

**Վազգեն Առստամյան, Արթուր Մնացականյան
ԱրՊՀ Կիրառական մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոն
Գուրգեն Դալլաքյան,
ՀՊՄՀ, ինֆորմատիկայի և դրա դաս. մեթոդիկայի ամբիոնի դոցենտ**

ՕՐԱԳՐԱՎՈՐՄԱՆ ԴԱՍՏԱՎՈՐՄԱՆ ՆՈՐԱԳՈՒՅՆ ՄՈՏԵՑՈՒՄՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Սույն հոդվածում փորձ է արվում ընդհանրացնել ծրագրավորման ուսուցման հիմնախնդիրների վերաբերյալ արևմտյան երկրների ներկայիս մոտեցումները: Այդ նկատառումներով ուսումնասիրվել և վերլուծվել են որոշ ատենախոսական հետազոտություններ:

Բանալային բառեր. ծրագրավորման ուսուցման մեթոդիկա, կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածության տեսություն, ծրագրերի իրականացման վիզուալ իմիտացիա, վեբ-կոդմոնոթշված միջավայր

**Вазген Арстамян, Артур Мнсакакян
кафедра прикладной математики и информатики АГУ
Гурген Даллакян,
доцент кафедры информатики и методов ее преподавания АГПУ**

ОБ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДАХ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Данная статья представляет собой попытку обобщить текущую позицию западных стран по вопросу обучения программированию. Эти соображения изучены и проанализированы некоторые тезис исследования.

Ключевые слова: методы учебного программирования, нагрузка когнитивной теории, имитация визуальных программ, веб-среда

**Vazgen Arstamyan, Arthur Mnatsakanyan
The Department of Applied Mathematics and Informatics, ASU
Gurgen Dallakyan,
The Chair of Informatics and Methods of its of teaching, ASPU**

THE INNOVATIVE APPROACHES OF TEACHING PROGRAMMING

This article is an attempt to summarize the current position of the Western countries on the issue of programming training. These considerations are studied and some thesis research are analyzed.

Keywords: methods of learning programming, cognitive theory load, visual program simulation, web-based environment

Ներկայումս գոյություն ունեն ծրագրավորման ուսուցման բազմաթիվ մոտեցումներ: Այդ բնագավառում այլևս հայտնի աշխատանքներ են համարվում Մ.Ե. Կասփերսենի, Բ.Մ. Հենքոբի, Յ. Սորվայի, Ա. Էքերդալի, Փ.Դ.ԴեՊասկուալեի ատենախոսությունները: Քննարկենք նշված արդյունքներում ներկայացված մոտեցումները:

Մ.Ե. Կասփերսենի [1] կողմից նկարագրված ծրագրավորման ուսուցման մեթոդիկան հիմնված է կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածության տեսության վրա: Նշենք, որ կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածությունը դա խնդրի լուծման և հետազոտման պրոցեսի ընթացքում աշխատանքային հիշողության վրա ընկած ծանրաբեռնվածությունն է: Համաձայն կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածության տեսության ֆունդամենտալ աքսիոմի՝ ուսուցման արդյունքը լինում է լավագույնը, երբ որ կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածությունը լիարժեք է օգտագործում աշխատանքային հիշողության այն մասը, որն անհրաժեշտ է գիտելիքների արդյունավետ ձեռքբերման համար: Այսինքն, չափազանց մեծ, կամ չափազանց փոքր ծանրաբեռնվածությունը բերում է ոչ ցանկալի արդյունքի: Հետևաբար, ուսուցման օպտիմիզացիայի համար պետք է հասնել կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածության հավասարակշռմանը:

Ներկայումս կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածությունը (L) բաժանվում է երեք կատեգորիաների.

1. օտար կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածություն (E) - ծանրաբեռնվածություն, որը խոչնդոտում է ուսուցմանը, քանի որ հաճախ է գերազանցում աշխատանքային հիշողության չափերը,
2. տեղին կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածություն (G) - ծանրաբեռնվածություն, որն ավելի շատ խթանում է ուսուցման գործընթացը, քան խանգարում, այդպիսով՝ օգնում ձեռք բերել գիտելիքներ: Այն ձևավորվում է կոգնիտիվ

գործընթացների մակարդակի բարձրացման ճանապարհով, որն էլ խթանում է գիտելիքների արդյունավետ ընկալումը,

3. ներքին կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածություն (I) – ծանրաբեռնվածություն, որի իջեցումը բերում է հասկանալիության ցածրացմանը: Այն կախված է ուսումնասիրվող նյութի հարաբերական բարդությունից և ուսանողի ընկալունակության մակարդակից:

Արդյունքում, L, E, G և I մեծությունների միջև կապը ներկայացվում է հետևյալ կերպ. $L=E+G+I$: Այս պայմաններում կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածության հավասարակշռման խնդիրը հանգում է E-ի մինիմիզացիայի և G-ի մաքսիմիզացիայի խնդրին:

Եթե փորձենք կիրառել կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածության տեսությունը սկսնակ ծրագրավորողներին ուսուցման գործում, ապա ամենարդյունավետ մեթոդ կհամարվի այն մեթոդը, որի ժամանակ ուսուցման գործընթացը իրականանում է դասավանդողի կողմից տրվող խորհուրդների և աջակցության միջոցով: Այդպիսի մոտեցման դեպքում կարելի է վստահեցնել, որ ուսանողները կընկալեն ծրագրավորման կարևոր ասպեկտները՝ պահպանելով կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածությունը թույլատրելի սահմաններում: Այս մեթոդի հիման վրա կատարված ուսուցումը իրականացվում է ուսուցման միջոցների համալիր օգտագործմամբ (դասագիրք, հանձնարարություններ, տեսանյութեր):

Մասնավորապես, [1]-ում կատարված գիտափորձի ժամանակ օգտագործվել է դասագիրք, որը ստեղծվել է օբյեկտկոդման գործընթացի ծրագրավորման ուսուցման մանկավարժական սկզբունքների և „աշակերտման“, սկզբունքների հիման վրա: Համաձայն այդ մեթոդի, սկզբում ուսանողները հետևում են այն գործընթացին, թե ինչպես է դասավանդողը ցուցադրում ծրագրերի ստեղծման մեջ նոր մեթոդների և կառուցվածքների օգտագործումը, ապա փորձում են կիրառել այդ մեթոդները դասավանդողի ղեկավարությամբ և վերջում՝ ինքնուրույն իրականացնում ծրագրերը: Կարևոր է, որ առաջարկվող խնդիրներն ու վարժություններն ունենան ցուցումներ, որոնք կօգնեն ուսանողին ծրագրի իրականացման տարբեր էտապներում կողմնորոշվելու հարցում: „Աշակերտման“, մեթոդի հատկություններից մեկն էլ տեսանյութերի օգտագործումն է, որոնք ցուցադրում են խնդրի լուծման ամբողջ գործընթացը՝ սկսած ալգորիթմացումից, մինչև ծրագրի կազմումն ու վերջնական իրականացումը: Այն կարող է ցուցադրել ոչ միայն ծրագրավորման հիմնական տեխնոլոգիաները, այլև՝ այնպիսի փոքր դետալներ, որոնք սովորաբար ակնհայտ են համարվում և մանրամասն չեն մեկնաբանվում ուսանողներին: Նշված մեթոդը, իհարկե, բավականին հարմար է, քանի որ ուժեղ ուսանողները կարող են ուղղակի բաց թողնել այն, ինչ իրենց համար պարզ և հասկանալի է, իսկ մյուսները՝ դիտել տեսանյութը մի քանի անգամ:

Հաջորդ մոտեցումը, որ մենք կքննարկենք, նկարագրված է Յ. Սորվայի աշխատանքում [2]: Այն իրականացվել է Ֆինլանդիայի Աալտոյի համալսարանում գործող գիտական դպրոցում: Այդ մոտեցման հիմքում ընկած է ծրագրի իրականացման վիզուալ իմիտացիան՝ երբ ուսանողն իր վրա է վերցնում ծրագիրն իրականացնողի դերը՝ կարդում է կոդը, կատարում է հրահանգները համապատասխան հաջորդականությամբ և վերահսկում արդյունքի ստացումը: Ծրագրի իրականացման վիզուալ իմիտացիան կարելի է դիտարկել որպես վարժանք, որի կատարման ընթացքում ուսանողները գործնական հմտություններ են ձեռք բերում: Կատարելով այդ վարժանքը՝ սովորողը պետք է ոչ միայն հասկանա, թե ինչպես է աշխատում ծրագիրը, այլև ինչ-որ կերպ դասավանդողին „ցուցադրաբար“, տեղեկացնի այդ մասին:

Սկսնակ ծրագրավորողներին վիզուալ իմիտացիա կատարել կարելի է սովորեցնել՝ օգտագործելով ծրագրերի վիզուալիզացիայի համակարգեր, այսինքն՝ հատուկ ծրագրեր, որոնք ցուցադրում են ծրագրի կատարման ընթացքը տեքստային կամ գրաֆիկական ռեժիմում: Հայտնի է, որ ծրագրերի վիզուալիզացիայի համակարգերը նախ և առաջ տարանջատվում են հետևյալ պարամետրերով,

1. խնդիրներ՝ որոնց համար անհրաժեշտ է վիզուալիզացիա (օրինակ, սխալի տեղի հայտնաբերում)
2. լսարան՝ ում է անհրաժեշտ կատարել վիզուալիզացիա (օրինակ, փորձառու ծրագրավորող, խմբի ղեկավար)
3. նպատակ՝ այն ինչ վիզուալացնում է համակարգը (օրինակ, ելակետային կոդը, ծրագրի աշխատանքի արդյունքը)

4. ներկայացման ձև՝ ինչպես է ներկայացվում վիզուալիզացիան (օրինակ, երկչափ գրաֆիկա, եռաչափ օբյեկտներ)

5. ներկայացման եղանակ՝ ինչ եղանակով է ներկայացվում վիզուալիզացիան (օրինակ, արտացոլում էկրանի վրա, վիրտուալ իրականություն):

Եթե այս դասակարգումը կիրառենք ծրագրավորման ուսուցման գործընթացում, ապա կունենանք հետևյալ պարամետրերը.

1. խնդիր՝ օգնություն ծրագրավորման հիմունքների ուսուցման հարցում,
2. լսարան՝ սկսնակ ծրագրավորողներ և ծրագրավորման հիմունքների դասավանդողներ
3. նպատակ՝ ծրագրերի քայլային կատարման վիզուալիզացիա
4. ներկայացման ձևը դեր չի խաղում
5. ներկայացման եղանակը՝ ցուցադրում էկրանի վրա:

Ներկայումս, ծրագրերի վիզուալիզացիայի համակարգեր գոյություն ունեն տարբեր ծրագրավորման լեզուների համար: Այսպես, օրինակ, Pascal լեզվի ուսուցման համար նախատեսված են Amethyst, EROSI, PlanAni համակարգերը, Basic-ի համար՝ Basic Programming-ը, C լեզվի համար՝ Bradman, CMeRun, VINCE, OGRE, PlanAni, VIP, ViLLE և այլն, Java-ի համար՝ JAVAVIS, OOP-Anim, JavaMod, JIVE, MemView, JavaTool, PlanAni և այլն, Python-ի համար՝ PlanAni, ViLLe, Jype, Online Phyton Tutor, SUhistle համակարգերը: Վերջին հաշվով, թեկուզ և անուղղակի ձևով, այս համակարգերը խթանում են ծրագրերի կազմման գործընթացների զարգացումը:

Ուշադրության է արժանի նաև Ն. Տրոունգի (Քվինսլենդի տեխնոլոգիական համալսարան, Ավստրալիա) [3] աշխատանքը: Այնտեղ նկարագրվում է ծրագրավորման ուսուցման մեթոդիկա՝ վեբ-կողմնորոշված միջավայրի օգտագործմամբ: Ըստ Տրոունգի, ստանդարտ միջավայրերում աշխատելիս ուսանողները հանդիպում են այսպիսի դժվարություններին.

1. ծրագրավորման միջավայրի տեղադրում,
2. ծրագրավորման միջավայրի խմբագրի օգտագործում,
3. ճանապարհների նախագծում և իրագործում՝ կապված խնդրի ալգորիթմացման, ծրագրային լուծման և արդյունքի մեկնաբանման հետ,

4. կոմպիլյացիայի սխալների մեկնաբանում,
5. կարգաբերում:

Այս դժվարություններն ավելի են մեծանում, երբ ուսանողները սովորում են այնպիսի լեզուներ, ինչպիսիք են՝ C++-ը, Java-ն, C#-ը, քանի, որ այդ լեզուները պարունակում են արտարկցիայի բարձր մակարդակ և նախատեսված են հիմնականում փորձառու ծրագրավորողների համար: Որպեսզի ազատենք ուսանողներին ծրագրավորման միջավայրի տեղադրման և խմբագրի օգտագործման ուսուցման գործընթացներից, Տրոունգը առաջարկում է առավելապես օգտվել վեբ-կողմնորոշված միջավայրերից: Ներկայումս գոյություն ունեն մի շարք վեբ-կողմնորոշված միջավայրեր: Դրանցից ամենահայտնիները հետևյալն են.

1. CodeSaw՝ աջակցում է C, C++, Java, Perl, Python, Ruby, XML, HTML, PHP, SQL, PL/SQL, Java-Script լեզուներին:
2. CourseMaster՝ աջակցում է C++, Java լեզուներին:
3. WebToTeach- աջակցում է Java, C, C++ լեզուներին:
4. CodeLab՝ աջակցում է Java, C, C++ լեզուներին:
5. InSTEP՝ աջակցում է Java, C, C++ լեզուներին:
6. WWWforLearningC++;
7. W4AP – աջակցում է Java, C լեզուներին:
8. JERPA – աջակցում է Java լեզվին:
9. VECR – աջակցում է Java, C լեզուներին:
10. Ludwig – աջակցում է C++ լեզվին:
11. ALECS – աջակցում է C++ լեզվին :
12. ELP – աջակցում է Java, C, C# լեզուներին:

Նշված միջավայրերի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ նրանցից ամենաարդյունավետը ELP վեբ-կողմնորոշված միջավայրն է: ELP-ը հանդիսանում է կլիենտ-սերվերային միջավայր: Կլիենտը աշխատում է վեբ-բրուզերի միջոցով, որի գործարկման համար անհրաժեշտ է *JavaRuntimeEnvironment* փաթեթը: ELP-ում նախատեսված է երկու ռեժիմ՝ „Ուսանող, և „Դասախոս,“:

Ուսանողների համար նախատեսված տարբերակում բերված է „լրացնել բացթողածը,“ տիպի վարժությունների համակարգ, որոնք պահվում են սերվերի վրա: Յուրաքանչյուր վարժություն իրենից ներկայացնում է ծրագիր, որի կոդում կան բաց թողնված տողեր և այդ տողերը պետք է լրացնեն ուսանողները: Ընդ որում, կոդի մնացած մասը հասանելի չէ խմբագրման համար: Այդպիսով ուսանողները չեն ծախսում ավելորդ ժամանակ ծրագրավորման միջավայրի տեղակայման վրա և անմիջապես կենտրոնանում են խնդիրների ծրագրային եղանակով լուծման վրա: Վարժությունները դասավորված են ըստ բարդության աճի: Սկզբնական մի քանի վարժություններն ընդհանրապես չեն պարունակում բացթողումներ, ուստի ուսանողներն անմիջապես կոմպիլյացիա են անում և թողարկում դրանք: Մյուս վարժությունները կարող են պարունակել ինչպես մեկ, այնպես էլ՝ մի քանի բացթողումներ:

Ուսանողների համար նախատեսված է աշխատանքային երեք ռեժիմ՝ hint (խորհուրդ), solution (լուծում), My Program: My Program-ը հիմնական ռեժիմն է, այստեղ իրականանում են ծրագրերը: Անցնելով hint ռեժիմին՝ կարելի է ստանալ խորհուրդներ բացթողումների լրացման վերաբերյալ, իսկ solution ռեժիմում՝ տեսնել լուծումը: Կողմնորոշված տողերը լրացնելուց հետո ուսանողը պետք է պահի այն հիշողության մեջ՝ մինչ կոմպիլյացիա անելը: Այնուհետև վարժությունը ուղարկվում է սերվեր՝ կոմպիլյացիայի և էկրանին պատասխանի արտացոլման համար: Եթե ծրագրում սխալ չկա, ապա ուսանողները կարող են բեռնել և թողարկել այն սեփական համակարգիչների վրա՝ „offline,“ ռեժիմում: Իսկ սխալի առկայության դեպքում՝ կոմպիլյատորը տալիս է հաղորդագրություն այդ մասին: Հաղորդագրությունը պարունակում է հղումներ, որոնք թույլ են տալիս սովորողներին արագ և հեշտ գտնել սխալի տեղը և տեսակը: Այդպիսով, ELP միջավայրը ուսանողներին տալիս է ակնթարթային հետադարձ կապ, որի հիման

վրա ուսանողները ստանում են մանրամասն ինֆորմացիա ինչպես ծրագրի սխալների, այնպես էլ՝ դրանք ուղղելու հնարավորությունների մասին:

„Դասախոս,, ռեժիմում, բացի hint, solution, MyProgram ռեժիմների, գոյություն ունի նաև template ռեժիմը, որտեղ դասախոսները կարող են ստեղծել և վերացնել վարժությունների բացթողումները: Նրանք կարող են նաև փոխել hint ռեժիմի խորհուրդները, կատարել փոփոխություններ ծրագրերի մեջ MyProgram ռեժիմում: Բացի այդ, դասախոսներն հնարավորություն ունեն տեղեկանալու ուսանողների կատարած վարժությունների մասին, կողի մեջ կատարած լրացումների և կոմպիլյացիաների միջև եղած ինտերվալների մասին: Վերջապես, վերլուծելով այդ ամբողջ ինֆորմացիան, նրանք կարող են կարգիք կազմել ուսանողների ծրագրավորելու ունակությունների վերաբերյալ և, ըստ այդմ, նրանց համապատասխան օգնություն ցուցաբերել [4]:

Վերջում քննարկենք ծրագրավորման ուսուցման Դ. Տիգի [5] (Քլինսլենդի տեխնոլոգիական համալսարան, Ավստրալիա) մեթոդիկան: Այն հիմնված է համատեղ ծրագրավորման (pairprogramming) վրա: Համատեղ ծրագրավորումը հանդիսանում է „էքստրեմալ,, ծրագրավորման պրակտիկա՝ երբ երկու ծրագրավորողներ կողք-կողքի աշխատում են միևնույն համակարգչի վրա: Նրանցից մեկը իր վրա է վերցնում „առաջնորդի,, դերը, այսինքն՝ գրառում է կոդը և լուծում խնդիրը տակտիկական տեսանկյունից, մյուսը՝ տանում է „ուղղորդի,, (ադրման) դերը՝ կատարում է ստրատեգիական վերլուծություն, հարցեր է տալիս առաջնորդին և հետևում է կոդի սխալներին: Նրանք, իհարկե, աշխատանքի ընթացքում հաճախ փոխվում են դերերով:

Այս հետազոտության արդյունքում Դ. Տիգը բացահայտել է համատեղ ծրագրավորման առավելությունները.

1. սխալների քիչ քանակություն,
2. կոդի ավելի լավ ըմբռնում,
3. ավելի որակյալ կոդ,
4. զույգից սովորելու հնարավորություն,
5. դիզայնի լավացում,
6. կոդի մշտադիտարկում,
7. կրեատիվություն և մտքային լայնածավալ հարձակում,
8. թեստավորման և կարգաբերման որակի լավացում,
9. առաջացող խնդիրների արագ լուծում:

Այս մեթոդով ուսուցման ժամանակ կարող են առաջանալ որոշ խոչընդոտներ.

1. ուսանողների զույգի պատրաստվածության և ունակությունների խիստ տարբերությունը,
2. համատեղ ծրագրավորման կանոնների վերաբերյալ ուսանողների ընկալունակության մակարդակը և պատրաստակամությունը,

3. ուսանողների հաճախելիությունը,
4. համատեղ ծրագրավորման պրոցեսի վերահսկումը դասախոսի կողմից:

Որպեսզի այս մեթոդով ուսուցումը արդյունավետ լինի, անհրաժեշտ է առաջնորդվել հետևյալ սկզբունքներով.

1. ցանկալի է, որ զույգի մեջ ընդգրկված լինեն իրենց ունակություններով իրարից քիչ տարբերվող ուսանողներ,
2. համատեղ աշխատող ուսանողներին պետք է հարմար լինի նստել մի համակարգչի դիմաց և օգտվել մեկ ստեղնաշարից ու մկնիկից,

3. զույգի կազմը կիսամյակի ընթացքում պետք է մի քանի անգամ փոխվի,
 4. համատեղ աշխատելիս ուսանողներից մեկը, նկատելով մյուսի թե՛ հասկանալու, և թե՛ իր հետ համագործակցելու առումով առաջացած խնդիրները, պետք է այդ մասին տեղյակ պահի դասախոսին,
 5. զույգը պետք է աշխատի համագործակցության միջավայրում՝ մինչև նպատակի վերջնական իրականացումը,

6. լավ կլինի առաջարկել այնպիսի խնդիրներ, որոնք լուծելի են մեկ լաբորատոր աշխատանքի ընթացքում,
7. հաստատել կողավորման ստանդարտներ, որոնց պետք է հետևեն բոլոր ուսանողները,
8. վերահսկել ուսանողների հաճախելիությունը և ուշացումները,
9. վերահսկել անհատական և համատեղ աշխատանքի բալանսը,
10. դասախոսներն իրենք պետք կազմեն համատեղ աշխատողների կազմը և լուծեն առաջացած կազմակերպչական խնդիրները:

Այսպիսով, ծրագրավորման ուսուցման ժամանակակից մեթոդներից կարելի առանձնացնել հետևյալ մոտեցումները.

1. մոտեցում՝ հիմնված կոգնիտիվ ծանրաբեռնվածության վրա,
2. մոտեցում՝ հիմնված ծրագրերի իրականացման վիզուալ իմիտացիայի վրա,
3. մոտեցում՝ հիմնված վեբ-կողմնորոշված միջավայրի օգտագործման վրա,
4. մոտեցում՝ հիմնված համատեղ ծրագրավորման վրա:

Նշված մոտեցումների արդյունավետությունը ապացուցվել է փորձարարական ճանապարհով [1]-[8], ուստի հայկական բուհերի դասախոսներին օգտակար կլինի ծանոթանալ և օգտագործել այս և նմանատիպ մոտեցումներն իրենց դասավանդման պրակտիկայում:

Գրականություն

1. Caspersen M. E. Educating novices in the skills of programming: dissertation for the PhD degree / M. E. Caspersen. – Aarhus, 2007. – 311 p.
2. Sorva J. Visual program simulation in introductory programming education: doctoral dissertation for the degree of doctor of science in technology / J. Sorva. – Aalto, 2012. – 422 p.
3. Truong N. A web-based programming environment for novice programmers: dissertation for the degree of doctor of philosophy / N. Truong. – Queensland, 2007. – 286 p.
4. Eckerdal A. Novice students' learning of object-oriented programming: dissertation for the degree of licentiate of philosophy in computer science / A. Eckerdal. – Uppsala, 2006. – 114 p.
5. Teague D. Pedagogy of introductory computer programming: a people-first approach: thesis for the degree of master of information technology (research) / D. Teague. – Queensland, 2011. – 129 p.
6. DePasquale III P. J. Implications on the learning of programming through the implementation of subsets in program development environments: dissertation for the degree of doctor of philosophy in computer science and applications / P. J. DePasquale III. – Blacksburg, 2003. – 575 p.
7. Hancock C. M. Real-time programming and the big ideas of computational literacy: dissertation for the degree of doctor of philosophy in media arts and sciences / C. M. Hancock. – Cambridge, 2003. – 121 p.
8. Miller J. A. Promoting computer literacy through programming python: dissertation for the degree of doctor of philosophy (Education) / J. A. Miller. – Ann Arbor, 2004. – 288 p.