ՇԻՐԱԿԻ Մ. ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ШИРАКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М. НАЛБАНДЯНА
M. NALBANDYAN STATE UNIVERSITY OF SHIRAK
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ SCIENTIFIC PROCEEDINGS

Պրակ Բ
Выпуск Б
Issue B

2023 № 1

ՀՏԴ 372.851
DOI 10.54151/27382559-23.1pb-180

ԴԱՍԱՎԱՆԴՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆԵՐ

ՖՈՒՆԿՑԻԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ՈՒՐՎԱԳԻԾԸ ԵՎ ԳՐԱՖԻԿԻ ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԿԱՆ ՄՈՏԵՑՈՒՄԸ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ԴՊՐՈՑԱԿԱՆ ԴԱՍԸՆԹԱՑՈՒՄ

Գասպարյան Ս. Օ., Ղուլղազարյան Լ. Գ.

Հոդվածում ուսումնասիրվում է ավագ դպրոցի «Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրեր» դասընթացի կարևորագույն թեմաներից մեկը՝ ֆունկցիայի հետազոտման ուրվագիծը և գրաֆիկի կառուցման մեթոդական մոտեցումները:

ՀՀ-ում ֆունկցիայի հետազոտման ուրվագիծը և գրաֆիկի կառուցումը ուսումնասիրում են ավագ դպրոցի «Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրեր» դասընթացի ուսուցման ընթացքում երկու փուլերով՝ առանց ածանցյալի գաղափարի կիրառման (10-րդ դասարան) և ածանցյալի կիրառմամբ (11-րդ դասարան) [1, 2]:

11-րդ դասարանում դիտարկվող քայլաշարում ներմուծված է ածանցյալի կիրառությունը, որը հեշտացնում է ֆունկցիայի հատկությունների ուսումնասիրումը: Սակայն առաջարկված քայլերով ֆունկցիայի հետազոտումը կատարելուց հետո սովորողները երբեմն դժվարանում են կառուցել ֆունկցիայի գրաֆիկը, քանի որ հանդիպում են մի շարք դժվարությունների, որոնք անհաղթահարելի են համապատասխան գիտելիքների բացակայության պատճառով:

Աշխատանքում առաջարկվում է ավագ դպրոցի «Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրեր» դասընթացի 11-րդ դասարանի բնագիտամաթեմատիկական հոսքերում երկրորդ կարգի ածանցյալների ուսուցման ժամանակ ներմուծել ֆունկցիայի ուռուցիկություն (գոգավորություն) հասկացությունը, շրջման կետի գաղափարները, որոնք էականորեն կպարզեցնեն ֆունկցիայի գրաֆիկի կառուցման ընթացքը, ինչի արդյունքում շարադրվող նյութը կստանա ավելի բովանդակալից և ամբողջական տեսք, իսկ Ֆունկցիայի հետազոտման ուրվագիծը և գրաֆիկի կառուցումը կլինի ավելի հասանելի ավագ դպրոցի սովորողների համար:

Բանալի բառեր. ֆունկցիայի հետազոտում, ֆունկցիայի գրաֆիկ, շրջման կետ, ուռուցիկություն (գոգավորություն):

Ներածություն: Ֆունկցիոնալ կախվածության հասկացությունը, լինելով մաթեմատիկայի կենտրոնական հասկացություններից մեկը, ներթափանցում է նրա բոլոր բաժինները և սովորեցնում մեծությունները ընկալել որպես փոփոխականներ, որոնց միջև առկա են փոխադարձ կապեր և պայմանականություններ: Կիրառական առումով՝ մաթեմատիկական անալիզի ուսուցման ընթացքում կարևորագույն հմտություններից է գրաֆիկների հետ աշխատելու ունակությունը, որն իր մեջ ներառում է՝ տրված բանաձևով ուրվագծել ֆունկցիայի գրաֆիկը, հետազոտել ֆունկցիայի հատկությունները և վարքը: Նշված հետազոտություններն անհրաժեշտ են ոչ միայն ֆունկցիայի հասկացության ավելի խոր ուսումնասիրության համար, այլ նաև հավասարումների և անհավասարումների, ինչպես նաև տարբեր կիրառական խնդիրների լուծման համար, քանի որ բնական և տեխնիկական գիտությունների հիմնական խնդիրներից է բնական երևույթներում ներգրավված մեծությունների միջև կապերի բացահայտումը և կախվածության (օրենքի) հաստատումը, ինչպես նաև այդ կախվածությունների հետագա հետազոտումն ու նրանց հատկությունների բացահայտումը:

Ֆունկցիայի վարքագիծը ուսումնասիրելու ընթացքում անհրաժեշտ է դիտարկել այն հիմնական կետերը, որոնք բնութագրում են ֆունկցիան և թույլ են տալիս ճիշտ պատկերել ֆունկցիայի գրաֆիկը: Սակայն ավագ դպրոցի գիտելիքների հիման վրա այս խնդրին առնչվող նյութը լիարժեք վերջնական ձևակերպված չէ, անբավարար է ուսումնասիրվում, շատ կարևոր կետեր ներառված չեն ծրագրում և, հետևաբար, չեն ուսումնասիրվում: Այդ իսկ պատճառով հաճախ հետազոտության ընթացքում սովորողները հանդիպում են մի շարք խնդիրների, որոնք բերում են սխալ արդյունքների: Այդ ամենի հիմքում ընկած է որոշ հասկացությունների և սահմանումների բացակայությունը դպրոցական դասընթացում: Օրինակ՝ ռացիոնալ ֆունկցիաները ուսումնասիրվում են 11-րդ դասարանում, բայց այդպիսի ֆունկցիաների գրաֆիկները կառուցելիս սովորողները հանդիպում են որոշակի դժվարությունների: 11-րդ դասարանի դասագրքում [2] ֆունկցիայի հետազոտման քայլաշարի 8-րդ կետը՝ *եթե ֆունկցիայի որոշման տիրույթը բաղկացած է մեկ կամ մի քանի միջակայքերից, ապա պարզել այդ ֆունկցիայի վարքը ծայրակետերին մոտենալիս*, իրականացնելը բավականին բարդ է, քանի որ պահանջում է ֆունկցիայի միակողմանի սահմանների իմացությունը, որը ընդգրկված չէ դպրոցական ծրագրում: Ուսումնասիրելով դասագիրքը և իր մեջ լուծված օրինակները՝ նկատում ենք, որ այդ կետը հիմնականում անտեսվում է, կամ տրվում է պատասխանը առանց բացատրության:

Հոդվածում ներկայացված են հիմնական խնդիրները, որոնք առաջանում են աշակերտների մոտ ֆունկցիաների հետազոտության և գրաֆիկների կառուցման ընթացքում: Առաջարկվում են քայլեր այդ խնդիրները վերացնելու ուղղությամբ, որոնք իր մեջ ներառում են համալրումներ ուսումնական ծրագրում:

«Ֆունկցիայի հետազոտման ուրվագիծը և գրաֆիկի կառուցումը» թեմայի ուսուցման ընթացքում սովորողների ձեռք բերած գիտելիքները, հմտություններն ու կարողությունները հնարավորություն են տալիս ոչ միայն արդյունավետ լուծել մաթեմատիկական խնդիրներ, այլ նաև կիրառել ստացված գիտելիքները հարակից առարկաները ավելի պատկերավոր և խորը ուսուցանելիս, ինչը ստեղծում է կայուն միջառարկայական կապեր հանրահաշվի, երկրաչափության, ֆիզիկայի, ինֆորմատիկայի, քիմիայի, կենսաբանության և այլ առարկաների միջև:

Օրինակ՝ որոշ երկրաչափական խնդիրներ լուծելիս անհրաժեշտ է ուսումնասիրել ֆունկցիայի էքստրեմումները (մաքսիմումի-մինիմումի խնդիրներ), ինտեգրալի մասին տեղեկությունը հնարավորություն է տալիս դուրս բերել երկրաչափական մարմինների ծավալների հիմնական բանաձևերը, հիմնական տարրական ֆունկցիաների ուսումնասիրությունները անհրաժեշտ են էլեկտրադինամիկայի հիմնական երևույթները բնութագրելու և օպտիկայի ուսումնասիրության համար, դիֆերենցիալ հաշվի տարրերն օգտագործվում են ռադիոակտիվ քայքայման երևույթի և ներդաշնակ տատանումների ուսումնասիրության և բնութագրման համար և այլն:

Ակնհայտ է, որ վերը նշված հասկացությունների ուսումնասիրումը մեծ ազդեցություն ունի նաև սովորողների աշխարհայացքի ձևավորման վրա, քանի որ վերը նշված թեմայի ուսուցումը թույլ է տալիս օրինակների և խնդիրների միջոցով ուսումնասիրել և բնութագրել մեզ շրջապատող բազմազան ֆիզիկական երևույթներն ու պրոցեսները, ցույց տալ մաթեմատիկական մեթոդների համընդհանրությունը և այլն:

Ֆունկցիայի հետազոտման ընթացքում՝ մոնոտոնության միջակայքերը ուսումնասիրելիս, բնականոն հարց է առաջանում, թե ինչ բնույթի է ֆունկցիայի գրաֆիկը այդ մոնոտոնության միջակայքերում. աճը (նվազումը) էքսպոնենտալ է, թե, օրինակ, լոգարիթմական, և ինչպես ուրվագծել տրված ֆունկցիայի գրաֆիկը:

Այդ խնդիրը լուծելու համար առաջարկում ենք համալրել ուսումնական նյութը **ֆունկցիայի ուռուցիկություն (գոգավորություն), շրջման կետ** հասկացություններով և դիտարկել կոնկրետ օրինակներ այդ հասկացությունների կիրառմամբ ֆունկցիաների գրաֆիկներ գծելիս:

Իսկ այն խնդիրը, որն առաջանում է սովորողների մոտ ֆունկցիայի գրաֆիկը գծելիս, երբ ֆունկցիայի որոշման տիրույթը բաղկացած է անվերջ միջակայքից կամ կիսաանվերջ միջակայքերից, և նրանք չեն պատկերացնում ֆունկցիայի վարքը $x \to +\infty$ կամ $x \to -\infty$ ձգտելիս, առաջարկում ենք լուծել սահմանային անցման միջոցով:

Հաշվի առնելով նոր չափորոշիչները և առարկայական ծրագրերին ներկայացվող պահանջները՝ վերոնշյալ խնդիրներից խուսափելու համար, Ֆունկցիայի հետազոտման ուրվագիծը և գրաֆիկի կառուցումը ավելի մանրակրկիտ և հասանելի դարձնելու համար առաջարկում ենք խորացված հոսքերի համար լրացուցիչ մոդուլների միջոցով ուսումնական ծրագիրը համալրել նոր հասկացություններով, իսկ Ֆունկցիայի վարքի հետազոտման և գրաֆիկի ուրվագծի կառուցման քայլերին ավելացնել ևս մի քանիսը.

1. *Գտնել ֆունկցիայի շրջման կետերը:*
2. *Գտնել ֆունկցիայի գոգավորության (ուռուցիկության) միջակայքերը:*

Ֆունկցիայի հետազոտման ուրվագծը և ֆունկցիայի գրաֆիկի կառուցումը ուռուցիկություն (գոգավորություն), շրջման կետ գաղափարների կիրառմամբ:

11-րդ դասարանի բնագիտամաթեմատիկական հոսքի «Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրեր 11» դասագրքում [2] պարագրաֆ 14-ում ներկայացված է երկրորդ կարգի ածանցյալի հակցությունը, ինչպես նաև դիտարկված է մեխանիզմը՝ ֆունկցիայի մաքսիմումի և մինիմումի կետերի որոշումը երկրորդ կարգի ածանցյալի կիրառմամբ:

Հաշվի առնելով վերը նշված դժվարությունները՝ առաջարկում ենք դիտարկել **ֆունկցիայի ուռուցիկություն (գոգավորություն), շրջման կետ** հասկացությունները և դրանց կիրառումը ֆունկցիաների գրաֆիկներ գծելիս: Ֆունկցիայի գրաֆիկի ուռուցիկություն (գոգավորություն) և շրջման կետի դասական սահմանումները տրված են [3,4] ձեռնարկներում:

Դպրոցական դասընթացում սովորողների կողմից ընկալելի կլինի ֆունկցիայի գրաֆիկի ուռուցիկություն (գոգավորություն) հասկացությունը, շրջման կետի գաղափարը, եթե դրանք սահմանենք հետևյալ կերպ.

Սահմանում 1: Կասենք, որ $y = f(x)$ ֆունկցիայի գրաֆիկը $(a;b)$ միջակայքում ուռուցիկությամբ ուղղված է դեպի ներքև (վերև), եթե ֆունկցիայի գրաֆիկը ամբողջությամբ գտնվում է այդ գրաֆիկի ցանկացած կետում տարված շոշափողից ոչ ներքև (ոչ վերև): Հաճախ ուռուցիկությամբ դեպի ներքև ուղղված գրաֆիկին անվանում են ուռուցիկ, իսկ դեպի վերև ուղղված գրաֆիկին՝ գոգավոր:

Սահմանում 2: $y = f(x)$ ֆունկցիայի գրաֆիկի $M(x_0, f(x_0))$ կետը կոչվում է գրաֆիկի շրջման կետ, եթե գոյություն ունի OX առանցքի c կետի այնպիսի δ-շրջակայք $(c-\delta; c+\delta)$, որի $(c-\delta; c)$ և $(c; c+\delta)$ մասերում գրաֆիկի ուռուցիկությունը ունի տարբեր ուղղվածություն:

Նշենք նաև $(a;b)$ միջակայքում ֆունկցիայի գրաֆիկի ուռուցիկության (գոգավորության) բավարար պայմանը.

Թեորեմ 1: Եթե $y = f(x)$ ֆունկցիան $(a;b)$ միջակայքում ունի $f''(x)$ երկրորդ կարգի ածանցյալ և, եթե $f''(x) \geq 0$, (կամ $f''(x) \leq 0$, $(a;b)$-ում), ապա $f(x)$ ֆունկցիայի գրաֆիկը այդ միջակայքում ուռուցիկությամբ ուղղված է դեպի ներքև (դեպի վերև):

Շրջման կետերը անհրաժեշտ է փնտրել այն կետերի միջև, որտեղ կրկնակի ածանցելի f ֆունկցիայի երկրորդ կարգի ածանցյալը հավասար լինի զրոյի՝ $f''(x) = 0$ կամ գոյություն չունենա:

Թեորեմ 2: Որպեսզի c կետում կրկնակի ածանցելի f ֆունկցիայի գրաֆիկի $(c, f(c))$ կետը լինի շրջման կետ, բավարար է, որ c կետում ֆունկցիայի երկրորդ կարգի ածանցյալը հավասար լինի զրոյի՝ $f''(x) = 0$ և անցնելով այդ կետով՝ փոխի իր նշանը:

Ռացիոնալ ֆունկցիայի հետազոտման օրինակի վրա ցույց տանք այս գաղափարների ուսումնասիրման անհրաժեշտությունը:

Օրինակ: Դիտարկել $\mathbf{y = \frac{x}{1+x^2}}$ ֆունկցիան և կառուցել ֆունկցիայի գրաֆիկը:

Լուծում: Կիրառելով դպրոցական դասընթացում դիտարկվող ֆունկցիայի հետազոտման քայլաշարը՝ հակիրճ ներկայացնենք ստացված արդյունքները՝

1. Ֆունկցիայի որոշման տիրույթն է՝ $D(f) = R$,
2. Ֆունկցիան պարբերական չէ,
3. ֆունկցիան կենտ է,
4. Ակնհայտ է, որ $y = f(x)$ ֆունկցիան Oy և Ox առանցքները հատում է՝ $(0;0)$ կետում,
5. Նշանապահպանման միջակայքերն են
$$\begin{cases} f(x) \geq 0, & \text{երբ } x \geq 0 \\ f(x) < 0, & \text{երբ } x < 0 \end{cases},$$
6. $[-1;1]$ միջակայքում ֆունկցիան աճող է, $(-\infty;-1]$և $[1;+\infty)$ միջակայքերում ֆունկցիան նվազող է,
7. Ֆունկցիայի էքստրեմումի կետերն ու էքստրեմումներն են՝
$$\left[\begin{array}{ll} x_{max} = 1; & y_{max} = f(1) = \frac{1}{2} \\ x_{min} = -1; & y_{min} = f(-1) = -\frac{1}{2} \end{array}\right.:$$

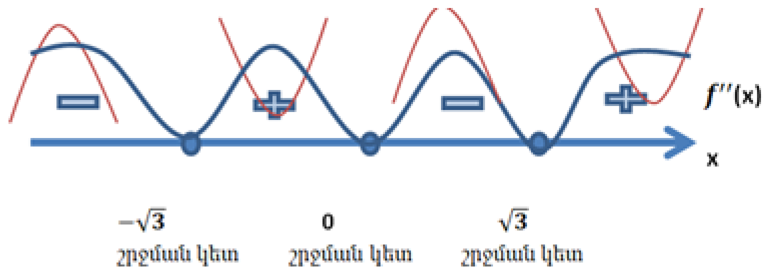
Այս քայլաշարը ավարտելուց հետո սովորողները կանգ են առնում և չեն կարողանում գծել ֆունկցիայի գրաֆիկը, քանի որ ստացված արդյունքները բավարար չեն գրաֆիկը ճիշտ պատկերելու: Այստեղ է արդեն անհրաժեշտ լինում դիտարկել նաև ֆունկցիայի գրաֆիկի շրջման կետերն ու ուռուցիկության (գոգավորության) միջակայքերը: Ինչպես նաև հետազոտել ֆունկցիայի վարքը, երբ $x \to \pm\infty$:

1. Գտնենք ֆունկցիայի շրջման կետերը: Նախ հաշվենք ֆունկցիայի երկրորդ կարգի ածանցյալը՝
$$f''(x) = \frac{2x(x^2-3)}{(1+x^2)^3}$$

Կիրառենք թեորեմ 2-ը և գտնենք շրջման կետերը: Քանի որ՝
$$f''(x) = 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} x_1 = 0 \\ x_2 = \sqrt{3} \\ x_3 = -\sqrt{3} \end{array}\right.$$

Հետևաբար, շրջման կետերը կլինեն՝ $(0;0)$; $\left(\sqrt{3};\frac{\sqrt{3}}{4}\right)$ և $\left(-\sqrt{3};-\frac{\sqrt{3}}{4}\right)$:

2. Գտնել ֆունկցիայի ուռուցիկության (գոգավորության) միջակայքերը: Կիրառենք թեորեմ 1-ը և գտնենք ուռուցիկության (գոգավորության) միջակայքերը:



Նկար 1. $y = \frac{x}{1+x^2}$ **ֆունցիայի շրջման կետերը, ուռուցիկության (գոգավորության) միջակայքերը:**

$$\begin{cases} f''(x) > 0 \ \text{ֆունկցիան ուռուցիկ է; երբ } x \in \left(-\sqrt{3};\ 0\right) \cup \left(\sqrt{3}; +\infty\right); \\ f''(x) < 0 \ \text{ֆունկցիան գոգավոր է; երբ } x \in \left(-\infty; -\sqrt{3}\right) \cup \left(0; \sqrt{3}\right): \end{cases}$$

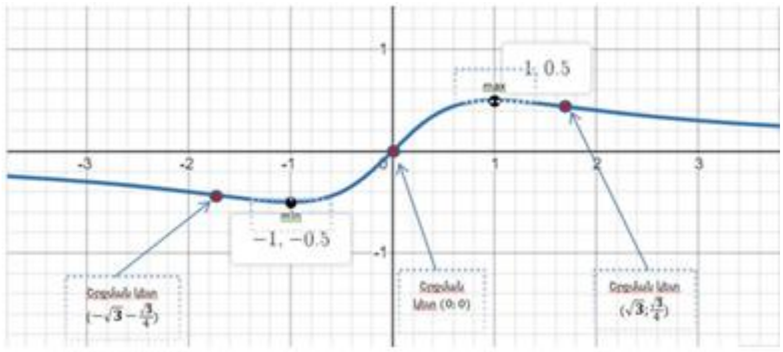
3. Պարզել ֆունկցիայի վարքը $x \to +\infty$ կամ $x \to -\infty$ ձգտելիս: Ֆունկցիայի վարքը $x \to +\infty$ կամ $x \to -\infty$ ուսումնասիրելիս կօգտվենք ֆունկցիայի սահմանի գաղափարից, երբ $x \to +\infty$ կամ $x \to -\infty$.

$$\lim_{x \to +\infty} \frac{x}{1+x^2} = \lim_{x \to +\infty} \frac{\frac{1}{x}}{\frac{1}{x^2}+1} = 0,$$

$$\lim_{x \to -\infty} \frac{x}{1+x^2} = \lim_{x \to -\infty} \frac{\frac{1}{x}}{\frac{1}{x^2}+1} = 0:$$

Հանգում ենք այն եզրակացության, որ, երբ $x \to +\infty$ կամ $x \to -\infty$ ֆունկցիայի արժեքը ձգտում է զրոյի: Այսինքն՝ ֆունկցիայի գրաֆիկը երկու կողմից անվերջ մոտենում է OX առանցքին, բայց այն չի հատում:

Այժմ, ընդհանրացնելով վերը նշված հետազոտությունները, կառուցենք $f(x) = \frac{x}{1+x^2}$ ֆունցիայի գրաֆիկը [5]:



Նկար 2. $f(x) = \frac{x}{1+x^2}$ **ֆունցիայի գրաֆիկը:**

Եզրակացություն: Ֆունկցիաների վարքագծի, դրանց հատկությունների ուսումնասիրությունը, գրաֆիկների կառուցումը և կիրառական խնդիրների լուծման կիրառությունները դպրոցական դասընթացի կարևոր բաժիններից է:

Ֆունկցիաների գրաֆիկները կառուցելիս սովորողները հանդիպում են մի շարք խնդիրների, որոնք բերում են սխալ կամ թերի ձևակերպված արդյունքների: Այդ ամենի հիմքում ընկած է որոշ հասկացությունների և սահմանումների չիմանալը կամ թերի ընկալումը և որպես արդյունք՝ ոչ պատշաճ կիրառումը (օրինակ՝ ինչ բնույթի է ֆունկցիայի գրաֆիկը մոնոտոնության միջակայքերում, ինչպիսին է աճը (նվազումը), ինչպիսին է ֆունկցիայի վարքը որոշման տիրույթի ծայրակետերի շրջակայքում և այլն):

Հաշվի առնելով նոր չափորոշիչները և առարկայական ծրագրերին ներկայացվող պահանջները՝ վերոնշյալ խնդիրներից խուսափելու համար, Ֆունկցիայի հետազոտման ուրվագիծը և գրաֆիկի կառուցումը ավելի մանրակրկիտ և հասանելի դարձնելու համար առաջարկում ենք խորացված հոսքերի համար լրացուցիչ մոդուլների միջոցով ուսումնական ծրագիրը համալրել նոր հասկացություններով, ինչպիսիք են՝ շրջման կետ, ֆունկցիայի ուռուցիկություն (գոգավորություն), հետազոտել և կառուցել ֆունկցիայի գրաֆիկներ նշված հասկացությունների կիրառմամբ:

Հեղինակը շնորհակալություն է հայտնում գիտական ղեկավար ֆիզմաթ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Լ. Ղուլղազարյանին հոդվածի ձևակերպման ընթացքում բովանդակալից խորհուրդների համար:

СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИИ И МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ГРАФИКА ФУНКЦИИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Гаспарян С. О., Гулгазарян Л. Г.

В статье рассматривается одна из важнейших тем курса старшей школы «Алгебра и элементы математического анализа» - схема исследования функции и методические подходы к построению графика.

В РА схема исследования функции и построение графика изучаются в ходе обучения курсу «Алгебра и элементы математического анализа» старшей школы в два этапа- без применения понятия производной (10 класс) и с применением производной (11 класс) [1, 2].

В 11-м классе при пошаговом исследовании функции вводится применение производной, что облегчает изучение свойств функции. Однако, в определенных случаях, после выполнения исследования функции с предложенными шагами учащиеся испытывают затруднения с построением графика функции, так как сталкиваются с рядом трудностей, которые непреодолимы из-за отсутствия соответствующих знаний.

В работе рекомендуется в 11-ых классах старшей школы с углубленным изучением курса «Алгебра и элементы математического анализа» ввести понятия выпуклость (вогнутость) функции, точка перегиба при изучении производных второго порядка, что значительно упростит процесс построения графика функции, в результате чего изложенный материал приобретет более содержательный и законченный вид, а схема исследования функции и построение графика будут более доступными для старшеклассников.

Ключевые слова: исследование функции, график функции, точка перегиба, выпуклость (вогнутость).

SCHEME OF FUNCTION STUDY AND METHODOLOGICAL APPROACH OF SKETCHING GRAPHS OF THE FUNCTIONS IN THE SCHOOL COURSE OF MATHEMATICAL ANALYSIS

Gasparyan S. O., Ghulghazaryan L. G.

The article examines one of the most important topics of the high school course "Elements of Algebra and Mathematical Analysis": scheme of function study and methodological approaches to graph construction.

In RA the methods of sketching graphs of function are studied during the high school course "Elements of Algebra and Mathematical Analysis" in two stages: without using the concept of derivative (10th grade) and with the use of the derivative (11th grade) [1, 2].

The derivative is introduced in the 11th grade during the step-by-step study of a function, which facilitates the study of the properties of the function. However, after analyzing the function with the recommended steps, the students sometimes find it difficult to sketch the graph of the function because they encounter a number of difficulties that are insurmountable due to the lack of relevant knowledge.

This article recommends introducing the concepts of function convexity (concavity), the inflection point during the teaching of second-order derivatives in the 11th grade in basic mathematics streams of the high school course "Elements of Algebra and Mathematical Analysis", which will significantly simplify the process of sketching the graph of the function. As a result, the course will be more comprehensive, and the outline of the function study and sketching graphs will be more understandable to high school students.

Keywords: function study, function graph, inflection point, convexity (concavity).

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Գևորգյան Գ. Գ., Սահակյան Ա. Ա. Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրեր 10// Դասագիրք՝ նախատեսված ավագ դպրոցի 10-րդ դասարանի համար (բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար): Երևան: «Էդիթ Պրինտ» հրատարակչություն: 2017: 210 էջ:
2. Գևորգյան Գ. Գ., Սահակյան Ա. Ա. Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրեր 11// Դասագիրք՝ նախատեսված ավագ դպրոցի 11-րդ դասարանի համար (բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար): Երևան: «Էդիթ Պրինտ» հրատարակչություն: 2017: 201 էջ:
3. Ֆիխտենգոլց Գ. Մ. Մաթեմատիկական անալիզի հիմունքները// Ուսումնական ձեռնարկ: Երևան: «Լույս»: 1970: 568 էջ:
4. Ղուլղազարյան Գ. Ռ., Ղուլղազարյան Լ. Գ. Մաթեմատիկական անալիզ. Թվային ֆունկցիա, սահման, անընդհատություն// Ուսումնական ձեռնարկ մանկավարժական բուհերի ուսանողների համար: Երևան: «Մանկավարժ»: 2005: 120 էջ:
5. https://math.semestr.ru/math/plot.php (01.02.2023)

Տեղեկություններ հեղինակների մասին
Գասպարյան Ս. Օ. *– ասպիրանտ*
Հայկական պետական մանկավարժական համալսարան
մաթեմատիկայի ուսուցիչ,
Մոսկվայի Մ. Վ. Լոմոնոսովի անվան պետական համալսարանի մասնաճյուղին կից Ա. Հ. Երիցյանի անվան վարժարան
Էլ. փոստ՝ sabgas@gmail.com

Ղուլղազարյան Լ. Գ. *– ֆիզմաթ գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր*
Հայկական պետական մանկավարժական համալսարան

Ստացվել է խմբագրություն՝ 27.04.2023
Գրախոսվել է՝ 27.06.2023