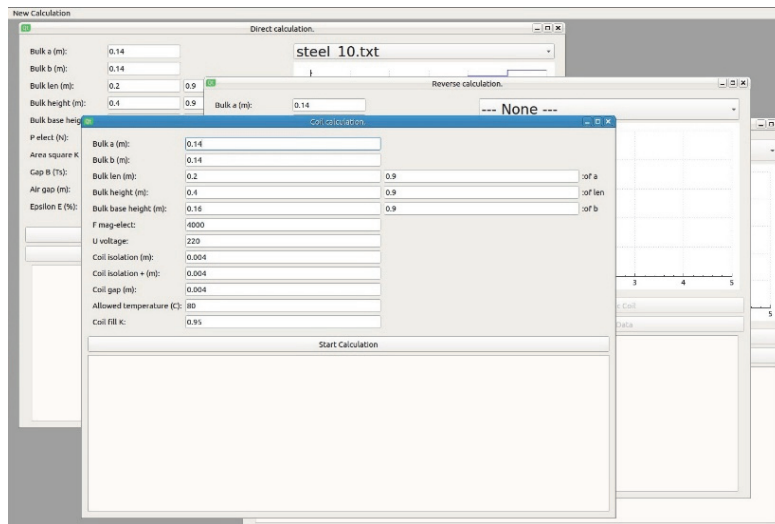
*Նկ.1. Նախագծվող էլեկտրամագնիսական կախոցի կառուցվածքային սխեման.  
1-կառավարման փաթույթ (տեղադրված է մագնիսալարի հիմքի վրա), 2 - միջուկ,  
3 - խարսխ,  $l_h$  - խարսխի երկարությունը,  $b_h$  - խարսխի հաստությունը,  $a_v$  - միջուկի  
հաստությունը,  $b_v$  - միջուկի լայնությունը,  $l_v$  - միջուկի երկարությունը,  $l_h$  - հիմքի  
երկարությունը,  $b_h$  - հիմքի հաստությունը,  $\delta$  - աշխատանքային օդային բացակների չափը  
(երկարությունը)*

**Նախագծման ավտոմատացման համակարգը:** Այս աշխատանքում նկարագրվում է էլեկտրամագնիսական կախոցի ավտոմատացված նախագծման համակարգը, որը ստեղծվել է վերը շարադրված հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա: Մշակված համակարգը հնարավորություն է տալիս առաջադրված պայմաններին համապատասխան նախագծել «մագլև» գնացքի շահագործման համար պիտանի էլեկտրամագնիսական կախոց՝ օգտագործվող նյութերի և սարքի շահագործման համար պահանջվող էլեկտրական հզորության նվազագույն արժեքներով: Նախագծման ավտոմատացված համակարգն իրականացվել է C++ ծրագրավորման լեզվով և բաղկացած է 3 հիմնական ֆունկցիոնալ շերտերից.

- գրաֆիկական ինտերֆեյսի միջոցով տվյալների մուտքագրման և արդյունքների արտածման շերտ,

- տվյալների վավերացման շերտ,  
 - միջուկ, որը պատասխանատու է բոլոր անհրաժեշտ հաշվարկների կատարման համար:

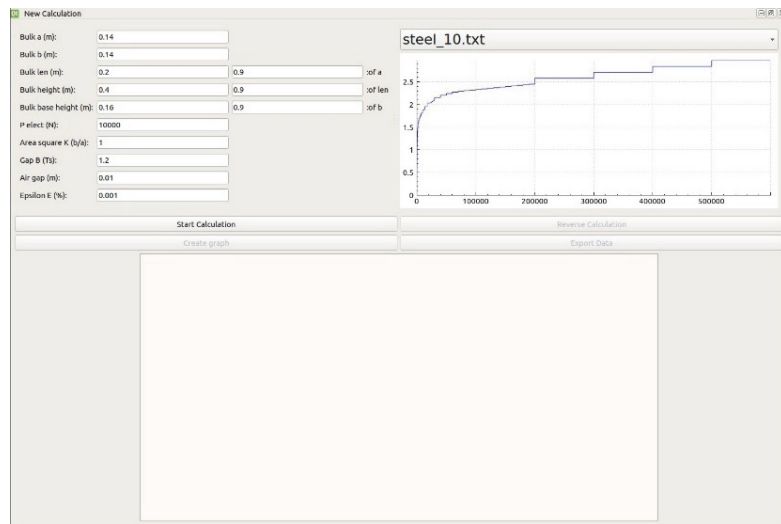
**Գրաֆիկական ինտերֆեյսը:** Գրաֆիկական շերտը նախագծողի և ավտոմատացված համակարգի երկխոսությանը հարմարեցված ինտերֆեյս է, որն ամբողջությամբ իրականացվել է Qt գրաֆիկական տարրերի գրադարանի միջոցով: Համակարգի մեկնարկի պահից բացվում է հիմնական պատուհանը (նկ. 2), որը նախագծողին լուծվող խնդրի տեսակն ընտրելու հնարավորություն է տալիս: Խնդիրները չորսն են՝ էլեկտրամագնիսական կախոցի նախագծման ուղիղ խնդիր [5], նախագծման հակադարձ խնդիր [5], կախոցի կառավարման փաթույթի նախագծային հաշվարկ [6], էլեկտրամագնիսական կախոցի բնութագրական մեծությունների օպտիմալացում [7]:



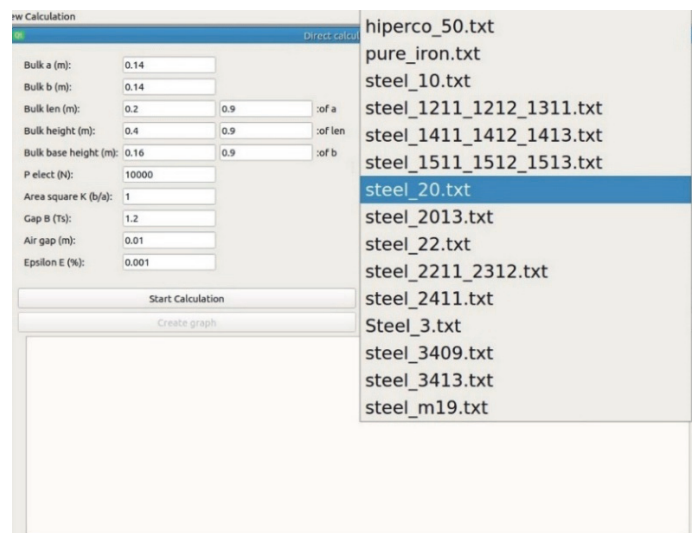
Նկ.2. Հիմնական պատուհանը

Խնդրի տեսակի ընտրությունից հետո բացվում է նոր համապատասխան պատուհան (նկ. 3), որը նախագծողին հնարավորություն է տալիս՝ մուտքագրելու էլեկտրամագնիսական նախագծվող կախոցի պարամետրերի մուտքային արժեքները: Խնդրի տեսակից կախված՝ մուտքային պարամետրերը կարող են տարբեր լինել, օրինակ, ուղիղ խնդրի լուծման համար պահանջվող պարամետրերն են՝ կախոցի զարգացրած էլեկտրամագնիսական ուժի արժեքը, ինդուկցիայի արժեքը, պողպատի տեսակը: Այս տվյալները բավարար են, որպեսզի մշակված համակարգն ավտոմատ կերպով որոշի էլեկտրամագնիսի խարսխի երկարությունը, խարսխի հաստությունը, միջուկի հաստությունը, միջուկի լայնությունը, միջուկի երկարությունը, հիմքի երկարությունը, հիմքի հաստությունը, աշխատանքային

օդային բացակների չափը (նկ. 3): Ցանկության դեպքում նախագծողը հնարավորություն ունի բոլոր նշված պարամետրերի արժեքները մուտքագրել նաև ինքնուրույն, որի համար առկա են համապատասխան անուններով գրաֆիկական տարրեր, որոնք կցված են նոր բացված պատուհանին (նկ. 4):



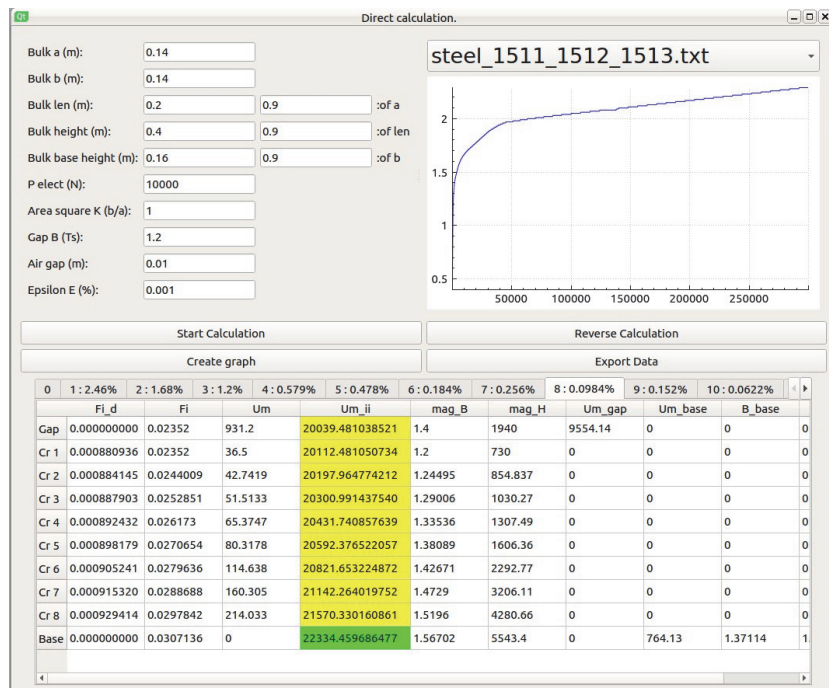
Նկ.3. Ուղիղ խնդրի պատուհանը



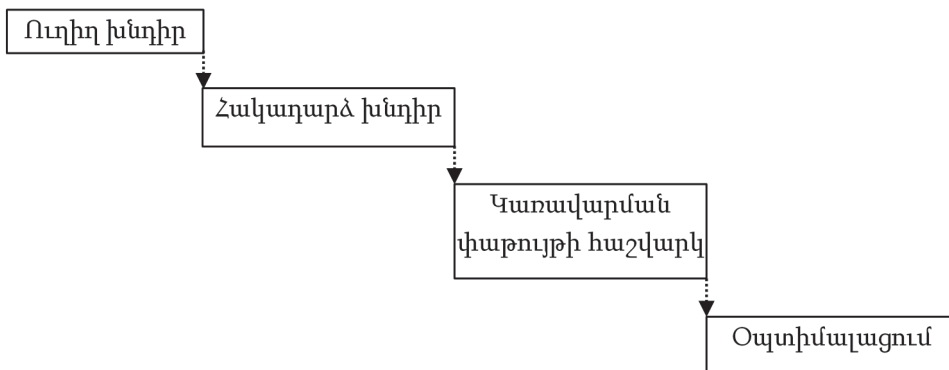
Նկ.4. Պարամետրերի արժեքների և պողպատի տեսակի ընտրության պատուհանը

Բոլոր անհրաժեշտ արժեքները մուտքագրելուց հետո սկսում է աշխատել տվյալները վավերացնող բլոկը, որը մուտքագրված տվյալների վավեր լինելու դեպքում ակտիվացնում է «հաշվարկել» կոճակը (ավտոմատացված համակարգի

երկրորդ շերտ): Միավ մուտքագրված արժեքների դեպքում այն նախագծողին հուշում է մուտքագրված տվյալների սխալ լինելու մասին՝ ուղղակիորեն ակտիվացնելով այն դաշտը, որը սխալ է պարունակում: Նշված «հաշվարկել» կոճակի սեղմումով սկսվում է խնդրի լուծման գործընթացը, իսկ լուծման արդյունքներն արտածվում են համապատասխան աղյուսակների տեսքով (նկ. 5): Այնուհետև նույն պատուհանում ակտիվանում է հաջորդ խնդրին անցման կոճակը: Խնդիրների լուծման հերթականությունը ցույց է տրված նկ.6-ում:

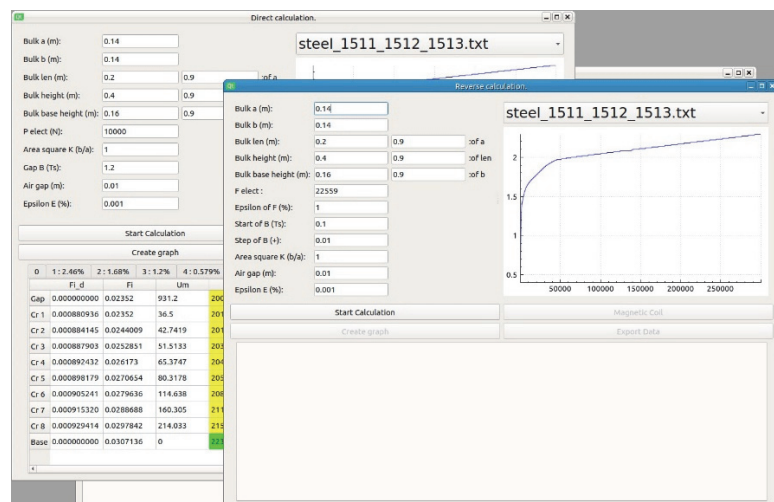


Նկ.5. Խնդրի լուծման արդյունքների պատուհանը



Նկ.6. Համակարգում լուծվող խնդիրները և դրանց հերթականությունը

Այսպիսով, եթե նախագծողը լուծել է էլեկտրամագնիսական կախոցի ուղիղ խնդիրը, ապա այդ դեպքում «անցում դեպի հաջորդ խնդիր» կոճակը բացում է հակադարձ խնդրի լուծման համար նախատեսված պատուհանը (նկ. 7): Նոր պատուհանում մուտքային պարամետրերի համար նախատեսված դաշտերում ավտոմատ կերպով լրացվում են ուղիղ խնդրի ժամանակ մուտքագրված և լուծման ընթացքում ստացված համապատասխան արժեքները, ինչը նախագծողին ընձեռում է հերթական խնդրի լուծման գործընթացը սկսելու հնարավորություն:



Նկ.7. Հակադարձ խնդրի լուծման պատուհանը

**Ավտոմատացված համակարգի միջուկը:** Էլեկտրամագնիսական կախոցի նախագծման բոլոր չորս խնդիրները (նկ.6) լուծվում են ավտոմատացված համակարգի երրորդ շերտում՝ միջուկում: Այստեղ էլեկտրամագնիսական կախոցը և դրա բաղադրիչները ներկայացված են համապատասխան դասերի միջոցով: Նկարագրենք էլեկտրամագնիսական կախոցի նախագծման թվարկած չորս խնդիրների լուծման մեթոդները:

Ուղիղ խնդրի լուծման նպատակը էլեկտրամագնիսական կախոցի մագնիսաշարժ ուժի այն արժեքի որոշումն է, որն անհրաժեշտ է գնացքի առաջադրված զանգվածը առաջադրված բացակի չափով օդում պահելու համար: Խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ է առաջադրել հետևյալ մուտքային տվյալները՝ վագոնի կշիռը, մեկ վագոնի կախոցների քանակը, էլեկտրամագնիսական կախոցի աշխատանքային օդային բացակի չափը, էլեկտրամագնիսական կախոցի չափերը, մագնիսալարի պողպատի տեսակը և հաշվարկների անհրաժեշտ ճշգրտությունը:

Ավտոմատացված համակարգում պարամետրերը ներկայացվում են mag\_suspension դասին պատկանող անդամների տեսքով [9], որի նպատակն է

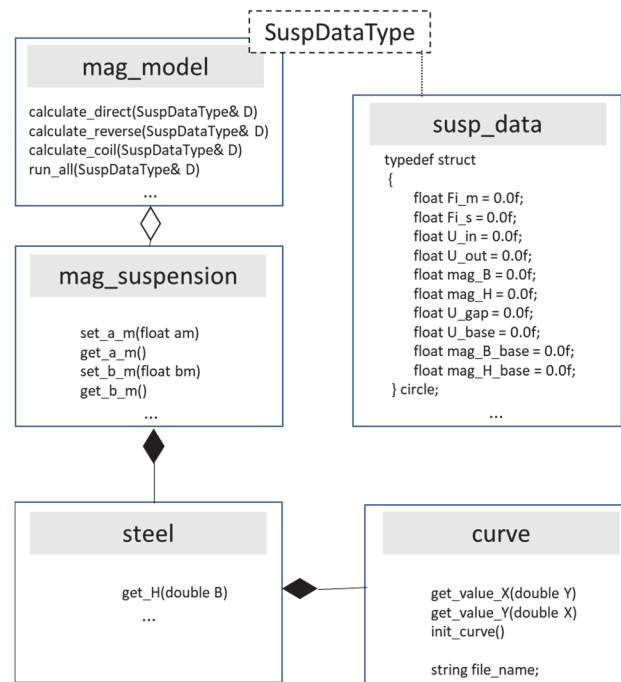
նկ.1-ում պատկերված կախոցի և դրան համապատասխան պարամետրերի ներկայացումը: `mag_suspension` դասի օբյեկտը `mag_model` դասի անդամ է և օգտագործվում է համապատասխան հաշվարկներ կատարելու համար: `mag_model` դասը էլեկտրամագնիսական կախոցի [5]-ում նկարագրված մաթեմատիկական մոդելի իրականացումն է C++ ծրագրավորման լեզվի միջոցով [9-11]: Այդ դասի հիմնական նպատակը համապատասխան ինտերֆեյսի ապահովումն է էլեկտրամագնիսական կախոցի ուղիղ և հակադարձ խնդիրների լուծման, ինչպես նաև կառավարման փաթույթի հաշվարկման համար: Թվարկված խնդիրների լուծման ընթացքում ստացված բոլոր արդյունքները պահպանվում են `susp_data` տիպի ստրուկտուրայում, որի օբյեկտը փոխանցվում է `mag_model`-ին համապատասխան ինտերֆեյսի միջոցով՝ `calculate_direct` [9, 10]: Այսպիսով, ուղիղ խնդիրը լուծելու համար անհրաժեշտ է `mag_suspension` դասի և `susp_data` ստրուկտուրայի օբյեկտները փոխանցել `mag_model` դասի օբյեկտին այդ դասի համապատասխան ինտերֆեյսի միջոցով, իսկ հաշվարկների ավարտից հետո արդյունքները հասանելի կլինեն փոխանցված `susp_data` ստրուկտուրայի օբյեկտի միջոցով:

Հակադարձ խնդիրը ուղիղ խնդրի լուծման ստուգողական հաշվարկն է [5], և ուղիղ խնդրի լուծման ընթացքում ստացված արդյունքները հակադարձ խնդրի մուտքային տվյալներն են: Այս դեպքում մագնիսաշարժ ուժի հաշվարկված արժեքի հիման վրա որոշվում է էլեկտրամագնիսական ուժի այն արժեքը, որը կարող է զարգացնել նախագծվող կախոցը [5]: Ավտոմատացված համակարգի միջոցով հակադարձ խնդիրը լուծելու համար հարկավոր է ուղիղ խնդիրը լուծելուց հետո կանչել `mag_model` դասի համապատասխան ֆունկցիան՝ `calculate_reverse`, փոխանցելով `susp_data` ստրուկտուրայի այն օբյեկտը, որը փոխանցվել էր ուղիղ խնդիրը լուծելու համար, քանի որ այդ `susp_data` օբյեկտի այն դաշտերի արժեքները, որոնք անհրաժեշտ են հակադարձ խնդրի լուծման համար, նախապես հաշվարկվել և սկզբնարժեքավորվել են ուղիղ խնդրի լուծման ժամանակ:

Հակադարձ խնդրի լուծման ընթացքում ստացված արժեքները նույնպես պահպանվում են `susp_data` ստրուկտուրայի օբյեկտի համապատասխան դաշտերում և այդ օբյեկտի միջոցով փոխանցվում կառավարման փաթույթը հաշվարկելու [6] համար նախատեսված `mag_model` դասի `calculate_coil` ֆունկցիային ու կառավարման փաթույթի հաշվարկի ավարտից հետո հասանելի են դառնում նույն `susp_data` ստրուկտուրայի օբյեկտի միջոցով:

Նշենք, որ `susp_data` ստրուկտուրան շատ կարևոր նշանակություն ունի վերը նշված խնդիրների լուծման ժամանակ՝ անհրաժեշտ մուտքային տվյալների և խնդրի լուծման արդյունքների պահպանման համար: Այս խնդիրների լուծման համար ավտոմատացված համակարգի համապատասխան հատվածն ունի նկ. 8-ում պատկերված կառուցվածքը [9, 12]: Այստեղ `steel` դասը ներկայացնում է մագնի-

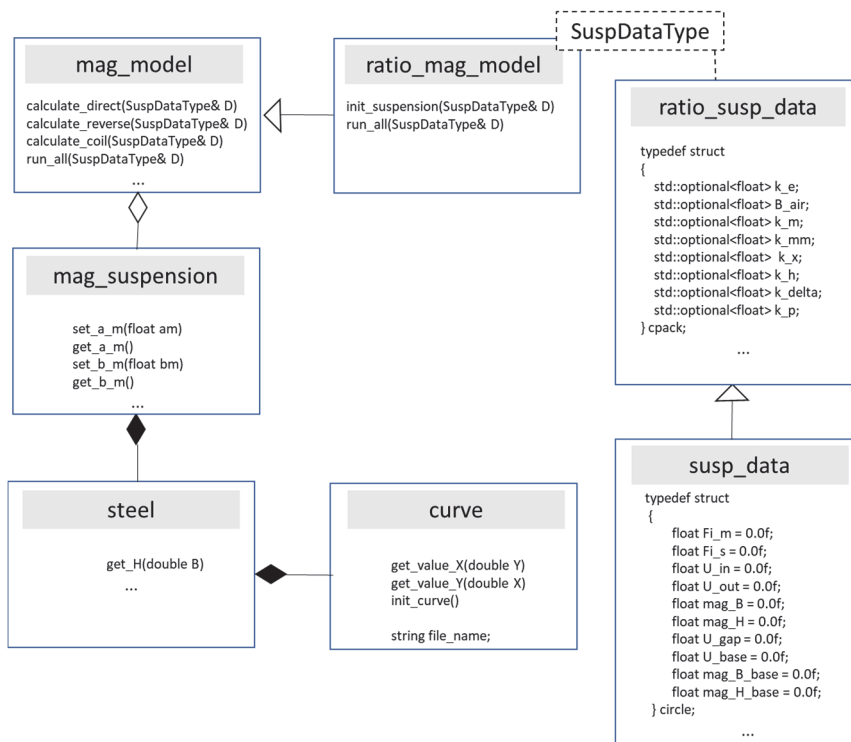
սալարի համար ընտրված պողպատի տեսակը: Նշենք, որ նախագծվող համակարգի համար ստեղծվել է պողպատի տեսակների գրադարան, և կախոցը նախագծող ինժեներին հնարավորություն է տրվում ընտրել համապատասխան տեսակը: Իր հերթին steel դասն ընդգրկում է curve դասի օբյեկտ, որն օգտագործվում է մագնիսալարի համար ընտրված պողպատի մագնիսական կորը ներկայացնող մագնիսական լարվածության և մագնիսական ինդուկցիայի արժեքները որոշելու համար:



Նկ. 8. Էլեկտրամագնիսական կախոցի ուղիղ և հակադարձ խնդիրների լուծման համար նախատեսված ավտոմատացված համակարգի հատվածի կառուցվածքի UML ներկայացումը

Հերթական խնդիրը, որը կարող է լուծել մշակված ծրագրային գործիքը, էլեկտրամագնիսական կախոցի օպտիմալ բնութագրերի որոշումն է [10]: Այս նպատակով mag\_model դասն ընդարձակվել է նոր` ratio\_mag\_model ժառանգ դասի սահմանման միջոցով, որը հնարավորություն է տալիս հատուկ եղանակով սկզբնարժեքավորել mag\_suspension դասի օբյեկտը: Այն սկզբնարժեքավորվում է էլեկտրամագնիսական կախոցի չափերի միջև հարաբերությունները նկարագրող գործակիցների միջոցով [7], որոնց արժեքները ընտրվում են նախապես սահմանված տիրույթից և պահպանվում susp\_data դասի ժառանգ ratio\_susp\_data դասի միջոցով: ratio\_susp\_data դասի օբյեկտը փոխանցվում է ratio\_mag\_model դասին` էլեկտրա-

մագնիսական կախոցի ուղիղ, հակադարձ խնդիրների լուծման և կառավարման փաթույթի հաշվարկները կատարելու համար, որպեսզի հաջորդ փուլում լուծվի օպտիմալացման խնդիրը (նկ. 9) [9-13]:



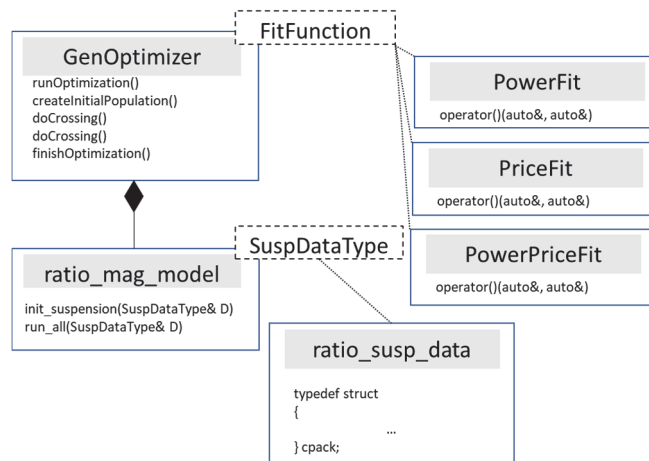
Նկ.9. ratio\_mag\_model և ratio\_susp\_data դասերի կառուցվածքի UML ներկայացումը

Որպես օպտիմալացման խնդրի լուծման ալգորիթմ օգտագործվում է գենետիկ ալգորիթմը [7], իսկ դրա իրականացումը ավտոմատացված համակարգում ներկայացնելու համար սահմանվում է GenOptimizer դասը, որն իրականացնում է գենետիկ ալգորիթմի բոլոր անհրաժեշտ գործառնությունները՝ նախնական պոպուլյացիայի ստեղծումը, խաչասերումը, մուտացիան, առանձնյակների ընտրումն և տեղաբաշխումն արդեն գոյություն ունեցող պոպուլյացիայում [9-11]: Այս դասը օգտագործողին հնարավորություն է տալիս հանձնարարել նախընտրած նպատակային ֆունկցիան, սկզբնական պոպուլյացիայի մեծությունը և յուրաքանչյուր իտերացիայի ընթացքում խաչասերվող առանձնյակների քանակը:

Նպատակային ֆունկցիաները օգտագործողի կողմից սահմանված հատուկ դասեր են (ֆունկտոր) [12]: Ավտոմատացված համակարգում լուծվում են սահմանված երեք նպատակային ֆունկցիաներով օպտիմալացման խնդիրներ՝ կախոցի նվազագույն էլեկտրական հզորության որոշում, կախոցի ակտիվ նյութերի (պղինձ և

պողպատ) նվազագույն գնի որոշում և նվազագույն միջին քառակուսային շեղումներն ապահովող բազմաչափանիշային օպտիմալացման խնդրի լուծում:

Օպտիմալացման գործընթացը սկսելու համար ստեղծվել է GenOptimizer դասի օբյեկտ՝ փոխանցելով նպատակային ֆունկցիայի տիպը: Այդ օբյեկտի միջոցով կանչվում է runOptimization համապատասխան անդամ-ֆունկցիան: Օպտիմալացման ալգորիթմի առավելագույն իտերացիաների քանակը [10] պատկերված օրինակում հազար է, սա GenOptimizer դասում սահմանված նախնական արժեքն է, որը օգտագործողը կարող է փոխել համապատասխան ինտերֆեյսի միջոցով: Օպտիմալացման գործընթացը ավարտելուց հետո ծրագիրը վերջնական արդյունքն արտածում է էկրանին կամ գրում է հանձնարարված ֆայլում: Այստեղ պահպանված արդյունքները կարող են օգտագործվել որպես սկզբնական պոպուլյացիայի արժեքներ՝ հերթական օպտիմալացման գործընթացի ժամանակ: GenOptimizer դաս պոպուլյացիայի կառուցվածքը ներկայացված է նկ. 10-ում [10, 12-16]:



Նկ. 10. Ավտոմատացված համակարգի GenOptimizer դասի կառուցվածքի UML ներկայացումը

**Եզրակացություն:** Այսպիսով, մշակվել է ավտոմատացված համակարգ, որը հնարավորություն է տալիս նախագծել «մագլև» գնացքի էլեկտրամագնիսական կախոցը, լուծել նախագծման ուղիղ և հակադարձ խնդիրները, որոշել կառավարման փաթույթի պարամետրերի արժեքները, ինչպես նաև հաշվարկել կախոցի բնութագրերի օպտիմալ արժեքները՝ հանձնարարված նպատակային ֆունկցիաների համար:

Աշխատանքը կատարվել է Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի «Ավտոմատացում և էլեկտրամագնիսական համակարգեր» բազային գիտահետազոտական լաբորատորիայում:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Hyung-Woo Lee, Ki-Chan Kim, Ju Lee.** Review of Maglev Train Technologies Korea// IEEE Transactions on Magnetics.- 2006. - Vol. 42, N 7.-P. 1917-1925.
2. **Kim, Mooncheol Won** Design and Control of Levitation and Guidance Systems for a Semi-High-Speed Maglev Train // Journal of Electrical Engineering and Technology.- 2017. - N 12(1). – P. 117-125.
3. **Գրիգորյան Ա.Խ., Ավետիսյան Ա.Գ., Շահբազյան Ա.Ա., Ապետյան Ն.Ց.** Էլեկտրամագնիսական կախոցի ավտոմատացված նախագծման համակարգ // ՀՀ ԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղեկագիր. Տեխնիկական գիտությունների սերիա. – 2016. - Հ. LXIX, N 3. - էջ 315-325:
4. **Գրիգորյան Ա.Խ., Ապետյան Ն.Ց.** Մագնիսական բարձով արագընթաց գնացքներ // Գիտության աշխարհում. - 2017. - 1.- էջ 58-62:
5. **Գրիգորյան Ա.Խ., Զուխաջյան Ն.Հ.** «Մազլև» գնացքի կախոցի էլեկտրամագնիսական համակարգի մագնիսական շղթայի փոխարինման սխեման և մաթեմատիկական մոդելը // ՀՀ ԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղեկագիր. Տեխնիկական գիտությունների սերիա. – 2019. - Հ. LXXII, N 1. – էջ 47-56:
6. **Чухаджян Н.Г.** К расчету обмотки управления электромагнитного подвеса поезда МАГЛЕВ // Сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции ИНФО-2020. -2020. - С. 316-319.
7. **Чухаджян Н.Г., Григорян А.Х., Аветисян А.Г.** Оптимальное проектирование электромагнитного подвеса поезда “МАГЛЕВ” с применением генетического алгоритма // Вестник НПУА: Информационные технологии, электроника, радиотехника. -2022. –N2.- С. 23-32.
8. **Գրիգորյան Ա.Խ., Զուխաջյան Ն.Հ.** «Մազլև» գնացքի էլեկտրամագնիսական կախոցի կառավարման փաթեթի ՄՇՈՒ-ի բնութագրական արժեքների որոշումը //ՀՃԱ Լրաբեր. – 2019. - Հ. 16, հ. 2. – էջ 167-171:
9. **Hiller S.F., Gerald J.L.** Introduction to operations research. – New York: McGraw-Hill, 2014. -1050 p.
10. **Jensen A. Paul, Jonathan B.** Operations Research: Models and Methods. - John Wiley & Sons, Australia, 2002. - 675 p.
11. **Hakanen Jussi, Allmendinger Richard.** Multiobjective optimization and decision making in engineering sciences // Optimization and Engineering. – 2021. -22. –P.1031-1037.
12. **Meyers S.** Effective Modern C++. - O'Reilly Media, Inc., 2014. - 319p.
13. **Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J.** Design Patterns: Elements of reusable object-oriented software. - Addison-Wesley, Nov. 2000. – 416p.
14. **Marius Bancila.** Modern C++ Programming Cookbook. - Packt Publishing, 2020. -430p.
15. **Fedor Pikus.** Hands-on Desing Patterns with C++. - Packt Publishing, 2019. -512p.
16. **Robert Martin.** The Clean Coder: A Code of Conduct for Professional Programmers. – Pearson, 2011. -210p.

VMS Software Inc. Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 18.07.2023:

**Н.Г. ЧУХАДЖЯН**

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОДВЕСА ПОЕЗДА “МАГЛЕВ”**

Обсуждены особенности проектирования электромагнитного подвеса поезда “Маглев”. Разработан инструмент программного обеспечения, позволяющий автоматизировать процесс проектирования электромагнитного подвеса с заданием значений входных параметров и определением значений характерных величин подвеса. В разработанной автоматизированной системе решаются прямая и обратная задачи проектирования электромагнитного подвеса, определяются параметры обмотки управления, оптимизируются значения характерных величин. Представлены структурные схемы и классы системы.

**Ключевые слова:** поезд “Маглев”, электромагнитный подвес, программный инструмент, автоматизированная система проектирования, математическая модель, структурная схема, целевая функция.

**N.H. CHUKHAJYAN**

**AN AUTOMATED SYSTEM FOR DESIGNING THE  
ELECTROMAGNETIC SUSPENSION OF THE TRAIN “MAGLEV”**

The design features of the electromagnetic suspension of the Maglev train are discussed. A software tool has been developed, allowing to automate the process of designing the electro-magnetic suspension by setting the values of the input parameters and determining the values of the characteristic quantities of the suspension. In the developed automated system, the direct and reverse tasks of designing an electromagnetic suspension are solved, the parameters of the control winding are determined, the values of the characteristic quantities are optimized. Block diagrams schemes and system classes are presented.

**Keywords:** “Maglev” train, electromagnetic suspension, software tool, automated design system, mathematical model, block diagram, objective function.