

ԱԼԵՔՍԱՆԴՐ ՂՈՒՇՉՅԱՆ, ՄՀԵՐ ԴԱՎԹՅԱՆ, ՔՆՆԱՐԻԿ ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ԴՊՐՈՑԱԿԱՆ ԴԱՍԸՆԹԱՑԻ ՈՒՍՈՒՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ

Հոդվածում քննարկվում է մաթեմատիկական անալիզի դպրոցական դասընթացի ուսուցման գործընթացում մաթեմատիկական մոդելավորման կիրառման արդյունավետության հարցը: Ֆունկցիա, ածանցյալ, ինտեգրալ հասկացությունների օրինակով բացահայտվում են միջառարկայական կապերի միջոցով բազմամակարդակ ուսուցման իրագործման հնարավորությունները: Ներկայացվում են մաթեմատիկայի ուսուցչի անձնային և որակական բնութագրերը՝ որպես դրա իրագործման անհրաժեշտ դիդակտիկական պայման:

Բանալի բառեր` Մաթեմատիկական մոդել, միջառարկայական կապեր, ուսուցչի անձնային և որակական բնութագրեր, բազմամակարդակ ուսուցում, ֆունկցիա, ածանցյալ, ինտեգրալ:

Ուսուցման և դաստիարակության գործընթացը ժամանակակից դպրոցում ուղղված է սովորողի անձի զարգացմանը: Սակայն, գոյություն ունեցող կրթության առարկայական համակարգը թույլ է տալիս գիտելիքներ հաղորդել միայն առանձին գիտությունների ոլորտներից: Այդ համակարգերը առանձնացված են և փակ, ինչը իջեցնում է ուսուցման դերը սովորողների մտածողության զարգացման, նրանց աշխարհայացքի ձևավորմանը:

Մի քանի տարիների ընթացքում մենք դիտարկել ենք բնագիտամաթեմատիկական առարկաների ուսուցման գործընթացներում միջառարկայական կապերի իրագործման խնդիրը:

Միջառարկայական կապերը մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ուսուցիչների կողմից իրականացվում են տարբեր մակարդակներով.

- առաջին՝ առանձին դասերի ընթացքում (դրվագային),
- երկրորդ՝ դասերի համակարգում (մասնավոր-համակարգային),
- երրորդ՝ անընդհատ (համակարգային):

Առավել արդյունավետ է երրորդ մակարդակը, քանի որ շատ կարևոր է, որպեսզի սովորողները ուսուցչի աշխատանքում և նրա գործունեության մեջ տեսնեն որոշակի համակարգվածություն: Կարևոր է հաշվի առնել նաև, որ միջառարկայական կապերի կիրառումը չպետք է ծանրաբեռնի սովորողներին. այն պետք է նպաստի նրանց բնագիտական աշխարհայացքի ձևավորմանը:

Մեր կողմից անցկացվող հետազոտությունների շրջանակներում, ծրագրերի, ուսումնամեթոդական գրականության և ուսուցիչների աշխատանքների վերլուծության արդյունքում բացահայտվել են մի շարք դժվարություններ, որոնք առաջանում են միջառարկայական կապերի իրականացման ժամանակ: Դրանցից հիմնականներն են.

1. հասկացությունների, նշանակումների անհամաձայնեցվածությունը տարբեր դասընթացներում՝ ընդհանուր հասկացությունների մեկնաբանության ժամանակ,

2. միշտ չէ, որ ճիշտ է գնահատվում մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի դերը այնպիսի կարողությունների և հմտությունների ձևավորման գործընթացում, որոնք անհրաժեշտ են հարակից առարկաների ուսումնասիրման համար,

3. բնագիտական առարկաների ուսուցման գործընթացում այնքան էլ հաճախ չեն օգտագործվում հասկացություններ, որոնք ձևավորվել են մաթեմատիկայի ուսումնասիրման ժամանակ և հակառակը,

Ասվածի համատեքստում կարևորություն է ստանում մաթեմատիկայի դասավանդման գործընթացում միջառարկայական կապերի իրականացման դիդակտիկական համակարգի կառուցվածքը: Ուսուցման նոր հայեցակարգի շրջանակներում և գիտելիքների ինտեգրման անհրաժեշտության հիման վրա մեր կողմից առանձնացված են ուսուցչի մոդելի երկու բաղադրիչներ. ինվարիանտ (անփոփոխ) և վարիատիվային (փոփոխադիր):

Անփոփոխ բաղադրիչն (անձնային բնութագիր) արտացոլում է ուսուցչի տեղեկատվական մշակույթի մակարդակը՝ անկախ նրա մասնագիտությունից և ներառում է հանրակրթական, աշխարհայացքային, հոգեբանամանկավարժական և տեխնոլոգիական բաղադրիչներ:

Փոփոխադիր բաղադրիչն (որակական բնութագրիչ) առանձնահատուկ է կոնկրետ առարկայի ուսուցիչներին և բովանդակում է գիտելիքների, կարողությունների և հմտությունների այնպիսի ամբողջականություն, որոնք արտացոլում են տվյալ առարկայի կամ առարկայախմբի յուրահատկությունն ու դասավանդման մասնավոր մեթոդիկայի առանձնահատկությունները, ինչպես նաև նպաստում են ուսուցման ընթացքում միջառարկայական կապերի արդյունավետ իրականացմանը:

Մասնավորապես, մաթեմատիկայի ուսուցչի համար մեր կողմից առաջարկվող փոփոխադիր բաղադրիչը, որը նրա գործունեության հիմնական տեսակն է, ներառում է պահանջներ ոչ միայն առարկայական և մեթոդական պատրաստվածության նկատմամբ, այլև լրացուցիչ պահանջներ կրթության ինտեգրման և ընդհանուր մեթոդաբանական հիմնախնդիրների վերաբերյալ գիտելիքների նկատմամբ:

Ուսուցչի մոդելի այս բաղադրիչները յուրահատուկ չափանիշներ են, որոնք որոշում են կոնկրետ ուսուցչի, առարկայական մասնախմբերի և դպրոցի մանկավարժական անձնակազմի պատրաստվածության մակարդակը՝ դասերի ընթացքում միջառարկայական կապեր իրագործելիս: Մեր կողմից առաջարկվում է պահանջների համակարգի մի տարբերակ, որն անհրաժեշտ է ուսուցչին այս բաղադրիչների շրջանակներում:

Տարբեր ուսումնական առարկաների ուսումնասիրման ժամանակ դպրոցի աշակերտները ստանում են համակողմանի գիտելիքներ բնության և հասարակության մասին, սակայն գիտելիքների պարզ կուտակումը դեռևս բավարար չէ՝ մասնագիտական և աշխատանքային գործունեության արդյունավետ պատրաստման համար: Դպրոցի շրջանավարտը պետք է կարողանա համադրել գիտելիքները, ստեղծագործաբար կիրառել դրանք տարատեսակ կենսա-

կան իրադրություններում: Սովորողների վերլուծահամադրական մտածողության ձևավորումը նպաստում է միջառարկայական կապերի իրականացմանը՝ գիտելիքների հիմունքների ուսումնասիրման ընթացքում: Մաթեմատիկայի դասընթացում մյուս առարկաների հետ միջառարկայական կապերի իրականացումը հեշտանում է նրանով, որ մաթեմատիկան ֆիզիկային տալիս է միջոցներ և հնարներ ֆիզիկական մեծությունների միջև կախվածության ընդհանուր և ճշգրիտ արտահայտման համար, որոնք բացահայտվում են գիտափորձի կամ տեսական հետազոտությունների արդյունքում: Այդ պատճառով ֆիզիկայի դասավանդման բովանդակությունն ու մեթոդները կախված են սովորողների մաթեմատիկական պատրաստվածության մակարդակից: Ֆիզիկայի ծրագիրը կազմված է այնպես, որ այն հաշվի է առնում սովորողների գիտելիքները նաև մաթեմատիկայից:

Ֆիզիկայի ուսուցչին անհրաժեշտ է ծանոթանալ մաթեմատիկայի դպրոցական դասընթացի, դրանում ներմուծված հասկացությունների և բովանդակային նյութի մեկնաբանման հետ, որպեսզի դասերին ապահովվի «ընդհանուր մաթեմատիկական լեզու»: Այսպես, հիմնական դպրոցի հանրահաշվի դասընթացի առանցքային հասկացությունն է, օրինակ, ֆունկցիան, որի գրառման համար ներմուծվում է այսպիսի նշանակում՝ $y=f(x)$, շարադրվում են ֆունկցիաների տրման բառային, աղյուսակային, գրաֆիկական, բանաձևային եղանակները: Այս առումով մի կողմ են դրվում ֆիզիկայում ընդունված տառային նշանակումները, մինչդեռ անհրաժեշտ է լայնորեն օգտագործել ֆիզիկայից սովորողների ստացած գիտելիքները՝ ֆունկցիոնալ կախվածությունների, ֆունկցիաների գրաֆիկների ուսումնասիրման ընթացքում:

Հիմնական և ավագ դպրոցի ֆիզիկայի դասընթացում ֆիզիկական օրինաչափությունները գրառվում են գլխավորապես վերլուծական ձևով՝ բանաձևերի միջոցով: Այդ պատճառով գոյություն ունի կարծիք, որ սովորողները ֆունկցիոնալ կախվածությունները ձևական են ընկալում: Վերլուծականի համեմատությամբ գրաֆիկական եղանակը զգալի առավելություններ ունի. գրաֆիկը ցույց է տալիս ֆիզիկական օրինաչափության ընթացքը, զննականորեն բացահայտում է գործընթացի կամ երևույթի փոփոխման դինամիկան: Փորձը ցույց է տալիս, որ ֆիզիկական մեծությունների միջև կապի հաստատումը և դրա պատկերումը երկրաչափական պատկերի՝ գրաֆիկի տեսքով հնարավորություն է տալիս աստիճանաբար ստեղծել, ընդլայնել և ամրապնդել այնպիսի կարևոր գաղափարներ, ինչպիսիք են՝ մեծությունների ուղիղ և հակադարձ համեմատականությունը, գծային, քառակուսային, ցուցչային և լոգարիթմական կախվածությունները, փոփոխվող մեծությունների միջին արժեքը, ֆունկցիայի մաքսիմումն ու մինիմումը և այլն:

Ցույց տանք, թե ինչպես կարող են իրականացվել մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի միջառարկայական կապերը այնպիսի հասկացությունների ձևավորման ժամանակ, ինչպես ֆունկցիան, դրա ածանցյալը, ինտեգրալը: Մեր կարծիքով, հանրահաշվի և մաթեմատիկական անալիզի տարրերի հիմնական հասկացությունների ուսումնասիրումը նպատակահարմար է սկսել ֆիզիկայի մեխանիկայի բաժինը սկսելու հետ միաժամանակ: Ֆիզիկայի ողջ դասընթացի ուսումնասիրմանը նպաստում է մաթեմատիկական ապարատի անբավարար

օգտագործումը, որը կամ սովորողներին անհրաժեշտ մաթեմատիկական հասկացությունների ու ձևավորվելու արդյունք է, կամ ֆիզիկայի ու մաթեմատիկայի ուսուցիչների գործողությունների միջև համաձայնության բացակայության հետևանք՝ ընդհանուր ֆիզիկամաթեմատիկական հասկացությունների կիրառման համատեքստում:

Ստեղծված իրադրության ելքը հանրահաշվի և մաթեմատիկական անալիզի հասկացությունների և ֆիզիկայի համապատասխան հասկացությունների համատեղ ձևավորումն է՝ որպես մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի դասընթացներում միջառարկայական կապերի իրականացման բարձրագույն ձև: Հենց մեխանիկայի և մաթեմատիկական անալիզի տարրերի զուգահեռ ուսումնասիրման ժամանակ են բացահայտվում առավելագույն հնարավորությունները ակնթարթային արագություն, ակնթարթային արագացում, տեղափոխություն, աշխատանք ֆիզիկական հասկացությունների և ֆունկցիա, ածանցյալ, ինտեգրալ մաթեմատիկական հասկացությունների ձևավորման համար:

Ժամանակակից դպրոցի առարկայական չափորոշիչները, ուսումնական պլաններն ու ծրագրերը թույլ են տալիս իրականացնել միջառարկայական կապերը տարբեր գիտությունների հիմունքների ուսումնասիրության գործընթացում: Սակայն գոյություն ունեցող միջառարկայական կապերը, որոնց օգտագործումը նպաստում է սովորողների վերլուծահամադրական մտածողության ձևավորմանը, թույլ են տալիս համակողմանիորեն ուսումնասիրել բնության և հասարակության երևույթները, իրականացվում են միայն այն դեպքում, երբ ուսուցիչը ոչ միայն իր առարկայի ուսուցման գործընթացում և այդ առարկայի միջոցներով է բացահայտում այն երևույթները, որոնք ուսումնասիրվում են ուսումնական այլ բնագավառներում, ընդլայնում, այլև խորացնում է աշակերտների գիտելիքները, իրականացնում է գիտելիքների տեղափոխում այլ բնագավառներ, ձևավորում ընդհանրացված հասկացություններ, կարողություններ, հմտություններ:

Միջառարկայական կապերի իրականացման ժամանակ նախապատվությունը հարկ է տալ ֆիզիկայի գնահատականությանը, քան թե մաթեմատիկական ապացույցների խստությանը: Այդ պատճառով մաթեմատիկայի դասերին, նպատակահարմար է, օրինակ, գումարի ածանցյալ հասկացությունն ուսումնասիրել արագությունների գումարման օրենքի միջոցով, ֆունկցիաների ածանցյալների բանաձևերի դուրսբերման ժամանակ հենվել ոչ լրիվ ինդուկցիայի մեթոդի կիրառման վրա, մաթեմատիկական փաստերը հաստատել հիմնավորել ֆիզիկայից բերված օրինակներով, սահմանային անցան հասկացությունը ձևավորել ֆիզիկական փորձի հիման վրա, որի ժամանակ որոշվում են մարմնի շարժման միջին արագությունների արժեքները փոքր ժամանակահատվածների ընթացքում: Ֆիզիկայի պարզագույն օրինակի՝ ուղղահայաց վեր նետված մարմնի շարժման ուսումնասիրումը հեշտացնում է աճող և նվազող ֆունկցիաների հասկացության ձևավորման խնդիրը, թույլ է տալիս հիմնավոր ձևով ներմուծել երկրորդ կարգի ածանցյալ հասկացությունը և այդ հենքի վրա ստանալ գրաֆիկի ուռուցիկության որոշման կանոններ: Ինչ վերաբերում է «նախնական» և «ինտեգրալ» հասկացություններին, ապա դրանց ձևավորումը նպատակահարմար է իրականացնել ֆիզիկական բնույթի օրինակների

լայն օգտագործումով՝ նախնականի և ինտեգրալի սահմանումների, դրանց հիմնական հատկությունների, երկրաչափական մեկնաբանությունների, բազմանդամների ինտեգրման կանոնների ուսուցման ընթացքում:

Ֆիզիկան հանրահաշվի և մաթեմատիկական անալիզի տարրերի հիմնական հասկացությունների ձևավորման մեջ պասիվ դեր չի խաղում. այն հնարավորություն է տալիս ներկայացնել սահմանային անցումը դիսամիկայում և իմաստավորել «անվերջ փոքր մեծություն» հասկացությունը: Ֆիզիկայի դասընթացի համար ածանցյալի և ինտեգրալի իմացությունը հեռանկարներ է բացում մի շարք ֆիզիկական մեծությունների առավել խիստ սահմանման, Նյուտոնի երկրորդ օրենքի, էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի օրենքների ճշգրիտ գրառման, գրաֆիկների հետ աշխատանքների պարզեցման, մարմինների հավասարակշռության տեսակների ու պայմանների քննարկման համար ոչ միայն ուժային, այլև էներգետիկ տեսանկյունից: Սովորողների կողմից ածանցյալ և ինտեգրալ հասկացությունների իմացությունը թույլ է տալիս մշակել ընդհանուր մոտեցում ֆիզիկական մեծությունների սահմանման և ֆիզիկական բովանդակությամբ գրաֆիկական խնդիրների լուծման նկատմամբ: Այդ նպատակով կարելի է, օրինակ, օգտագործել ալգորիթմական սխեմաներ, որոնք ընդհանուր են մաթեմատիկական և ֆիզիկական ֆունկցիոնալ կախվածությունների որոշման համար: Այսպես, ածանցյալի միջոցով ֆիզիկական հասկացությունների սահմանման նկատմամբ ընդհանուր մոտեցման սխեման կարող է այսպիսին լինել.

1. Համոզվելով ածանցյալ հասկացության կիրառման հնարավորության մեջ՝ գրառել ֆունկցիոնալ կախվածությունները $y=f(x)$ տեսքով:

2. Գտնել ֆունկցիայի աճի հարաբերությունը անկախ փոփոխականի աճին, այսինքն՝ ֆունկցիայի փոփոխման միջին արագությունը:

3. Սահմանային անցում կատարել՝ գրառելով ածանցյալի արտահայտությունը:

4. Ձևակերպել ֆիզիկական մեծության սահմանումը հետևյալ սխեմայով. ֆիզիկական հասկացության անվանում, որը որոշված է որպես ածանցյալ տվյալ ֆունկցիայից, ֆունկցիայի անվանում, անկախ փոփոխականի անվանում:

Ինտեգրալի միջոցով ֆիզիկական հասկացության սահմանման համար կարելի է ընտրել գործողության հետևյալ սխեման.

1. Համոզվել տվյալ իրադրությունում «ինտեգրալ» հասկացության կիրառման հնարավորության մեջ. որոնելի ֆիզիկական մեծության մոտավոր արժեքը կարող է ներկայացվել որպես արտահայտությունների գումար, գրաֆիկորեն այդ գումարը պետք է համապատասխանի պատկերի մակերեսի արժեքին, իսկ սահմանային դեպքում մարմնի մակերեսը պետք է հանգեցվի կորագիծ սեղանի մակերեսի հաշվմանը:

2. Գրառել որոնելի ֆիզիկական մեծությունը:

3. Ձևակերպել այդ ֆիզիկական մեծության սահմանումը հետևյալ սխեմայով. ֆիզիկական մեծության անվանում, որը որոշվում է որպես ինտեգրալ տվյալ ֆունկցիայից, ֆունկցիայի անվանում, անկախ փոփոխականի անվանում:

Աշխատանքային փորձը ցույց է տվել, որ գրաֆիկների, ֆիզիկական մեծությունների միջև ֆունկցիոնալ կախվածությունների ուսուցման գործընթացում այսօրինակ մոտեցումը բարենպաստ պայմաններ է ստեղծում մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի դասերին գրաֆիկներով աշխատանքի ընդհանուր կարողությունների ձևավորման համար: Ֆիզիկայի դասավանդման գործընթացում մեծ նշանակություն ունի սովորողների կողմից մաթեմատիկական հաշվարկների, երկրաչափական պարզագույն կառուցումների, տարրական ֆունկցիաների գրաֆիկներ կառուցելու, փորձերի տվյալների հիման վրա գրաֆիկներ կառուցելու, ֆունկցիոնալ կախվածությունների բանաձևային արտահայտությունների գրառման հմտությունների տիրապետումը: Վերացականի և կոնկրետի միասնությունը դրսևորվում է մաթեմատիկական և ֆիզիկական պատկերացումների միասնության միջոցով: Մաթեմատիկայում գրաֆիկները ուսումնասիրվում են վերացականորեն, կոնկրետ գործընթացների հետ կապից դուրս: Ֆիզիկական երևույթների ուսումնասիրման ժամանակ իրականացվում է դրանց կոնկրետացում: Ֆիզիկայի ամբողջ դասընթացը հագեցած է երևույթների գրաֆիկական ներկայացումներով, սկսած մեխանիկայից և վերջացրած ատոմի կառուցվածքով: Ֆիզիկայի դասընթացի ուսումնասիրման ժամանակ սովորողները ընդգծում են այդ կոնկրետությունը երևույթների գրաֆիկական պատկերացումներում: Ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի դասավանդման ընթացքում անհրաժեշտ է սովորողների ուշադրությունը սևեռել այն բանին, որ մաթեմատիկական ֆիզիկական հասկացությունների և օրենքների ընդհանրացման հզոր միջոց է: Ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի փոխհարաբերություններում մեծ տեղ է զբաղեցնում այդ առարկաներին ներկայացվող պահանջների խաչաձևումը համապատասխան գիտությունների զարգացման հետ: Այսպիսի փոխկապակցումը սովորաբար բերում է կարևոր բացահայտումների՝ ինչպես մաթեմատիկայում, այնպես էլ ֆիզիկայում: Մաթեմատիկան ընդհանուր ֆիզիկական օրինաչափությունների արտահայտման համար միջոց է, ինչպես նաև նոր ֆիզիկական երևույթներ և փաստեր բացահայտելու մեթոդ, իսկ ֆիզիկան, իր հերթին, խթանում է մաթեմատիկայի զարգացումը՝ նոր խնդիրների առաջադրումով:

Միջառարկայական կապերի վերհանումն ու հետագա իրականացումը ուսումնական թեմաների անհրաժեշտ և կարևոր դրույթների բացահայտման համար թույլ է տալիս.

ա) իջեցնել սուբյեկտիվ մոտեցման հնարավորությունը ուսումնական թեմաների միջառարկայական տարողունակության որոշման մեջ,

բ) ուսուցիչների և սովորողների ուշադրությունը կենտրոնացնել ուսումնական առարկաների հանգուցային կողմերի վրա, որոնք կարևոր դեր են խաղում գիտությունների առաջատար գաղափարների բացահայտման մեջ,

գ) իրականացնել փուլային աշխատանք՝ միջառարկայական կապերի հաստատման ուղղությամբ, մշտապես բարդացնելով իմացական խնդիրները, ընդլայնելով ստեղծագործական նախաձեռնողականության գործունեության և դպրոցականների ճանաչողական ինքնագործունեության դաշտը, կիրառելով դիդակտիկական միջոցների ողջ բազմազանությունը բազմակողմանի միջառարկայական կապերի արդյունավետ իրականացման համար,

դ) ձևավորել սովորողների ճանաչողական հետաքրքրությունները ամենատարբեր ուսումնական առարկաների միջոցով դրան օրգանական միասնության մեջ,

ե) ստեղծագործական համագործակցություն իրականացնել ուսուցիչների և սովորողների միջև,

զ) ուսումնասիրել կարևորագույն աշխարհայացքային հարցեր և արդի ինդիվիդուալ տարբեր առարկաների և գիտությունների միջոցներով և կյանքի հետ կապի միջոցով:

Միջառարկայական կապերի հաջորդայնության սկզբունքի մեջ առկա են կարևոր պաշարներ ուսումնադաստիարակչական գործընթացի հետագա կատարելագործման համար:

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ШКОЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА - АЛЕКСАНДР ГУШЧЯН, МГЕР ДАВТЯН, КНАРИК ОГАННИСЯН - В статье рассматривается эффективность математического моделирования в математическом анализе школьной программы. Функциональные, производные, интегральные понятия раскрывают возможности многоуровневого обучения через междисциплинарные связи. Личные и качественные характеристики учителя математики представлены как необходимое дидактическое условие для их реализации.

THE APPLICATION OF THE MATHEMATICAL MODELLING IN THE PROCESS OF TEACHING THE SCHOOL CURRICULUM OF MATHEMATICAL ANALYSIS - ALEKSANDR GHUSHCHYAN, MHER DAVTYAN, KNARIK HOVHANNISYAN - The article discusses the effectiveness of mathematical modeling in mathematical analysis of the school curriculum. function, derivative, integral concepts reveal the possibilities of multi-level learning through interdisciplinary connections. The personal and qualitative characteristics of the math teacher are presented as a necessary didactic condition for their implementation.

Key words: mathematical model, interdisciplinary connections, teacher's personality and qualitative characteristics, multi-level training, function, differential, integrated.

Գրականություն

1. Введение в математическое моделирование: Учеб. Пособие / Под. Ред. П.В. Трусова.- М.: Лотос, 2004.-440с.
2. Методика преподавания математики в средней школе: Частная методика Учеб. Пособия для студентов пед. ин - тов./ А. Я. Блох, В.А. Гусев и др., Сост. В. И. Мишин. - М.: Просвящение, 1987.- 415с.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Математическая_модель.