



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»

студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»

PROCEEDINGS

of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»



14th April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»
студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2017»**

2017 жыл 14 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2017

- $\{3\} \Rightarrow \{6\}$ Формуланың дәлелдеуі
 $\{6\} \Rightarrow \{7\}$ Дәлелденетін формулалардың мысалдары
 $\{3\}$ және $\{7\}$ - Гипотезаның көмегімен дәлелдеу
 $\{5\} \Rightarrow \{8\}$ Туынды қорытындылау ережелері
 8а. Контрпозиция заңы
 8б. Транспозиция заңы
 8в. Дедукция заңы
 $\{6\} \Rightarrow \{9\}$ Дәлелдеудің ағаш әдісі
 $\{8\}$ және $\{9\} \Rightarrow \{10\}$ Секвенция

Дидактикалық бірліктер кластары пайда болған кезек бойынша оқып үйретіледі. Баяндауда ыңғайлы болу мақсатында дидактикалық бірліктер жиыны олардың енгізілу ретіне қатысты тиімді және логикалық негізделген зерттеу болып табылады және алынған нәтижелер негізге алынады, яғни оларды практикада қолдануда кейбір дидактикалық бірліктерді бір топтан басқа топқа ауыстыру қажет болады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Гончаров С.С., Ершов Ю.Л., Самохвалов К.Ф. Введение в логику и методологию науки. М.: Интерпракс, 1994. 255 б.
2. Лавров И.А. Математическая логика. М.: Академия, 2006. 240 б.
3. Энгелькинг Р. Общая топология. М.: Мир, 1968. 751 б.

УДК 371.31

ОРТА МЕКТЕПТЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ТАҚЫРЫБЫНА БЕРІЛЕТІН ЕСЕПТЕР

Жаксирбеков Ахан Талапбайұлы

ahan_001_94@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университет,
 6М010900 мамандығының магистранты
 Ғылыми жетекшісі - Тлеулесова А.Б

Дарынды балаларға арналған арнайы мектептерде туындыға, дифференциал, дифференциалдық теңдеулер ұғымына берілген есептерді талдау мәселесі жоғары сынып оқушыларының білім деңгейіне байланысты жүзеге асады.

Білім беру үдерісіндегі практикалық есептерді шешудің маңызы зор. Математиканы тереңдетіп оқытатын сыныптар мен Назарбаев зияткерлік мектептерінде практикалық есептерді шығарудың мәні жоғары. 12 сыныпта қарастырылатын төмендегі есептерді талдайық:

1-есеп. Көбеюге қолайлы жағдайда N_0 бактериялар бар. Бактериялардың көбею жылдамдығы олардың санына пропорционалды екендігі тәжірибеден белгілі. Бактериялар санының өсуінің уақытқа байланысты тәуелділігін анықтаңыз[1].

Шешуі: $N(t)$ арқылы $t: N(0) = N_0$ уақыт моментіндегі көбейетін бактериялардың санын белгілейміз. Осыдан есеп шартында берілген биологиялық тәжірибелік заң бойынша бактериялардың көбеюінің дифференциалдық теңдеуін ала аламыз:

$$\frac{dN(t)}{dt} = kN(t), \quad k > 0. \quad (1)$$

k коэффициенті бактериялардың түрінен өзгереді. Енді есебіміз нақты математикалық есепке келді: шарты $N(0) = N_0$ болатын, (1)– теңдеудің $N = N(t)$ шешімін табу керек. $N(t) > 0$ болғандықтан, (1) теңдеудің екі жағын да $N(t)$ –ға бөлу арқылы $\frac{d}{dt}(\ln N(t)) = k$ аламыз. Мұннан

$$\ln N(t) = kt + C_1 \quad (2)$$

мұндағы C_1 –тәуелсіз тұрақты; оны келесідей белгілеп алайық: $C_1 = \ln C$, $C > 0$. (2)–ден келесіні аламыз

$$N(t) = Ce^{kt} \quad (3)$$

(3) функциялар жиынынан бактериялардың көбею процессін сипаттайтын функцияны табу үшін $N(0) = N_0$ –ден $N_0 = C$ шығатын шартын пайдаланамыз. Соңында келесіні аламыз:

$$N(t) = N_0 e^{kt} \quad (4)$$

яғни бактериялар саны көрсеткіштік заңы бойынша өседі.

Алдыңғы есепте қарастырылған

$$\frac{dy(x)}{dx} = ky(x) \quad (5)$$

дифференциалдық теңдеуі әртүрлі процесстерді және ізделінді функция $y = y(x)$ тек қана оң жағдайларда ғана емес жағдайларда шамалардың тәуелділігін көрсетеді. k – бекітілген нақты сан деп алсақ бұл теңдеудің шешімі $y = Ce^{kx}$, мұндағы C - тұрақты сан түріндегі барлық функциялар.

(5) теңдеудің басқа шешімдері жоқ. Осыны көрсетейік. $y = \varphi(x)$ – (5) теңдеудің қандай да бір шешімі болсын. $\Phi(x) = \varphi(x)e^{-kx}$ функциясын қарастырайық. Оның туындысы

$$\frac{d\Phi(x)}{dx} = \frac{d\varphi(x)}{dx} e^{-kx} - k\varphi(x)e^{-kx} = e^{-kx} \left(\frac{d\varphi(x)}{dx} - k\varphi(x) \right)$$

Жорамал бойынша $\varphi(x)$ функциясы (5) теңдеудің шешімі болғандықтан, жақшаның ішіндегі өрнек барлық x –тер үшін нольге тең; яғни $\frac{d\Phi}{dx} = 0$. Сәйкесінше $\Phi(x)$ – тұрақты функция:

$\Phi(x) = C (C \in \mathbb{R})$. $\varphi(x)e^{-kx} = C$ теңдігінен $\varphi(x) = Ce^{kx}$ шығады. Олай болса

$$y = Ce^{kx} \quad (C \in \mathbb{R}) \quad (6)$$

Формуласы (5) теңдеудің барлық шешімдерін береді. Бұл шешімдер жиынының бір керемет қасиеті бар: $y = Ce^{kx}$ функцияларының графиктері C көпмүшелігінің барлық мүмкін болатын сандық мәндерінде жазықтықты толығымен жабады, сонымен қоса жазықтықтың әрбір нүктесі арқылы жалғыз осындай функцияның графигі өтеді. (6) функцияларынан (x_0, y_0) нүктесі арқылы өтетін функцияның графигін анықтайық. C –ны анықтау үшін жалғыз шешімі $C = e^{-kx_0} y_0$ болатын $y_0 = Ce^{kx_0}$ теңдеу аламыз. Ол дегеніміз (6) функциялар арасынан (x_0, y_0) нүктесі арқылы өтетін жалғыз $y = y_0 e^{k(x-x_0)}$ график бар деген.

2-есеп. Теңіз деңгейінен жоғарылаған сайын атмосфера қысымы төмендейтіні белгілі. $p = p(h)$ қысымның h биіктікке тәуелділігін анықтау керек.

Шешуі. Атмосфералық қысымның көлемі ретінде қимасының ауданы $s = 1 \text{ см}^2$ болатын тік ауа бағанының салмағын қарастырамыз. Осы бағананың h және $h + \Delta h$ биіктіктерінде екі горизонталь қима жүргіземіз. Берілген биіктіктердегі қысымның айырмасы $p(h) - p(h + \Delta h) = -\Delta p(h)$ сандық жағынан екі қима арасындағы ауа бағанының салмағына

– $\Delta p(h) = \Delta mg$ тең, мұндағы Δm – сол ауаның массасы; g – еркін түсу үдеуі. Бағанның Δv көлемі келесіге тең $\Delta v = s \cdot \Delta h = \Delta h$, сондықтан егер ауаның бағандағы орташа тығыздығы ρ_{cp} –ға тең болса, онда $\Delta m = \rho_{cp} \Delta h$ мұнан $p(h) = g \rho_{cp} \Delta h$ және $\frac{\Delta p(h)}{\Delta h} = -g \rho_{cp}$. h биіктіктегі ауа тығыздығын $\rho(h)$ ретінде белгілеп алайық. Онда Δh нольге ұмтылғанда ρ_{cp} орташа тығыздығы $\rho(h)$ –қа ұмтылады және соңғы өрнекте $\Delta h \rightarrow 0$ шекке көшсек, $\rho(h)$ белгісіз келесі дифференциалдық теңдеу аламыз

$$\frac{dp}{dh} = -g\rho(h) \quad (7)$$

Ауаның барлық қабаттарында ауа температурасы бірдей деп қарастырайық. Онда Бойль–Мариотт заңынан немесе газ жағдайы теңдеуінен қысымның тығыздыққа пропорционалдығын шығаруға болады:

$$p(h) = b\rho(h) \quad (8)$$

$pV = RT$ орындалатындығын білеміз, мұнан $p = \frac{RT}{V} = \frac{RT}{M} \cdot \frac{M}{V}$ аламыз, мұндағы $b = \frac{RT}{M}$;

$\rho(h) = \frac{M}{V}$; R – универсалды газ тұрақтысы; M – газдың молярлық массасы.

(7) және (8) теңдеулерден (5) теңдеуге сәйкес келетін келесі дифференциалдық теңдеуді аламыз

$$\frac{dp}{dh} = -\frac{g}{b} p \quad (9)$$

(6)-ға сәйкес (9) теңдеудің шешімі $p = Ce^{-\frac{g}{b}h}$ ($C \in R$) функциялары болады. Егер теңіз деңгейінде атмосфералық қысым p_0 –ға тең болса, онда $C = p_0$; атмосфералық қысымның теңіз деңгейінен биіктікке тәуелділігінің өзгеру заңы келесі түрде

$$p(h) = p_0 e^{-\frac{g}{b}h} \quad (10)$$

Сонымен, биіктеген сайын барометрлік формуламен алынған көрсеткіштік заң бойынша қысым төмендейді. (10) формула үлкен биіктіктерде үлкен қателіктер береді. Оның себебі температура мен еркін түсу үдеуінің өзгерістерін қарастырмағандықтарымыздан.

3-есеп. Резервуарда a кг тұз ерітіндісі бар, ондағы тұз b кг. Қандай да бір уақыттан кейін құралдан үздіксіз секундына c кг таза су құйылады және сол кезде секунд сайын c кг ерітіндіні шығарып отырады. Және де резервуардағы сұйықтық үздіксіз араласады. Уақыт өткен сайын резервуардағы тұздың мөлшері қанша?

Шешуі: Процестің басталу уақытын t уақытының басталуын аламыз. $y(t)$ -ізделінді функция резервуардағы тұздың t мөлшерін білдіреді. $y(0)=b$ есептің шарты және уақыт саналуына келісім күшіне ие. Бұл ізделінді функцияның жалғыз анықталған шешімі.

Есептің негізгі қиыншылығы ерітіндінің концентрациясы үзіліссіз өзгеріп отырады. Бірақ қажетті әдісті қолдансақ, мақсатқа жетуге негізгі қиындық болып тұрған үзіліссіздіктен пайда алуға болады. $[t, t + \Delta t]$ осы бір аз уақыт аралығында резервуарда не болады? t - қандай да бір бекітілген уақыт. Бұл аралықтың басында резервуарда $y(t)$ тұз бар, ал соңында $y(t + \Delta t)$ кг. Δt уақытында ерітіндімен ағып кеткен тұздың мөлшері $y(t) - y(t + \Delta t)$. Ерітіндінің коцентрациясы берілген уақыт аралығында $\frac{y(t)}{a}$ -дан $\frac{y(t + \Delta t)}{a}$ -ға дейін кемиді, онда $\frac{y(t + \Delta t)}{a} \cdot c \cdot \Delta t \leq y(t) - y(t + \Delta t) \leq \frac{y(t)}{a} \cdot c \cdot \Delta t$, және теңсіздіктер қатаң болып келеді, егер $c \neq 0$ және $b \neq 0$.

Бұл теңсіздікті Δt -ға бөліп, келесіні аламыз

$$\frac{y(t+\Delta t)}{a} \cdot c \leq -\left(\frac{y(t+\Delta t)-y(t)}{\Delta t}\right) \leq \frac{y(t)}{a} \cdot c. \quad (11)$$

Қаралып отырған теңсіздіктен ізделінді функция $y(t)$ үзіліссіз екенін айтуға болады. Бұл жағдайда $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} y(t+\Delta t) = y(t)$. Онда (11)-ден алатынымыз

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{y(t+\Delta t)-y(t)}{\Delta t} = -\frac{c}{a} y(t).$$

Іделінді функция $y(t)$ әрбір t нүктесінде келесі туындыға ие:

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{c}{a} y(t). \quad (12)$$

$y(t)$ функциясы (12) теңдеуді қанағаттандырады. Ол (5) теңдеумен сәйкес келеді, сондықтан (6) формула бойынша және $y(0)=b$ шарты бойынша ізделінді функция резервуардағы тұздың

мөлшерін уақыт бойынша өзгеруін сипаттайды және келесі түрде болады: $y = be^{-\frac{c}{a}t}$.

Біз есептерді шығару барысында (5) дифференциалдық теңдеу түріндегі есептерді шығардық. Бұл теңдеудің шешімін басқа есептерге қосымша шешім ретінде қолдануға болады. Оған келесі теңдеу мысал:

$$\frac{dy}{dx} = ky + a, \quad (13)$$

Мұндағы a, k – тұрақты нақты сан. (13) теңдеуді (5) теңдеуге келтіру оңай: теңдеудің оң жағын келесі түрде жазамыз $ky + a = k(y + \frac{a}{k})$ мұнда $k \neq 0$, және $y(x) + \frac{a}{k}$ функциясын $z(x)$ деп белгілейміз:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{d}{dx}(y + \frac{a}{k}) = \frac{dy}{dx} = ky + a = kz.$$

$z(x) = y(x) + \frac{a}{k}$ функциясы $\frac{dz}{dx} = kz$ теңдігін қанағаттандырады, сондықтан $z = Ce^{kx}$. Бұдан шығатыны

$$y(x) = Ce^{kx} - \frac{a}{k}. \quad (14)$$

C тұрақтының мәні табылады, егер бастапқы шарт берілсе $y(x_0) = y_0$. (14) теңдеудегі екінші қосылғыш $-\frac{a}{k}$ (13)-теңдеудің шешімі болып табылады.

Сәйкесінше бұл есептің барлық шешімі (14) формула бойынша табылады, ондағы бірінші қосылғыш (5) теңдеудің барлық шешімін анықтайды, ал екінші қосылғыш (14) теңдеудің шешімдерінің бірі. Енді (13) теңдеуге келетін бірнеше есептер қарастырайық.

4-есеп. Қандай да бір биіктіктен вертикаль бойымен массасы m болатын дене құларп келе жатыр. Денеге әсер ететін үйкеліс күші жылдамдық көлеміне пропорционал: $F_{mp} = -\alpha v$, мұндағы $\alpha > 0$ – үйкеліс коэффициенті. Жылдамдықтың уақытқа тәуелділігін анықтау керек.

Шешуі. $v(t) - t$ уақытындағы дененің жылдамдығы. Денеге бір-біріне қарама-қарсы екі күш әсер етеді: ауырлық күші $F_m = mg$ және үйкеліс күші $F_{mp} = -\alpha v$.

Ньютонның екінші заңын қолдана отырып дифференциалдық теңдеу құруға болады: $ma = F_m + F_{mp}$, яғни

$$m \frac{dv}{dt} = mg - \alpha v$$

Теңдеудің екі жағын m –ға бөлсек, келесі дифференциалдық теңдеуді аламыз:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{\alpha}{m}v + g \quad (15)$$

(14) бойынша келесі шешімге келеміз:

$$vt = \frac{mg}{\alpha} + Ce^{-\frac{\alpha}{m}t}$$

Егер дене 0-дік жылдамдықпен қозғалса, онда $v(0) = 0$, $C = -\frac{mg}{\alpha}$ және

$$v(t) = \frac{mg}{\alpha}(1 - e^{-\frac{\alpha}{m}t}) \quad (16)$$

Үйкеліссіз еркін құласа ($\frac{dv}{dt} = g$) жылдамдық көлемі сызықты түрде өседі:

$vt = gt$. Егер үйкеліс күші болса жылдамдық өспелі түрде тұрақты көлемге ие болады $v = \frac{mg}{\alpha}$.

5-есеп. Температурасы өзгермейтін және T_1 -ға тең болатын ортаға бастапқы температурасы $T(0) = T_0$ болатын денені орналастырдық. Уақыттың өзгерген сайын дененің температурасы қалай өзгереді?

Шешуі. t уақытындағы дененің температурасын $T(t)$ деп алайық. Эксперимент бойынша дененің температурасын қандай да бір жылдамдыққа қысқартса, онда ол дене мен ортаның температураларының айырымына пропорционал. Яғни,

$$\frac{dT(t)}{dt} = -\gamma(T(t) - T_1). \quad (17)$$

Мұндағы $\gamma > 0$ -пропорционалдық коэффициенті. Теңдіктің оң жағындағы минус белгісі эксперимент бойынша сәйкес келеді: егер $T(t) - T_1 > 0$ болса, онда дененің температурасы кемиді, сондықтан өзгеру жылдамдығы теріс, ал $T(t) - T_1 < 0$ болса, онда дененің температурасы өседі, сондықтан өзгеру жылдамдығы оң.

$T(t) - T_1 = 0$ (17) теңдіктің шешімдерінің бірі. Сондықтан (14) бойынша теңдіктің барлық шешімдері келесі формула бойынша анықталады

$$T(t) = T_1 + Ce^{-\gamma t}. \quad (18)$$

$T(0) = T_0$ шартын ескерсек ізделінді дене температурасының уақытқа тәуелділігін табамыз:

$$T(t) = T_1 + (T_0 - T_1)e^{-\gamma t}. \quad (19)$$

$T(t) - T_1 < 0$ (дене қызады) болса, $T(t)$ функциясы өседі, ал $T(t) - T_1 > 0$ (дене салқындайды) болса, $T(t)$ функциясы кемиді. Екі жағдайда да t өскен сайын оның мәні T_1 -ге ұмтылады. Белгісіз функцияның екінші ретті туындысы бар болатын нақты процестер дифференциалдық теңдеумен моделденеді. Ондай теңдеулерді екінші ретті дифференциалдық теңдеулер деп атайды.

12 жылдық мектептерде дифференциалдық теңдеулерге берілетін есептер өз деңгейінде алғашқы функция, анықталған интегралдар тақырыбын өткен соң қарастырылған абзал. Математиканы тереңдетіп оқытатын сыныптар мен физика-техника мамандықтарды тандайтын талапкерлерге 11-12 сыныптарда осы тақырыптарды терең, әрі жүйелі түрде берсе алған білімдерінің сапа деңгейі жоғарғы оқу орнында оқу барысында оларға мол көмек болары анық.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестют Н.А. Дифференциальные уравнения: примеры и задач. Учеб. Пособие. - 2-е изд., перераб. - М.: Высш. Шк., 1989, -383с.:ил
2. Краснов Михаил Леонтьевич, Киселов Александр Иванович, Макаренко Григорий Иванович. Обыкновенные дифференциальные уравнения: Задачи и примеры с подробными решениями: Учебное пособие. Изд. 4-е., испр. – М.: Едиториал УРСС, 202. – 256с. (Вся высшая математика в задачах).

ОӘК 372

ШЕК ҰҒЫМЫНДАҒЫ КҮРДЕЛІЛІГІ ЖОҒАРЫ ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУДЫҢ КЕЙБІР ӘДІСТЕРІ

Жанайхан Найла Еркінқызы

naila_97.6@mail.ru

ПМПИ математика және жаратылыстану факультетінің 2 курс студент,

Павлодар, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Ж.Хырхынбай

Математикалық білім есеп арқылы тексеріліп келеді және сол арқылы тексеріле береді де. Математикалық есептерді шешу әдістері және алгоритмі есеп шығару дағдыларын қалыптастырады. Есепті шығару біліктілігі – өте аса маңызды көрсеткіш. Есепті шығару біліктілігіне баулу жеке студенттің белсенділігін анықтайды. Өздігінен есеп шығару біліктілігі – жоғары интеллектуалдық дамудың деңгейлік көрсеткіші.

Кейде студент дайын үлгідегі есептерді ғана шығарды. Шығармашылық қабілетті дамыту үшін терең теориялық білімді қажет ететін есептер қарастырылғаны дұрыс.

Қазіргі кезде уақытты үнемді пайдалану үшін тәжірибиелік сабақтарда шығарылатын есептер теориялық материалдың практикалық материалмен байланыстыру қажет. Сонымен қатар жаңа тақырыпты өту кезінде өткен материалдарға сүйеніп уақытты ұтымды пайдалану мақсатында барлық есептерді қарастырылмайды.

Сондықтан тәжірибиелік сабақтарда есепті шығару барысында бірнеше төмендегідей қиындықтар кездесуі мүмкін [1]:

а) материалдың жалпы қасиеттері шектеулі болғандықтан ондағы негізгі байланыстар мен ара қатынастарды байқай алмау;

ә) оқыту үдерісі барысында студенттер кейбір мәселелерге жеткілікті көңіл аудармауынан оның ой-өрісінде айқын орын алған кезеңдердің, тиянақты ұғымның болмауы.

Бүгінгі таңда білім берудің нәтижелілігі білімді игеру сапасын бақылаудың тиімді жолдарын таңдау, студенттердің өз білімдерін жетілдіріп, ғылыми, кәсіптік және іскерлік қызметтерінде пайдалана білуін талап етіп отыр. Білімді терең, нақты меңгеруі студент үшін өз біліміне деген сенімділік, шапшаңдық, реттілік қасиеттерін дамытады, яғни білімінің сапасын анықтайды.

Көптеген материалды терең түсінседе оның практикалық сипатағы тапсырмаларын орындауға, есепті шығаруғадағы нәтижелерін талдау жасай келе математикалық анализдің күрделілігі жоғары есептерді шешу жолдарын зерттеуді мақсат еттім

Шектік нүкте ұғымы және Больцано-Вейрштрасс теоремасы

Біз мұнда

$$x_1, x_2, \dots, x_n, \dots \quad (1)$$

тізбекті қарастырайық. Енді бұл тізбекпен бірге, осы тізбектен бір белгілі заң бойынша құрылған мынадай тізбекті

$$x_{n_1}, x_{n_2}, \dots, x_{n_k}, \dots \quad (2)$$