



ՀԵՐԹԱԿԱՆ ԱՏԵՍՏԱՎՈՐՄԱՆ ԵՆԹԱԿԱ ՈՒՍՈՒՑԻՉՆԵՐԻ  
ՎԵՐԱՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ԴԱՍԸՆԹԱՑՆԵՐ

## ՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ

Մասնագիտություն Կենսաբանություն

Թեմա Բիոնիկան և մարդը

Կատարող Սահակյան Գայանե Ժորայի  
Ազգանուն, անուն, հայրանուն

Ղեկավար Պիպոյան Սամվել Կ. Գ. դոկտոր-պրոֆեսոր  
Ազգանուն, անուն, զիտական աստիճան, կոչում

- Նախագծային աշխատանքի բովանդակային և կազմակերպչական փուլեր
- Վերոնշյալ փուլերի կատարման աստիճանական քայլեր
- Թեմայի նպատակային խնդիրներ

### **1. Նախագծային փուլ**

- Ներկայացնել նպատակային խնդիրները (7-րդ դասարանում, կենդանաբանության դասընթաց)
- Նշել թեմայի կարևորությունն ու արդիականությունը
- Հենվելով բիոնիկայի վրա կարգավորել մարդու խելամիտ տնտեսական գործունեությունը

### **2. Նպատակային խնդիրներ**

- Բացահայտել բնության որպես մեծ ուսուցչի հնարավորությունները մարդու կյանքում և տեխնիկայի բնագավառում
- «Բիոնիկա» հասկացության սահմանում և նկարագիր
- Ներկայացնել մեթոդաբանական բաժինները
- Հետաքրքիր օրինակներով բացահայտել կիրառական արդյունավետ նշանակությունը ( առաջադրանքներ խմբային բաժանման միջոցով )

### **3. Պլանավորման փուլ**

- Կազմվում են խմբեր (6 հոգանոց խմբեր)
- Նշանակվում են խմբի ղեկավարներ
- Ճշգրտվում են ժամկետերը (1 ամիս)

#### 4. Կազմակերպչական-հետազոտական փուլ

- Տեղեկատվության ձևի և միջոցների ընտրություն
- Տեղեկատվության հավաքում և մշակում, նյութերի քննարկում
- Կոնկրետ հանձնարարականներ (սլայդներ, տեսաֆիլմ, գրքերի ստեղծում, մոդելների ստեղծում և այլն)
- Եզրակացություն, օգտագործված գրականություն, տեղեկատվության աղբյուրներ

## 1-ին խմբի աշխատանք

1. **Ներածական բաժին** – Կենդանիները մարդու ծագման արշալույսից մինչև այսօր ուղեկցում են նրան, հանդես գալով մեկ որպես սննդամթերք, մեկ որպես հավատարիմ բարեկամ, մեկ որպես գեղագիտական հետաքրքրության անսպառ աղբյուր: Ճանաչելով կենդանիներին մարդը սկսում է նրանցից սովորել և ընդօրինակել կենդանի բնության պատկերները: Մարդը կենդանիների շնորհիվ հայտնաբերել է բույսերի բուժիչ հատկությունները, ըստ երևույթին թռչունները մարդուն հուշել են, թե ինչպես կարելի է հեշտ և վարպետորեն հյուսել ճյուղերը, հյուղակն ինչպես պատրաստել, որպեսզի դրա մեջ ջուր չլցվի, քամի չփչի, գուցե թռչունն է մարդուն հուշել նետի ձևը, իսկ ձուկը՝ նավակի, մարդն արդյոք կարելի է հյուսել չի սովորել տերևները հմտորեն հյուսող թռչուններից և անգերագանցելի մանող սարդերից: Ամբողջ աշխարհում եղանակի կանխագուշակման հարցերով հազարավոր կայաններ գոյություն ունեն, սակայն տարբեր պատճառներով կանխագուշակումների 15-20 % ճիշտ չի լինում, իսկ ահա լերկամորթ (*Silurus glanis*) ձուկը 100-ից միայն 3 – 4 դեպքում է սխալվում, եթե այն անշարժ պառկած է հատակին, լավ եղանակ է սպասվում, եթե ձուկը սկսում է այս ու այն կողմ ընկնել, ապա պետք է անձրևի սպասել: Հիանալի կենդանի բարոյետներ են նաև լոքոն ու երկայնաձուկը (*Misgurnus*): Ճապոնիայում ձուկ-բարոյետները համարյա պաշտոնական ճանաչում են գտել: Եղանակի կանխագուշակման բազմաթիվ օրինակներ կան կենդանական աշխարհում, օրինակ եթե փայտփորիկը թմբկահարում է պարզ ամառային օրը, ապա դա անձրևի տագնապ է, կկվի կանոնավոր կանչը՝ ցուրտ եղանակը վերջանալու և տաք օրեր գալու նշան է: Ծիծեռնակը վատ եղանակին ցածր է թռչում, արևոտ և չոր եղանակին բարձրանում է, եղանակի լավ գուշակներ նաև տզրուկներն ու անձրևորդերը:

2. **Պատմական ակնարկ** - 20-րդ դարի 60-ական թվականներին գիտության մեջ ձևավորվեց կենսաբանության և տեխնիկայի ասպարեզները միավորող մի նոր ուղղություն, որը կոչվում է բիոնիկա: Գլխավոր խնդիրը բույսերի և կենդանիների կառուցվածքային առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունն ու այդ հատկությունների կիրառումն է տեխնիկայում: Կենդանի օրգանիզմների մասին գիտելիքները ճարտարագիտական խնդիրներ լուծելու համար օգտագործել է դեռևս Լեոնարդո դա Վինչին՝ փորձելով կառուցել թռչունների նման թափահարող թևերով թռչող ապարատ՝ օրնիտոպտերը: Ժամանակակից աերոդինամիկայի հիմնադիր, ռուս

գիտնական ժուկովսկին ուսումնասիրելով թռիչքի ժամանակ թռչունների թևերի աշխատանքը և երկնքում թռչունների ազատ ճախրելու հատկությունը մշակեց թևի վերամբարձ ուժի մեթոդիկան, փաստորեն թռչունների թռիչքի հետազոտման արդյունքում ստեղծվեց ավիացիան:

**3. Մեթոդաբանական բաժիններ** - Բիոնիկայում տարբերում են երեք մեթոդաբանական բաժին՝

- Կենսաբանական – Հենվում է կենսաբանության տարբեր բնագավառների վրա, ուսումնասիրում կենդանի օրգանիզմների ֆիզիոլոգիական գործընթացները: Բացահայտում դրանց այն հիմնական ճարտարագիտական սկզբունքները, որոնք կարելի է օգտագործել տեխնիկայում:

- Մաթեմատիկական – Մշակում է կենդանի օրգանիզմներում ընթացող գործընթացների, կառուցվածքների մաթեմատիկական մոդելները:

- Տեխնիկական – Կենսաբանական համակարգերի կառուցվածքի և ֆունկցիաների մաթեմատիկական մոդելավորման սկզբունքները կիրառում է տեխնիկայում:

**4. Ակնարկային օրինակներ** – Մշակվել են արհեստական նեյրոնների բազմաթիվ տիպեր: Հիշողության և նյարդային համակարգի այլ հատկությունների հետազոտումը մտածող մեքենաներ ստեղծելու հնարավորություն ընձեռեց մարդուն, որոնք ավտոմատացնում են արտադրական և կառավարման բարդ գործընթացները: Տեխնիկական առումով մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում կենդանիների և մարդու աչքի արհեստական ցանցաթաղանթի ստեղծումը: Շնաձկների և դելֆինների մաշկի կառուցվածքի և լողաշարժումների հետազոտությունների հիմնան վրա ստեղծվել է նավերի և սուզանավերի մակերեսը պատող հատուկ արհեստական ծածկույթ՝ «լամինֆլո», որը 15-20 տոկոսով մեծացնում է նավի արագությունը: Տարբեր երկրներում բազմաթիվ շինություններ կառուցվել և կառուցվում են բնության մեջ հանդիպող կենդանի օրգանիզմների նմանությամբ: Էյֆելի նախագծով 1889 թվականին Փարիզում կառուցվել է 300 մետր բարձությամբ մետաղյա աշտարակ, որի հիմքում ոսկրի կառուցվածքն է: Միջատների թռիչքը ուղեկցվում է էներգիայի նվազագույն ծախսով: Սրա պատճառներից մեկը թևերի ութաձև շարժումն է, այս սկզբունքով կառուցվել են տնտեսող և քանու փոքր

արագության պայմաններում աշխատող հողմնադասեր: (ակնարկային օրինակների ներկայացումը պետք է ուղեկցի սլայդերով)

## 2-րդ խմբի աշխատանք

«Պողպատե ոստայն» ինչպե՞ս է մարդկությունը սարդերի «հմտությունը» կիրառել տեխնոլոգիաներում

Սարդակերպերի դաս, հողվածոտանիների տիպ. սարդերն ապրում են ամենուրեք՝ և՛ արևադարձային գոտիներում, և՛ տունդրայում, և՛ շոգ անապատներում, անգամ բարձրադիր լեռներում: Ամենուրեք նրանք թողնում են իրենց «հետքը»՝ սարդոստայնը: Սարդի ոստայնագեղձերի հեղուկ արտազատուկը ձգվելով առաջացնում է օդում արագ պնդացող բարակ թելեր՝ վերածվելով ոստայնի:

Կազմությամբ նման է շերամի մետաքսին, հիմնականում կազմված է ջրում չլուծվող, ամուր ֆիբրոնից՝ մածուցիկ հեղուկից, ինչը օդի առկայությամբ պնդանում է, դառնում ամուր, չլուծվող թել: Կենդանիներն իրենց սարդոստայնն օգտագործում են որսացանցեր, բներ և ձվաբոժոժներ պատրաստելու և կամ որսին խճճելու համար: Սարդերը մեր մոլորակի հնագույն բնակիչներից են և ունեն ավելի քան 200 միլիոն տարվա պատմություն: Սարդերի տարբերակիչ հատկանիշը մետաքս հյուսելու հատկությունն է, թելը, որով սարդերը հյուսում են ցանցը, բարակ է ավելի, քան մարդու մազը, և դրա հատուկ առաձգական ուժն ավելի բարձր է, քան պողպատինը:

Եթե համեմատենք նույն տրամագծով պողպատե լարն ու սարդի թելը, կտեսնենք, որ սարդի թելը, որը ինչպես և մարդու մազը կազմված է սպիտակուցից, 6 անգամ ավելի թեթև է պողպատե լարից, բայց առաձգականությամբ և համապատասխան քաշ դիմադրելու ունակությամբ՝ չի զիջում:

Սարդոստայնը որպես որսի միջոց միայն սարդերը չէ, որ օգտագործում են: Օրինակ Հարավային Ամերիկայի բնակիչները ճյուղերից շրջանակ են պատրաստում, քողարկում տերևներով և զիջերը թողնում անտառում: Առավոտյան շրջանակին ամրացված է լինում այնքան հուսալի ցանց, որով հնարավոր է ձուկ որսալ: Այդպիսի ցանցեր հյուսում է 10 սմ երկարությամբ հսկա թավամազ սարդը:

Սարդի ոստայնը օգտագործվում է նաև բժշկության մեջ, ընդ որում՝ նաև ժամանակակից: Մարդկությունն իրականում պատճենել է բնության նախագծերը, բայց ցավոք դեռևս չի ստացվում ամբողջությամբ վերարտադրել սարդի ցանց հյուսելու մեթոդը: Այդ ցանցն ի դեպ օգտագործվել է նաև բժշկության մեջ, բավական էր բոլոր միջատներից, բեկորներից մաքրված սպիտակուցե ցանցը դնել վերքի վրա՝ արյունը կտրվում էր: Հիմա ժամանակակից բժշկությունը հետաքրքրվում է այդ ցանցով, հատկապես նեյրովիրաբուժության մեջ օգտագործելու համար որպես կապաններ, որպես ջիլեր, այսինքն որպես բժշկական թել՝ վերքերը կարելու, փակելու համար: Սարդի ոստայնաթելը օգտագործվում է ժամանակակից տեքստիլի և անգամ զրահաբաճկոնների արտադրության մեջ: Օրինակ ոստայնի թելի խառնուրդից հնարավոր է ստանալ կեվլեր. Կեվլերը մարդու կողմից ստեղծված կարծր մանրաթել է, որը օգտագործվում է, օրինակ, զրահաբաճկոններ պատրաստելու համար: (Սլայդում համեմատել օրինակ՝ ոստայնաթելի ստեղծումն ու ջուլհակագործությունը):

### **3-րդ խմբի աշխատանք**

Ճպուռը՝ ուղղաթիռի կենդանի մոդել

Helicopter նշանակում է ճպուռ և ուղղաթիռ: Բառն ունի հունական ծագում՝ helixpteron, եթե այն բաժանենք երկու մասի կստանանք՝ helix (ἕλιξ) – պտուտակ և pteron (πτερόν) – թև: Ճպուռները գիշատիչ միջատներ են, թռիչքի ժամանակ շատ ճկուն են և արագ կարողանում են որսալ զոհին: Ճպուռը ցանկացած պահի, ցանկացած բարձրությունում և միջավայրում կարող է փոխել իր շարժի ուղղությունը, և այս հարցում նրան օգնում են 4 թևերը, որոնցից յուրաքանչյուրը կարող է նույն պահին տարբեր ուղղությամբ պտտվել և փոխել միջատի թռիչքի ուղղությունը: Այս հատկություններով օժտված է նաև ուղղաթիռը, որի ստեղծումից բավականին ժամանակ անց միայն ավիամոդելավորող Իգոր Միկոյանսկին սկսեց նմանեցնել ուղղաթիռի թռիչքը ճպուռի թռիչքին: Այս գիտնականի համակարգչի մեջ կարելի էր գտնել հազարավոր դանդաղեցրած կադրեր ճպուռի թռիչքից:

Ուսումնասիրության արդյունքում Միկոյանսկուն հաջողվեց մոդելավորել ուղղաթիռ, որի թևերի կառուցվածքն ավելի պարզ էր. թռիչքի համար մեկ պտուտակը դարձավ բավարար, բայց դրանից չտուժեց որակը. գիտնականի համար պարզ էր, որ բնությունն իրենից առաջ արդեն, այսպես ասած, ուներ ուղղաթիռի կատարյալ օրինակը: Ուղղաձիգ

վերսլացք-վայրէջք, վերամբարձ ուժի և հորիզոնական ուղղությամբ քարշուժով ստեղծված, հորիզոնական հարթության մեջ պտտվող մեկ կամ մի քանի կրող պտուտակներ, առանց թափառքի՝ ուղղաձիգ վերսլացք և առանց արգելակման ճանապարհի՝ ուղղաձիգ վայրէջք կատարող և որ ամենակարևորն է՝ պտտվում է ուղղաձիգ առանցքի շուրջը ցանկացած ուղղությամբ: Այս նկարագրությունն առաջին հերթին բնորոշ է ճպուռին, հետո՝ ուղղաթիռին:

Անգեն աչքն էլ ուղղաթիռի և ճպուռի կառուցվածքը կնմանեցնի. Ճախրասավառնակ, կրող պտուտակներ, շարժիչ: Ուղղաթիռի ներսում կան տեղանքի կողմնորոշման սարքավորումներ: Ճիշտ այդպիսի մեխանիզմով է ապրում նաև ճպուռը, որի դեպքում այդ մեխանիզմը հենց սեփական աչքերն են: Ճպուռի ֆասետային աչքերը տեսնում են մեծ շառավղով և արագ կողմնորոշվում են տեղանքում: Թևերը. ահա գլխավոր շարժիչ ուժը թե՛ ճպուռների, թե՛ ուղղաթիռների դեպքում:

Ճպուռը կարող է թռչել մինչև 100 կմ/ժ արագությամբ և տանել իր մարմնի քաշից 15 անգամ ավելի բեռ: Օդում ֆիզիկայի օրենքներին ենթարկվելը բարդ է, մանավանդ, երբ ինքնաթիռի պես թռիչք բարձրանալուց առաջ թափ չես հավաքում, այլ պոկվում ես կանգնած դիրքից:

Ուղղաթիռների դեպքում թևերը տատանվում են և հարց է առաջանում՝ ի՞նչ մեխանիզմով է այդ տատանումը օդում սինխրոնանում: Այստեղ ևս պատասխանը եթե փնտրենք կենդանի օրգանիզմների դեպքում, կգտնենք ճպուռի թռիչքում: Նրանց թևերի մեջ հատուկ մեխանիզմ կա և նրանց թռիչքի մեխանիզմը կարող է հստակ սինխրոնիզացնել տատանումները օդում՝ ինչ-որ X քանակի ծանրության քաշի դեպքում: Ինչ վերաբերում է ուղղաթիռների հետ ճպուռի թռիչքի նմանությանը, նորից, թևերի մեխանիզմի հետ է կապված. կանգնած դիրքում արագություն ապահովել, պտտվող թևերի դեպքում ուղղություն ստանալ, օդի դիմադրությունն ապահովել և պոկվել դիրքից, լրիվ նույն մեխանիզմն է: Բարբառներում անգամ շատ կարելի է հանդիպել, երբ ճպուռին անվանում են հենց ուղղաթիռ: Բնության մեջ այս կենդանի օրինակը հերթական ապացույցն է, որ այն ամենը, ինչ մարդը հայտնագործում է, շատ ավելի պարզեցված, ավելի կատարյալ կա արդեն բնության մեջ: (Տեսանյութ. համեմատական՝ ճպուռի և ուղղաթիռի մոդելները 3D մոդելավորմամբ, աշակերտներ, որոնք տիրապետում են ծրագրին, կարող են այդ պատկերով ներկայացնել աշխատանքը):



#### 4-րդ խմբի աշխատանք

Բույսերից՝ խատուտիկը, կենդանիներից՝ թռչող սկյուռները. պարաշյուտը բնության մեջ Ֆրանսիացի ամուսիններ Ժաննա Լյաբրոսն ու Անդրե-Ժան Գառներենը աշխարհի առաջին պարաշյուտիստներն են: Արդեն 1797 թվականին Անդրեն կատարում է մարդկության պատմության մեջ պարաշյուտով առաջին թռիչքը՝ Փարիզի արվարձաններից մեկում: Նախքան թռիչքը Անդրեն պատրաստել էր օդում թռչող փոքրիկ պարաշյուտ՝ բամբուկի ձողով և կտորով: Առաջին պարաշյուտի թռիչքից շուրջ 300 տարի առաջ, սակայն, Լեոնարդո դա Վինչին արդեն նախագծել էր պարաշյուտ: Ավելին, նրա գծագրերում կարելի է հանդիպել, թե ինչպես է Վերածննդի դարաշրջանի մարդը պարաշյուտ երևակայելիս այն համեմատել խատուտիկի հետ: Բնության մեջ խատուտիկի անալոգիան կիրառվեց պարաշյուտ ստեղծելիս, բայց այստեղ միայն սերմերի թռիչքի ֆիզիկան չէ, սերմերի վերևում մանրաթելեր կան խատուտիկի, որոնք պատված են օդի շերտով և շրջապատի օդն ավելի նոսր է, քան ներթափանցողինը և դա է պատճառը, որ ստացվում է ավելի ճիշտ վայրէջք կատարել և այս մեխանիզմը հարմարեցվել է նաև պարաշյուտի դեպքում, որպեսզի ավելի բարձր թռիչքների դեպքում վայրէջքը խնդիր չառաջացնի և այլն: Միջին քաշով մարդու համար ազատ անկման արագությունը մոտ 200 կմ/ժ է և զարգանում է թռիչքի պահից ընդամենը 10 վայրկյան անց: Ահա այդ արագությունն է անհրաժեշտ նվազեցնել մինչև մարդու համար անվտանգ մեծություն: Ճիշտ նույն ֆիզիկան գործում է խատուտիկների պարագայում: Ի դեպ, առաջին անգամ խատուտիկի թռիչքը մանրադիտակի տակ ուսումնասիրել են Շոտլանդիայի Էդինբուրգի համալսարանի գիտնականները և համեմատելով պարզել, թե որքան նման է պարաշյուտի թռիչքը խատուտիկի սերմերի թռիչքին: Գիտնականների մոտ հետաքրքրությունն առաջացել է այն ժամանակ, երբ նկատել են մանրադիտակային ուսումնասիրությունների արդյունքում, որ խատուտիկի մանր սերմերը կարողանում են թռչել շատ երկար տարածություններ՝ 50-150 կմ: Այստեղ հարց է առաջանում, որովհետև պարզ է, որ այստեղ ֆիզիկա է գործում: Ուսումնասիրությունները թույլ են տվել պարզել, որ խատուտիկի գլխի մոտ շրջապատյուտի պատճառով գոյանում է օդային ամպ, ինչն էլ թույլ է տալիս իրեն երկար ժամանակ մնալ օդում:

Պարաշյուտի թռիչքի մեխանիզմը բնության մեջ միայն բուսական աշխարհում չէ, որ ունի իր կրկնօրինակը: Այն կարելի է հանդիպել նաև կենդանական աշխարհում, խոսքը թռչող սկյուռների մասին է:

Թռչող սկյուռների մաշկի թաղանթներն աշխատում են պարաշյուտի պես և թույլ են տալիս նրանց այսպես ասած ճախրել մի ծառից մյուսը՝ օգտագործելով օդային հոսանքները: Թռչող սկյուռն իր «թևերի» շնորհիվ ի վիճակի է հաղթահարել մինչև 60-70 մետր հեռավորություն, ինչը իսկապես շատ է նման փոքր կենդանու համար: Պարաշյուտն ունի իր այսպես ասած կրկնօրինակները բնության մեջ, և դրանցից առաջինը խատուտիկն է, երկրորդը՝ թռչող սկյուռներն են, որոնց թևերի կառուցվածքը, թռիչքի մեխանիզմն ամբողջովին նույնն է, ինչ պարաշյուտի դեպքում: Օդն օգտագործվում է որպես հենման մակերես, և մարդը բնության այս երևույթը վերածել է տեխնոլոգիայի: Օդում թռիչքը մարդկության համար վաղուց այլևս երազանք չէ, իսկ օդում թռչելու բազմաթիվ գաղտնիքներ մարդն արդեն գտել է բնության մեջ ու կենդանի մեխանիզմները վերածել տեխնոլոգիաների: (Տեսանյութ, սլայդներ, թռչող սկյուռ, խատուտիկ, համեմատել պարաշյուտի թռիչքի հետ և կենդանի մոդելներ ունենալ՝ փոքրիկ պարաշյուտ և խատուտիկ, կենդանի մոդելի օրինակով դիտում):

## Եզրակացություն

Որքան անշուք կլինեի կյանքը, մենակ կլինեի մարդն այս մեծ մոլորակում առանց մեր մեծ ու փոքր հարևանների, որոնց մասին կարելի է անդադար խոսել: Աշխարհը գեղեցիկ է, բազմագույն, հրաշքներով լի, բնությունը մեր ամենամեծ խաղահրապարակն է, որտեղ բոլորը կարող են խաղալ, արկածներ ունենալ և հայտնագործություններ անել: Բնությունն է արարել մարդուն և նրան տեղավորել իր արաչագործության բարձրագույն աստիճանին, վերջին տասնամյակների ընթացքում բիոնիկայի զարգացումը շատ մեծ թափ է ստացել, ինչը հիմնականում պայմանավորված է նոր նյութերի մշակմամբ, որոնք թույլ են տալիս կրկնօրինակել բնության մեջ գոյություն ունեցող օրգանիզմները, այդ իսկ պատճառով քաղաքակրթության զարգացումը չպետք է համարել մարդու մենաշնորհը, չկա մի այնպիսի բան, որ մարդը ստեղծած լինի ինքնուրույն՝ առանց մայր բնության աջակցության:

*Բնությունը մեծ ուսուցիչ է, իսկ մարդն ընդամենը շատ ընդունակ աշակերտ:*

## Օգտագործված գրականության ցանկ

- Գիտական, հանրամատչելի ինտերնետային կայքեր:

<https://hy.armradio.am/2022/05/17/%d5%a2%d5%b8%d6%82%d5%b5%d5%bd%d5%a5%d6%80%d5%ab%d6%81%d5%9d-%d5%ad%d5%a1%d5%bf%d5%b8%d6%82%d5%bf%d5%ab%d5%af%d5%a8-%d5%af%d5%a5%d5%b6%d5%a4%d5%a1%d5%b6%d5%ab%d5%b6%d5%a5%d6%80%d5%ab%d6%81%d5%9d/>

<https://hy.armradio.am/2022/03/22/%d5%ba%d5%b8%d5%b2%d5%ba%d5%a1%d5%bf%d5%a5-%d5%b8%d5%bd%d5%bf%d5%a1%d5%b5%d5%b6%e2%80%a4-%d5%ab%d5%b6%d5%b9%d5%ba%d5%a5%d5%9e%d5%bd-%d5%a7-%d5%b4%d5%a1%d6%80%d5%a4%d5%af%d5%b8%d6%82%d5%a9/>

<https://hy.armradio.am/2022/02/15/%d5%b3%d5%ba%d5%b8%d6%82%d5%bc%d5%a8%d5%9d-%d5%b8%d6%82%d5%b2%d5%b2%d5%a1%d5%a9%d5%ab%d5%bc%d5%ab-%d5%af%d5%a5%d5%b6%d5%a4%d5%a1%d5%b6%d5%ab-%d5%b4%d5%b8%d5%a4%d5%a5%d5%ac%e2%80%a4-%d5%a2%d5%b6/>

- Տասներկուերորդ դասարանի բնագիտականաթեմատիկական հոսքի դասագիրք:
- Ալբերտ Փարսադանյան, Գիտելիքների շտեմարան 3: