

ISSN 2524-0080
Ғылыми журнал

Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің

ХАБАРЛАРЫ

МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА,
ИНФОРМАТИКА СЕРИЯСЫ

Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi'nin

HAVERLERİ

MATEMATİK, FİZİK, BİLİŞİM SERİSİ

ИЗВЕСТИЯ

Международного казахско-турецкого университета имени Х.А. Ясауи

СЕРИЯ МАТЕМАТИКА,
ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА

NEWS

Of the Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University

MATHEMATICS, PHYSICS,
COMPUTER SCIENCE SERIES



www.ayu.edu.kz №2 (29), 2024

ISSN 2524-0080
Ғылыми журнал

*Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік
университетінің*

ХАБАРЛАРЫ

МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА СЕРИЯСЫ

Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi'nin

HABERLERİ

МАТЕМАТİK, FİZİK, BİLİŞİM SERİSİ

ИЗВЕСТИЯ

*Международного казахско-турецкого университета имени
Ходжа Ахмеда Ясави*

СЕРИЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА

NEWS

Of the Khoja Akhmet Yassawi Kazakh-Turkish International University

MATHEMATICS, PHYSICS, COMPUTER SCIENCE SERIES

*Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігінің Байланыс,
ақпараттандыру және ақпарат комитетінде 04.12.2015 ж. тіркелді, куәлік №15721-Ж.*

*Қазақстан Республикасы Ақпарат және коммуникациялар министрлігінің Байланыс,
ақпараттандыру және бұқаралық ақпарат құралдары саласындағы мемлекеттік бақылау
комитетінде 10.03.2017 ж. қайта тіркелген, куәлік №16387-Ж.
Жылына 4 рет шығарылады.*

Ғылыми басылым

*Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің хабарлары
(математика, физика, информатика сериясы) №4 (27) 2023 ж.*

*Журнал 2016 жылдың мамыр айының 30 жұлдызынан бастап
Париж қаласындағы ISSN орталығында тіркелген.*

Редакцияның мекен-жайы:

*Редакцияның мекен-жайы: 161200, Қазақстан Республикасы, Түркістан қаласы,
Б. Саттарханов даңғылы, 29В, ректорат, 404 бөлме.
Байланыс тетіктері: 8(725-33)6-38-26(19-60)
e-mail: ayu-habarlari@ayu.edu.kz*

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА МҮШЕЛЕРІ

МАТЕМАТИКА

Баканов Г.Б.	- ф.-м.ғ.д., профессор, /Қазақстан/
Турметов Б.Х.	- ф.-м.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Сәрсенби Ә.	- ф.-м.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Нұрсұлтанов Е.Д.	- ф.-м.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Фарук Учар	- профессор, доктор /Түркия/
Мануэль Де ла Сен	- PhD, профессор /Испания/

ФИЗИКА

Тұрмамбеков Т.А.	- ф.-м.ғ.д., профессор, /Қазақстан/
Сейтов Б.Ж.	- PhD, /Қазақстан/
Кутербеков Қ.А.	- ф.-м.ғ.д., профессор, /Қазақстан/
Тілебаев Қ.Б.	- ф.-м.ғ.д., профессор, /Қазақстан/
Али Чорух	- профессор, доктор /Түркия/
Мелехат Билге Демиркөз	- профессор, доктор /Түркия/

ИНФОРМАТИКА

Бидайбеков Е.Ы.	- п.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Беркимбаев К.М.	- п.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Кеңесбаев С.М.	- п.ғ.д., профессор /Қазақстан/
Булент Иылмаз	- профессор, доктор /Түркия/
Сагироглу Шереф	- профессор, доктор /Түркия/

DANIŞMA KURULU

MATEMETİK

Bakanov Galitdin	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Turmetov Batırhan	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Sarsenbi Abzhahan	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Nursultanov Erlan	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Faruk Uçar	- Prof. Dr. /Türkiye/
Manuel De La Sen	- PhD /İspanya/

FIZİK

Turmambekov Törebay	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Seyitov Bekbolat	- PhD, /Kazakistan/
Kuterbekov Kayrat	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Tilebayev Kayrat	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Ali Çoruh	- Prof. Dr. /Türkiye/
Melehat Bilge Demirköz	- Prof. Dr. /Türkiye/

BİLİŞİM SERİSİ

Bidaybekov Esen	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Berkimbayev Kamalbek	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Kenesbayev Serik	- Prof. Dr. /Kazakistan/
Bulent Yılmaz	- Prof. Dr. /Türkiye/
Sağiroğlu Şeref	- Prof. Dr. /Türkiye/

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

МАТЕМАТИКА

Баканов Г.Б.	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Турметов Б.Х.	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Сарсенби А.	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Нурсултанов Е.Д.	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Фарук Учар	- профессор, доктор /Турция/
Мануэль Де ла Сен	- PhD, профессор /Испания/

ФИЗИКА

Турмамбеков Т.А.	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Сейтов Б.Ж.	- PhD, /Казахстан/
Кутербеков Қ.А.	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Тилебаев К.Б.	- д.ф.-м.н., профессор /Казахстан/
Али Чорух	- профессор, доктор /Турция/
Мелехат Билге Демиркоз.	- профессор, доктор /Турция/

ИНФОРМАТИКА

Бидайбеков Е.Ы.	- д.п.н., профессор /Казахстан/
Беркимбаев К.М	- д.п.н., профессор /Казахстан/
Кенесбаев С.М.	- д.п.н., профессор /Казахстан/
Булент Иылмаз	- профессор, доктор /Турция/
Сагироглу Шереф	- профессор, доктор /Турция/

EDITORIAL BOARD

MATHEMATICS

Bakanov Galitdin	- Doctor of Physics and Mathematics, Professor /Kazakhstan/
Turmetov Batyrkhan	- Doctor of Physics and Mathematics, Professor /Kazakhstan/
Sarsenbi Abzhakhan	- Doctor of Physics and Mathematics, Professor /Kazakhstan/
Nursultanov Erlan	- Doctor of Physics and Mathematics, Professor /Kazakhstan/
Faruk Uchar	- Professor, Doctor /Turkey/
Manuel De la Sen	- PhD, Professor /Spain/

PHYSICS

Turmambekov Torebay	- Doctor of Physics and Mathematics, Professor /Kazakhstan/
Seitov Bekbolat	- PhD, /Kazakhstan/
Kuterbekov Kairat	- Doctor of Physics and Mathematics, Professor /Kazakhstan/
Tilebayev Kairat	- Doctor of Physics and Mathematics, Professor /Kazakhstan/
Ali Choruh	- Professor, Doctor /Turkey/
Melekhat Bulge Demirkoz	- Professor, Doctor /Turkey/

COMPUTER SCIENCE

Bidaibekov Esen	- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Berkimbayev Kamalbek	- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Kenesbayev Serik	- Doctor of Pedagogical Sciences, Professor /Kazakhstan/
Bulent Iylmaz	- Professor, Doctor /Turkey/
Sagiroglu Sheref	- Professor, Doctor /Turkey/

Г.Б. БАКАНОВ¹, С.К. МЕЛДЕБЕКОВА²

¹физика-математика ғылымдарының докторы, профессор
Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: galitdin.bakanov@ayu.edu.kz

²Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің докторанты
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: saule.meldebekova@ayu.edu.kz

ГИПЕРБОЛАЛЫҚ ТЕНДЕУ ҮШІН ДИСКРЕТТІ КЕРІ ЕСЕПТІҢ ҚОЙЫЛЫМЫ, ДИСКРЕТТІ ТУРА ЖӘНЕ КӨМЕКШІ ДИСКРЕТТІ ЕСЕПТЕР ШЕШІМІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа. Бұл жұмыста гиперболалық теңдеу үшін дискретті кері есептің қойылымы қарастырылады. Алдымен гиперболалық теңдеу үшін қойылған үздіксіз кері есеп зерттеуге ыңғайлы түрге келтіріледі. Кері есепте ізделінді функция жұп деп есептелінеді. Есептің берілгенінде Дирактың дельта функциясы болғандықтан, гиперболалық теңдеу үшін Коши есебінің жалпылама шешімінің құрылымы анықталады. Гиперболалық теңдеу үшін қойылған Коши есебінің шешімі уақыттың тек оң мәндері үшін ғана анықталатындықтан, уақыттың теріс мәндері үшін Коши есебінің шешімі жұп емес жалғастыру арқылы анықталады. Бірнеше түрлендіруден кейін үздіксіз кері есептің қойылымы зерттеуге ыңғайлы түрге келеді. Торлық облыс енгізіліп, есептің қойылымындағы функциялар үшін сәйкес торлық функциялар және Дирактың дельта функциясының дискретті аналогы анықталады. Есептегі дифференциалдық операторлар және бастапқы шарттар, кері есептің берілгендері ақырлы айырымдар арқылы аппроксимацияланады. Дискретті кері есептің шешімі бар деп есептеліп, кері есептің берілгендеріне байланысты лемма дәлелденеді. Гиперболалық теңдеу үшін қойылған дискретті кері есепті зерттеу мақсатында дискретті тура есептің жалғыз шешімінің бар болуы және оның қасиеттері туралы теорема дәлелденеді. Теореманы дәлелдеу барысында гиперболалық теңдеуге қойылған Коши есебінің шешімі үшін Даламбер формуласының дискретті аналогы алынды. Дискретті көмекші есептің жалғыз шешімінің бар екендігі және оның шешімінің қасиеттері туралы теорема дәлелденді.

Кілттік сөздер: гиперболалық теңдеу, дискретті тура және кері есеп, Коши есебі.

Г.Б. Баканов¹, С.К. Мелдебекова²

¹доктор физико-математических наук, профессор Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави

(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: galitdin.bakanov@ayu.edu.kz

²докторант Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: saule.meldebekova@ayu.edu.kz

Дискретная обратная задача для гиперболического уравнения, свойства решения дискретной прямой и дискретной вспомогательной задач

Аннотация. В данной работе рассматривается постановка дискретной обратной задачи для гиперболического уравнения. Сначала непрерывная обратная задача приводится к удобному виду для исследования. В обратной задаче искомая функция считается чётной. Так как в данных задачи присутствует дельта-функция Дирака, то определяется структура

обобщенного решения задачи Коши для гиперболического уравнения. Решение задачи Коши для гиперболического уравнения определяется только для положительных значений по времени, поэтому решение задачи Коши для отрицательных значений по времени определяется с помощью нечётного продолжения. После некоторых преобразований постановка непрерывной обратной задачи сводится к удобному для исследования виду. Вводится сеточная область, для всех функций в постановке задачи определяются соответствующие сеточные функции и дискретный аналог дельта-функции Дирака. Дифференциальные операторы, начальные условия и дополнительные данные обратной задачи аппроксимируются конечными разностями. Предполагая, что решение дискретной обратной задачи существует, доказывается лемма о данных дискретной обратной задачи. С целью исследования дискретной обратной задачи для гиперболического уравнения доказывается теорема существования и единственности дискретной прямой задачи, а также о свойствах решения этой дискретной задачи. В ходе доказательства теоремы получен дискретный аналог формулы Даламбера решения задачи Коши для гиперболического уравнения. Доказывается теорема о существовании единственного решения и свойствах вспомогательной дискретной задачи.

Ключевые слова: гиперболическое уравнение, дискретная прямая и обратная задача, задача Коши.

G.B. Bakanov¹, S.K. Meldebekova²

*¹Doctor of physical-mathematical sciences, professor
Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: galitdin.bakanov@ayu.edu.kz*

*²Doctoral Student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: saule.meldebekova@ayu.edu.kz*

Discrete inverse problem for a hyperbolic equation, properties of the solution to a discrete direct and auxiliary discrete problems

Annotation. This paper considers the formulation of a discrete inverse problem for a hyperbolic equation. First, the continuous inverse problem is reduced to a convenient form for research. In the inverse problem, the required function is considered even. Since the Dirac delta function is present in the problem data, the structure of a generalized solution to the Cauchy problem for a hyperbolic equation is determined. The solution to the Cauchy problem for a hyperbolic equation is determined only for positive values in time, therefore the solution to the Cauchy problem for negative values in time is determined using odd continuation. After some transformations, the formulation of the continuous inverse problem is reduced to a form convenient for research. A grid domain is introduced, and for all functions in the problem statement the corresponding grid functions and a discrete analogue of the Dirac delta function are determined. Differential operators, initial conditions and additional data of the inverse problem are approximated by finite differences. Assuming that a solution to the discrete inverse problem exists, we prove the data lemma of the discrete inverse problem. In order to study the discrete inverse problem for a hyperbolic equation, a theorem on the existence and uniqueness of the discrete direct problem is proved, as well as on the properties of the solution to this discrete problem. In the course of proving the theorem, a discrete analogue of d'Alembert's formula for solving the Cauchy problem for a hyperbolic equation was obtained. The theorem on the existence of a unique solution to the auxiliary discrete problem and its properties is proved.

Key words: hyperbolic equation, discrete direct and inverse problem, Cauchy problem.

Кіріспе

Гиперболалық теңдеу үшін қойылған кері есептердің практикалық маңызы өте зор. Ізделінді коэффициенттер көбінесе зерттелетін ортаның маңызды қасиеттерін сипаттайды. Мысалы серпімділік теориясының кері есебінде Ламе параметрлері мен тығыздық, электродинамиканың кері есебінде диэлектрлік, магниттік өткізгіштік және өткізгіштік тензоры, ал акустиканың кері есебінде ортадағы толқынның таралу жылдамдығы мен ортаның тығыздығы. Гиперболалық теңдеулер үшін қойылған кері есептер математикалық физиканың қисынсыз есептеріне жатады. Қисынсыз есептерді шешудің жалпы теориясын А.Н.Тихонов, М.М.Лаврентьев, В.К.Иванов тұжырымдаған. Қосымша берілген ақпараттар бойынша гиперболалық теңдеулер үшін қойылған кері есептерді келесі үш топқа бөлуге болады: кинематикалық, спектрлік және динамикалық.

Кинематикалық кері есептерде қосымша мәлімет ретінде зерттелетін ортаның бетіне көздерден бұзылулардың келу уақыттары беріледі. Бұл жағдайда өлшеулерді ортаның бүкіл бетінде де, оның кейбір бөлігінде де жүргізуге болады. Бұзылу көздері ортаның бүкіл бетінде немесе зерттелетін ортаның ішінде орналасуы мүмкін.

Кері спектрлік есептерде сәйкес дифференциалдық операторлардың меншікті мәндері және сәйкес меншікті функциялардың квадраттық нормалары қосымша ақпарат ретінде беріледі.

Динамикалық кері есептерде кейбір (әдетте уақытқа байланысты) беттегі сәйкес тура есептің шешімі қосымша ақпарат ретінде беріледі.

Бұл жұмыста гиперболалық теңдеу үшін динамикалық кері есептің қойылымы қарастырылады. Динамикалық кері есептерді зерттеу бойынша келесі алты негізгі топқа бөлуге болады: Гельфанд-Левитан әдісінің динамикалық варианты [1-8], Вольтерраның операторлық теңдеулер әдісі [9], оптимизациялық әдіс [10], Ньютон-Канторович әдісі [11], сызықтандыру әдісі [12] және шектеулі-айырымдық схема әдісі [13].

Қарастырылып отырған жұмыста Гельфанд-Левитан әдісінің динамикалық варианты мен шектеулі-айырымдық схема әдісінің комбинациясы қолданылады.

Есептің қойылымы

Гиперболалық теңдеу үшін қойылған келесі кері есепті қарастырамыз:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - Q(x)U(x, t), \quad x \in R, \quad t > 0, \quad (1)$$

$$U(x, 0) = 0, \quad \frac{\partial U}{\partial t}(x, 0) = \delta(x), \quad x \in R \quad (2)$$

$$U(0, t) = g(t), \quad \frac{\partial U}{\partial x}(0, t) = 0, \quad t > 0 \quad (3)$$

қатынастарынан үздіксіз $Q(x)$ функциясын анықтау керек. Мұндағы R – нақты сандар жиыны, $\delta(x)$ - Дирактың дельта-функциясы. $Q(x)$ функциясын жұп деп есептейміз.

(1)-(2) Коши есебінің жалпылама шешімі келесі түрде анықталады [14]:

$$U(x, t) = \frac{1}{2} \theta(t - |x|) + \tilde{U}(x, t)$$

$$U(x, t) \equiv 0, \quad t < |x|, \quad \tilde{U}(x, |x|) = 0,$$

мұндағы $\tilde{U}(x, t)$ тегіс функция.

Бұл Коши есебінің шешімі уақыттың теріс мәндері үшін анықталған. Сондықтан уақыттың теріс мәндері үшін бұл есептің шешімін келесі түрде анықтаймыз:

$$\bar{U}(x, t) = \begin{cases} U(x, t), & t > 0 \\ -U(x, -t), & t \leq 0. \end{cases}$$

Бұл жағдайда (3) шартының бірінші теңдігін мына түрде жазамыз:

$$f(t) = \bar{U}(0, t) = \tilde{f}(t) + \frac{1}{2}\theta(t) - \frac{1}{2}\theta(-t),$$

$\tilde{f}(t)$ – үзіліссіз функция,

$$\theta(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0. \end{cases}$$

$\tilde{V}(x, t)$ функциясын енгізе отырып, келесі есепті қарастырамыз:

$$\frac{\partial^2 \tilde{V}}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \tilde{V}}{\partial x^2} - Q(x)\tilde{V}, \quad x \in R, \quad t > 0, \quad (4)$$

теңдеуін және

$$\tilde{V}(x, 0) = \delta(x), \quad \frac{\partial \tilde{V}}{\partial t}(x, 0) = 0, \quad x \in R,$$

$$\tilde{V}(0, t) = \frac{\partial f}{\partial t}, \quad \frac{\partial \tilde{V}}{\partial x}(0, t) = 0, \quad t \geq 0.$$

шарттарын қанағаттандыратын $Q(x)$ функциясын табу керек. Мұндағы

$$\frac{df}{dt} = \frac{d\tilde{f}}{dt} + \delta(t)$$

Жоғарыда көрсетілген тура есептің шешімі келесі түрде жазылады:

$$\tilde{V}(x, t) = \frac{1}{2}[\delta(x+t) + \delta(x-t)] + V(x, t), \quad (5)$$

$$\tilde{V}(x, t) \equiv 0, \quad 0 < t < |x|.$$

Сонымен $V(x, t)$ функциясы

$$\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} - Q(x)V(x, t) - \frac{1}{2}Q(x)[\delta(x+t) + \delta(x-t)], \quad x \in R, \quad t > 0, \quad (6)$$

теңдеуін және келесі

$$V(x, 0) = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial t}(x, 0) = 0, \quad x \in R,$$

$$V(0, t) = \frac{d\tilde{f}}{dt}, \quad \frac{\partial V}{\partial x}(0, t) = 0, \quad t \geq 0,$$

шарттарын қанағаттандыратындығы шығады.

Айталық, T – оң сан, $N > 2$ – натурал сан және $h = T/N$ болсын. Мынадай белгілеулерді қолданамыз:

$$v_i^k = v(ih, kh), \quad q_i = q(ih), \quad f^k = f(kh).$$

Айталық,

$$\tilde{f}_t^k = f_t^k - \delta_k^h$$

болсын, мұндағы δ_k^h - дельта функциясының дискретті аналогы:

$$\delta_k^h = \begin{cases} \frac{1}{h}, & k = 0, \\ 0, & k \neq 0. \end{cases} \quad f_t^k = \begin{cases} \frac{1}{h}, & k = 0 \\ 0, & k = \pm 1 \\ \frac{f^{|k|+1} - f^{|k|-1}}{2h}, & k = \pm 2, \pm 3, \dots \end{cases}$$

Белгілі шектеулі-айырымдық туындыларды пайдаланамыз:

$$v_x = \frac{v_{i+1}^k - v_i^k}{h}, \quad v_{\bar{t}} = \frac{v_i^k - v_i^{k-1}}{h},$$

$$v_{x\bar{x}} = \frac{v_{i+1}^k - 2v_i^k + v_{i-1}^k}{h^2}, \quad v_{t\bar{t}} = \frac{v_i^{k+1} - 2v_i^k + v_i^{k-1}}{h}, \quad \text{т.с.с.}$$

Келесі дискретті кері есептің қойылымын қарастырамыз:

$$v_{t\bar{t}} = v_{x\bar{x}} - q_i v_i^k - \frac{1}{2} q_i (\delta_{i-k}^h + \delta_{i+k}^h), \quad k \geq 1, \quad i \in Z, \quad (7)$$

тендеуін және

$$v_i^0 = 0, \quad v_i^1 = 0, \quad i \in Z, \quad (8)$$

$$v_0^0 = 0, \quad v_0^1 = 0, \quad v_0^k = \tilde{f}_t^k, \quad k > 1, \quad (9)$$

шарттарын қанағаттандыратын q_i функциясын табу керек. Мұндағы Z – бүтін сандар жиыны. Қарастырылып отырған есептің шешімі бар деп есептейік.

Зерттеу әдістері

Лемма. Айталық v_i^k есептің ізделінді шешімі болсын. Сонда

$$v_1^k = \frac{1}{2} \left[\tilde{f}_t^{k+1} + \tilde{f}_t^{k-1} \right] + \frac{h^2}{2} q_0 \tilde{f}_t^k, \quad k > 1. \quad (10)$$

Дәлелдеуі. Есептің берілгендерін шартын ескере отырып,

$$\tilde{f}_t^{k+1} + \tilde{f}_t^{k-1} = v_1^k + v_{-1}^k - h^2 q_0 \tilde{f}_t^k - \frac{h^2}{2} q_0 (\delta_{-k}^h + \delta_k^h)$$

екендігін аламыз. Осыдан v_i^k функциясының жұп екендігін және δ_k^h функцияның дискретті аналогының анықтамасын пайдалана отырып, (10) формуласын аламыз. Лемма дәлелденді.

Дискретті тура есептің шешімінің қасиеттері

Теорема 1. *Айталық $N > 2$ болсын. Сонда $0 \leq k \leq N$ үшін (7)-(8) тура есебінің шешімі бар болады, ол жалғыз және*

$$v_i^k = 0, \quad 0 \leq k \leq |i|.$$

Дәлелдеуі. (7) теңдеуінен

$$v_i^{k+1} = v_{i+1}^k + v_{i-1}^k - v_i^{k-1} - h^2 q_i v_i^k - \frac{h^2}{2} q_i (\delta_{i-k}^h + \delta_{i+k}^h). \quad (11)$$

Соңғы теңдікке кіретін өрнектердің мәнін (11) формуласы бойынша жаза отырып, келесі теңдікті аламыз:

$$v_{i+1}^k = v_{i+1}^1 + v_{i-1}^k - v_{i+k-1}^0 - h^2 \sum_{j=1}^k q_{i+k-j} - \frac{h^2}{2} \sum_{j=1}^k q_{i+k-j} (\delta_{i+k-2j}^h + \delta_{i+k}^h).$$

Енді (8) шарттарына сәйкес

$$v_{i+k}^1 = 0, \quad v_{i+k-1}^0 = 0,$$

екендігін ескере отырып, келесі теңдікті аламыз:

$$v_{i+1}^k = v_{i-1}^k - h^2 \sum_{j=1}^k q_{i+k-j} - \frac{h^2}{2} \sum_{j=1}^k q_{i+k-j} (\delta_{i+k-2j}^h + \delta_{i+k}^h). \quad (12)$$

Соңғы теңдікке кіретін өрнектердің мәнін (12) формуласы бойынша жаза отырып, келесі теңдікті аламыз:

$$v_i^{k+1} = v_{i-1}^k - h^2 \sum_{s=1}^k \sum_{j=1}^s q_{i-k-j+2s} - \frac{h^2}{2} \sum_{s=1}^k \sum_{j=1}^s q_{i-k-j+2s} (\delta_{i-k-2j+2s}^h + \delta_{i+k+2s}^h).$$

Енді (8) шартына сәйкес

$$v_{i-k}^1 = 0$$

екендігін ескере отырып, келесі теңдікті аламыз:

$$v_i^{k+1} = -h^2 \sum_{s=1}^k \sum_{j=1}^s q_{i-k-j+2s} v_{i-k-j+2}^j - \frac{h^2}{2} \sum_{s=1}^k \sum_{j=1}^s q_{i-k-j+2s} [\delta_{i-k-2j+2s}^h + \delta_{i+k+2s}^h], \quad (13)$$

мұндағы $i \in Z$, $k \geq 1$.

Сонымен дискретті (7)-(8) есебінің шешімі бар екендігі дәлелденді.

Келесі белгілеуді енгіземіз:

$$\Delta_h^1(i_0, k_0) = \{(i, k): i_0 - k_0 + k \leq i \leq i_0 + k_0 - k, \quad 0 \leq k \leq k_0\}.$$

Енді барлық $0 \leq k_0 \leq |i_0|$ үшін

$$v_i^k \equiv 0$$

екенін дәлелдейміз. Барлық $(i, k) \in \Delta_h^1(i_0, k_0)$ үшін (13) теңдігінен

$$v_i^{k+1} = -h^2 \sum_{s=1}^k \sum_{j=1}^s q_{i-k-j+2s} v_{i-k-j+2}^j \quad (14)$$

екендігі шығады.

$$Q_1 = \max |q_i|, \quad i_0 - k_0 + k \leq i \leq i_0 + k_0 - k \text{ үшін,}$$

$$V^{k+1} = \max |v_i^{k+1}|, \quad i_0 - k_0 + k \leq i \leq i_0 + k_0 - k \text{ үшін}$$

деп белгілейміз. Сонда (14) теңдігінен келесі бағалауды аламыз:

$$V^{k+1} \leq Q_1 T k_0 \sum_{j=1}^k h V^j, \quad 0 \leq k \leq k_0.$$

Беллман теңсіздігін қолдана отырып

$$V^k = 0, \quad 0 \leq k \leq k_0$$

екендігін аламыз. Тура (7)-(8) есебінің шешімінің жалғыздығы да осылай көрсетіледі. Теорема 1 дәлелденді.

Көмекші дискретті есептің шешімінің қасиеттері

Гиперболалық теңдеу үшін қойылған (7)-(9) дискретті кері есебін зерттеу үшін Гельфанд-Левитан әдісі бойынша келесі көмекші дискретті есепті енгіземіз:

$$\frac{\omega_i^{k+1} - 2\omega_i^k + \omega_i^{k-1}}{h^2} = \frac{\omega_{i+1}^k - 2\omega_i^k + \omega_{i-1}^k}{h^2} - q_i \omega_i^k, \quad i \geq 1, \quad k \in Z, \quad (15)$$

$$\omega_0^k = \delta_k^h, \quad \omega_1^k = \frac{1}{2}(\delta_{k+1}^h + \delta_{k-1}^h) + \frac{h^2}{2} q_0 \delta_k^h, \quad k \in Z, \quad (16)$$

мұндағы $\omega_i^k = \omega(ih, kh)$.

Теорема 2. *Айталық $N > 2$ болсын. Сонда әрбір $0 \leq i \leq N$ үшін көмекші (15)- (16) есебінің шешімі бар болады, ол шешім жалғыз және*

$$\omega_i^k = 0, \quad 1 < i < |k|.$$

Дәлелдеуі. (1) теңдеуінен келесі теңдікті аламыз:

$$\omega_{i+1}^k = \omega_i^{k+1} + \omega_i^{k-1} - \omega_{i-1}^k + h^2 q_i \omega_i^k. \quad (17)$$

Соңғы теңдіктің құрамындағы өрнектердің мәнін (11) формуласы бойынша жаза отырып, мынадай теңдікті аламыз:

$$\omega_{i+1}^k = \omega_i^{k-1} + \omega_1^{k+i} - \omega_0^{k+i-1} + h^2 \sum_{j=1}^i q_j \omega_j^{k+i-j}. \quad (18)$$

Енді (16) шарттары бойынша

$$\omega_0^{k+i-1} = \delta_{k+i-1}^h, \quad \omega_1^{k+i} = \frac{\delta_{k+i+1}^h + \delta_{k+i-1}^h}{2} + \frac{h^2}{2} q_0 \delta_{k+i}^h$$

екендігін ескере отырып, (18) теңдігінен

$$\omega_{i+1}^k = \omega_i^{k-1} + \frac{1}{2}(\delta_{k+i+1}^h - \delta_{k+i-1}^h) + h^2 \sum_{j=1}^i q_j \omega_j^{k+i-j} + \frac{h^2}{2} \sum_{j=1}^i q_0 \omega_0^{k+i} \quad (19)$$

екендігін аламыз. Осы (19) теңдігіне келесі өрнектердің оң жағындағы мәндерді қоя отырып, мындай теңдіктерді аламыз:

$$\omega_i^{k-1} = \omega_{i-1}^{k-2} + \frac{1}{2}(\delta_{k+i-1}^h - \delta_{k+i-3}^h) + h^2 \sum_{j=1}^{i-1} q_j \omega_j^{k+i-j-2} + \frac{h^2}{2} q_0 \omega_0^{k+i-2}$$

$$\omega_{i-1}^{k-2} = \omega_{i-2}^{k-3} + \frac{1}{2}(\delta_{k+i-3}^h - \delta_{k+i-5}^h) + h^2 \sum_{j=1}^{i-2} q_j \omega_j^{k+i-j-4} + \frac{h^2}{2} q_0 \omega_0^{k+i-4}$$

$$\omega_{i-2}^{k-3} = \omega_{i-3}^{k-4} + \frac{1}{2}(\delta_{k+i-5}^h - \delta_{k+i-7}^h) + h^2 \sum_{j=1}^{i-3} q_j \omega_j^{k+i-j-6} + \frac{h^2}{2} q_0 \omega_0^{k+i-6}$$

...

$$\omega_3^{k-i+2} = \omega_2^{k-i+1} + \frac{1}{2}(\delta_{k-i+5}^h - \delta_{k-i+3}^h) + h^2 \sum_{j=1}^{i-(i-2)} q_j \omega_j^{k-i-j+4} + \frac{h^2}{2} q_0 \omega_0^{k-i+4}$$

$$\omega_2^{k-i+1} = \omega_1^{k-i} + \frac{1}{2}(\delta_{k-i+3}^h - \delta_{k-i+1}^h) + h^2 \sum_{j=1}^{i-(i-1)} q_j \omega_j^{k-i-j+2} + \frac{h^2}{2} q_0 \omega_0^{k-i+2}.$$

Осыдан:

$$\omega_{i+1}^k = \frac{1}{2} \delta_{k+i+1}^h + \omega_1^{k-i} - \frac{1}{2} \delta_{k-i+1}^h + h^2 \sum_{s=1}^i \sum_{j=1}^s q_j \omega_j^{k-i-j+2s} + \frac{h^2}{2} \sum_{s=1}^i q_0 \omega_0^{k-i+2s}.$$

Бастапқы (16) шарттары бойынша

$$\omega_1^{k-i} = \frac{1}{2}(\delta_{k+i+1}^h + \delta_{k-i-1}^h) + \frac{h^2}{2} q_0 \omega_0^{k-i}$$

екендігін ескере отырып, келесі теңдікті аламыз:

$$\omega_{i+1}^k = \frac{1}{2}(\delta_{k+i+1}^h + \delta_{k-i-1}^h) + h^2 \sum_{s=1}^i \sum_{j=1}^s q_j \omega_j^{k-i-j+2s} + \frac{h^2}{2} \sum_{s=1}^i q_0 \omega_0^{k-i+2s}, \quad (20)$$

мұндағы $i \geq 0$, $k \in Z$.

Соңғы (20) формуласы (15)-(16) Коши есебінің шешімін беретін Даламбер формуласының аналогы екенін байқауға болады. Сонымен дискретті (15)-(16) көмекші есебінің шешімі бар екендігі дәлелденді.

Айталық

$$\Delta_h^2(i_0, k_0) = \{(i, k): 0 \leq i \leq i_0, \quad k_0 - i_0 + i \leq k \leq k_0 + i_0 - i\}$$

болсын. Енді барлық $1 < i_0 < |k_0|$ үшін

$$\omega_i^k \equiv 0$$

екендігін көрсетеміз. Барлық $(i, k) \in \Delta_h^2(i_0, k_0)$ үшін (5) теңдігінен

$$\omega_{i+1}^k = h^2 \sum_{s=1}^i \sum_{j=1}^s q_j \omega_j^{k-i-j+2s} + \frac{h^2}{2} \sum_{s=0}^i q_0 \omega_0^{k-i+2s}, \quad (21)$$

екендігі шығады.

$$Q_2 = \max_{0 \leq i \leq i_0} |q_i|,$$

$$W_{i+1} = \max |\omega_{i+1}^k|, \quad k_0 - i_0 + i \leq k \leq k_0 + i_0 - i \text{ үшін}$$

деп есептейміз. Сонда (21) теңдігінен келесі бағалауды аламыз:

$$W_{i+1} \leq Q_2 T i_0 \sum_{j=1}^i h W_j, \quad 1 < i < i_0.$$

Осыдан Беллман теңсіздігін қолдана отырып,

$$W_i = 0, \quad 1 < i < i_0$$

екендігін аламыз. Осы секілді көмекші дискретті (15)- (16) есебінің шешімінің жалғыздығы дәлелденеді. Теорема 2 дәлелденді.

Талдау мен нәтижелер

Гиперболалық теңдеу үшін үздіксіз кері есептің қойылымы зерттеуге ыңғайлы түрге келтірілді және Коши есебінің жалпылама шешімінің құрылымы анықталды. Уақыттың теріс мәндері үшін Коши есебінің шешімі жұп емес жалғастыру арқылы анықталды. Гиперболалық теңдеу үшін дискретті кері есептің қойылымы көрсетілді және дискретті тура есептің жалғыз шешімінің бар болуы дәлелденді. Көмекші дискретті есептің шешімінің жалғыздығы және оның қасиеттері көрсетілді.

Қорытынды

Жұмыста дәлелденген дискретті тура және көмекші есептердің шешімінің қасиеттері туралы теоремалар гиперболалық теңдеу үшін қойылған кері есепті Гельфанд-Левитан әдісі бойынша толық зерттеуге мүмкіндік береді.

Зерттеу Қазақстан Республикасының Ғылым және Жоғары Білім Министрлігінің Ғылым Комитетінің қаржылық қолдауымен орындалды (грант № АР 19678469).

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Romanov V. G. On justification of the Gelfand–Levitan–Krein method for a two-dimensional inverse problem //Siberian Mathematical Journal. – 2021. – Т. 62. – №. 5. – p. 908-924.
2. Kabanikhin S. I., Novikov N. S., Shishlenin M. A. Gelfand-Levitan-Krein method in one-dimensional elasticity inverse problem //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 2092. – №. 1. – p. 012022.
3. Kabanikhin S., Shishlenin M., Novikov N. and Prokoshin N. Spectral, Scattering and Dynamics: Gelfand–Levitan–Marchenko–Krein Equations //Mathematics. – 2023. – Т. 11. – №. 21. – p. 4458.
4. S.Kabanikhin, M.Shishlenin, G.Bakanov. Multidimensional analogue of Krein equation for the inverse acoustic problem // Abstracts of the VII World Congress of Turkic World Mathematicians (TWMS Congress-2023) – p.312.
5. Bektemesov M., Temirbekova L. Discretization of equations Gelfand-Levitan-Krein and regularization algorithms //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 2092. – №. 1. – p. 012015.
6. Temirbekov N.M., Kabanikhin S.I., Temirbekova L.N., Demeubayeva Zh.E. “Gelfand-Levitan integral equation for solving coefficient inverse problem”. International scientifically-technical journal herald to National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, No. 3(85), (2022): p.158-167. \\\a href="https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.184">https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.184
7. Каримов Ш. Т., Мамадалиева Ш. Г. Решение коэффициентной обратной задачи для гиперболического уравнение сведением её у уравнению Гелфанда-Левитана первого рода//Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2022. – Т. 10. – №. 12. – С. 142-151.

8. Исламов Э. Р., Мамадалиева Ш. Г. Решение коэффициентной обратной задачи для гиперболического уравнение сведением её у уравнению Гелфанда-Левитана второго рода //Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2022. – Т. 10. – №. 12. – С. 399-404.
9. Алыбаев А. М. Регуляризация обратной задачи с оператором гиперболического типа, где вырождается некорректное уравнение Вольтерра первого рода // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 7 – С. 57-71.
10. Кабанихин С. И., Криворотько О. И. Оптимизационные методы решения обратных задач иммунологии и эпидемиологии //Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2020. – Т. 60. – №. 4. – С. 590-600.
11. Пененко А. В. Метод Ньютона–Канторовича для решения обратных задач идентификации источников в моделях продукции–деструкции с данными типа временных рядов //Сибирский журнал вычислительной математики. – 2019. – Т. 22. – №. 1. – С. 57-79.
12. Ватульян А. О., Нестеров С. А. Решение обратной задачи об идентификации двух термомеханических характеристик функционально-градиентного стержня //Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Математика. Механика. Информатика. – 2022. – Т. 22. – №. 2. – С. 180-195.
13. Konuk T., Shragge J. Modeling full-wavefield time-varying sea-surface effects on seismic data: A mimetic finite-difference approach //Geophysics. – 2020. – Т. 85. – №. 2. – p. T45-T55. <https://doi.org/10.1190/geo2019-0181.1>
14. Романов В.Г. Обратные задачи математической физики.-М.:Наука, 1984. 264 с.

REFERENCES

1. Romanov V. G. On justification of the Gelfand–Levitan–Krein method for a two-dimensional inverse problem // Siberian Mathematical Journal. – 2021. – Т. 62. – №. 5. – p. 908-924.
2. Kabanikhin S. I., Novikov N. S., Shishlenin M. A. Gelfand-Levitan-Krein method in one-dimensional elasticity inverse problem //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 2092. – №. 1. – p. 012022.
3. Kabanikhin S., Shishlenin M., Novikov N. and Prokhoshin N. Spectral, Scattering and Dynamics: Gelfand–Levitan–Marchenko–Krein Equations //Mathematics. – 2023. – Т. 11. – №. 21. – p. 4458.
4. S.Kabanikhin, M.Shishlenin, G.Bakanov. Multidimensional analogue of Krein equation for the inverse acoustic problem // Abstracts of the VII World Congress of Turkic World Mathematicians (TWMS Congress-2023) – p.312.
5. Bektemessov M., Temirbekova L. Discretization of equations Gelfand-Levitan-Krein and regularization algorithms // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Т. 2092. – №. 1. – p. 012015.
6. Temirbekov N.M., Kabanikhin S.I., Temirbekova L.N., Demeubayeva Zh.E. Gelfand-Levitan integral equation for solving coefficient inverse problem // International scientifically-technical journal herald to National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, No. 3(85), (2022): p.158-167. <https://doi.org/10.47533/2020.1606-146X.184>
7. Karimov Sh. T., Mamadalieva Sh. G. Reshenie koefitsientnoy obratnoy zadachi dlya giperbolicheskogo uravnenie svedeniem eYo u uravneniyu Gelfanda-Levitana pervogo roda //Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2022. – Т. 10. – №. 12. – p. 142-151. (in Russian)
8. Islamov E. R., Mamadalieva Sh. G. Reshenie koefitsientnoy obratnoy zadachi dlya giperbolicheskogo uravnenie svedeniem eYo u uravneniyu Gelfanda-Levitana vtorogo roda //Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2022. – Т. 10. – №. 12. – p. 399-404. (in Russian)
9. Alyibaev A. M. Regularizatsiya obratnoy zadachi s operatorom giperbolicheskogo tipa, gde vyirozhdaetsya nekorrektnoe uravnenie Volterra pervogo roda // Mezhdunarodnyiy zhurnal prikladnyih i fundamentalnyih issledovaniy. – 2022. – № 7 – p. 57-71. (in Russian)

10. Kabanihin S. I., Krivorot'ko O. I. Optimizatsionnyie metodyi resheniya obratnyih zadach immunologii i epidemiologii //Zhurnal vyichislitel'noy matematiki i matematicheskoy fiziki.– 2020. – Т. 60. – №. 4. – p. 590-600. (in Russian)
11. Penenko A. V. Metod Nyutona–Kantorovicha dlya resheniya obratnyih zadach identifikatsii istochnikov v modelyah produktsii–destruktsii s dannymi tipa vremennyih ryadov //Sibirskiy zhurnal vyichislitel'noy matematiki. – 2019. – Т. 22. – №. 1. –p. 57-79. (in Russian)
12. Vatulyan A. O., Nesterov S. A. Reshenie obratnoy zadachi ob identifikatsii dvuh termomechanicheskikh karakteristik funktsionalno-gradientnogo sterzhnya //Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Matematika. Mehanika. Informatika.– 2022. – Т. 22. – №. 2. – p. 180-195. (in Russian)
13. Konuk T., Shragge J. Modeling full-wavefield time-varying sea-surface effects on seismic data: A mimetic finite-difference approach //Geophysics. – 2020. – Т. 85. – №. 2. – p. T45-T55. <https://doi.org/10.1190/geo2019-0181.1>
14. Romanov V.G. Obratnye zadachi matematicheskoy fiziki.- М.:Nauka, 1984. 264p. (in Russian)

Б.С. САПИЕВ¹, М.А. МУРАТБЕКОВА²

¹*Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің магистранты,*

(Қазақстан Түркістан қ.), email: sapiyevbekzat@mail.ru,

²*Phd, доцент міндетін атқарушы*

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті

(Қазақстан Түркістан қ.), email: moldir.muratbekova@ayu.edu.kz

ЖАЗЫҚ ФИГУРАЛАРДЫҢ АУДАНЫН ЕСЕПТЕУДЕ GEOGEBRA ҚОСЫМШАСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада жазық фигуралардың ауданын есептеуде GeoGebra қосымшасының қолдану ерекшеліктерінің теориялық және педагогикалық негіздері қарастырылған. 9-сынып оқушыларын геометрия пәніне қызықтыру, оқу материалын игерудің тиімділігін арттыру мақсатында оқу материалын ұсынудың жаңа және ерекше формалары, әдістері мен тәсілдерін көрсету сонымен қатар, заманауи бағдарламалық камтамасыз ету геометрия сабақтарының сапасын түбегейлі өзгертті. Қазір интерактивті модельдерсіз оқытуды елестету қиын. Планиметрия мен стереометрияны игерудің күрделі мәселелерінің бірі—бұл ғылымның абстрактілі болуы. Зерттеу жұмысында математиканы визуализациялаудың, оған қозғалыс енгізудің бір жолы ретінде GeoGebra компьютерлік ортасын пайдалану екендігі көрсетілген. Сондықтан да, зерттеу жұмысын жүргізу кезінде жаңа технологияларды пайдалана отырып, оқушылардың математика пәніне қызығушылығын, ізденісін арттыру үшін GeoGebra бағдарламалық қосымшасы сабаққа енгізілді. Зерттеу барысында оқушылардан GeoGebra бағдарламасының тиімділігі туралы сауалнама алынды. Зерттеу нәтижелеріне қарай сауалнама нәтижесі бойынша, оқушылардың геометрия пәніне деген қызығушылықтары, өз бетінше ізденіске, қосымша әдебиеттермен жұмыс жасайтын және де программалау бойынша базалық білімдері бар оқушылар тапсырмаларды толыққанды түсініп, орындай алғаны белгілі болды. Ғылыми—зерттеулер нәтижесі бойынша GeoGebra қосымшасын геометрия сабағында жазық фигуралардың ауданын есептеуде қолдану тиімді екендігі көрсетілді.

Кілт сөздер: GeoGebra қосымшасы, визуализациялау, жазық фигуралар, эксперимент, сауалнама.

Б.С. Сапиев¹, М.А. Муратбекова²

¹*магистрант Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда*

Ясави(Казахстан,г.Туркестан),e-mail: sapiyevbekzat@mail.ru

²*исполняющий обязанности доцента,*

Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави

(Казахстан,г.Туркестан), e-mail: moldir.muratbekova@ayu.edu.kz

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ GEOGEBRA ПРИ РАСЧЕТЕ ПЛОЩАДИ ПЛОСКИХ ФИГУР

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические и педагогические основы особенностей применения приложения GeoGebra при расчете площади плоских фигур. Демонстрация новых и уникальных форм, методов и приемов представления учебного материала с целью привлечения учащихся 9 класса к предмету геометрия, повышения эффективности усвоения учебного материала кроме того, современное программное

обеспечение коренным образом изменило качество уроков геометрии. Сейчас трудно представить обучение без интерактивных моделей так как очень развиты инновационные технологии. Одной из сложных проблем освоения планиметрии и стереометрии является абстрактность науки. В исследовательской работе показано, что одним из способов визуализации математики, введения в нее движения является использование компьютерной среды GeoGebra. Поэтому для повышения интереса учащихся к математике с использованием новых технологий при проведении исследовательской работы в урок было включено программное приложение GeoGebra. В ходе исследования учащиеся были опрошены об эффективности программы GeoGebra. По результатам опроса выяснилось, что по результатам анкетирования учащиеся смогли в полной мере понять и выполнить задания, включив в них интерес к геометрии, самостоятельный поиск, работу с дополнительной литературой и базовые знания по программированию. По результатам исследований было показано, что применение приложения GeoGebra в расчете площади плоских фигур на уроках геометрии эффективно.

Ключевые слова: приложение GeoGebra, визуализация, плоские фигуры, эксперимент, опрос.

B.S. Sapiyev¹, M.A. Muratbekova²

*¹Master's Student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: sapiyevbekzat@mail.ru*

*²acting associate professor,
Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: moldir.muratbekova@ayu.edu.kz*

FEATURES OF USING THE GEOGEBRA APPLICATION IN CALCULATING THE AREA OF FLAT FIGURES

Abstract. Abstract and teaching basic principles of the distinctive features of using the GeoGebra application when calculating a plot of flat shapes are revised in the article. Demonstrating the latest and also unique configurations, methods and methods of the concept of the training used material together with the target of attracting students of the 9th grade to the discipline geometry, increasing the productivity of mastering the training used material in addition, the current software provision has mainly changed the property of geometry lessons. Currently, it is difficult to imagine training in the absence of dialog modifications. One of the factors according to which it is difficult to master planimetry as well as stereometry is that the discipline is abstract. In the experimental work, it is presented that one of the methods of visualization of arithmetic, implementation in its movement is considered to be the use of the GeoGebra computer sphere. For this reason, in order to increase the interest and interest of students in arithmetic, along with the use of the latest technologies when conducting experimental activities, a GeoGebra software supplement was introduced into the lesson. In the process of studying, students were interviewed about the performance of GeoGebra projects. According to the results of the sample survey, it turned out that according to the results of the questionnaire, the students were able to realize and implement the tasks in absolute terms, introducing into their interest in geometry, independent selection, service along with additional literature, as well as basic skills according to programming. According to the results of the studies, it was presented that the use of the GeoGebra supplement in the calculation of the section of thin persons in geometry tasks is productive.

Keywords: GeoGebra application, visualization, flat shapes, experiment, survey.

Кіріспе

Қазіргі мектепте математиканы оқытудың міндеттерінің бірі—оқушыларды оқытуды жандандыру мен ынталандырумен байланысты жаңа тәжірибе құру.

Сонымен қатар, екінші буын стандарттары оқушының жеке басын, оның өзін-өзі дамытуын, өзін-өзі жетілдіруін білім алушылардың ата-аналарының сұраныстарына толық сәйкес келеді. Қазіргі ата – аналар шығармашылық ойлау қабілеті, рефлексия және өзін-өзі тану қабілеті, оқу қабілеті бар жеке тұлғаны, яғни дамыған коммуникативті құзыреттілігі бар тұлғаны алғысы келеді. Демек, білім берудің негізгі мақсаты—баланы қазіргі әлемде өмір сүруге және оқуға, білім алуға қуанышпен үйрету. [1]

Әлемдік білім беру кеңістігіне кіруге бағытталған жаңа білім беру жүйесі қалыптасуда, оған жаңартылған педагогикалық құралдар сәйкес келуі керек. Бұл процесс педагогикалық теория мен практикада айтарлықтай өзгерістермен бірге жүреді.

Математикалық білім беру үшін интерактивті геометриялық орталар (IGS) ерекше маңызға ие, олар компьютерде геометриялық құрылыстарды орындауға мүмкіндік беретін бағдарламалық жасақтама болып табылады, осылайша сызбаның геометриялық объектілерінің бірі өзгерген кезде қалғандары да өзгеріп, берілген қатынастарды өзгеріссіз қалдырады. Мысалы, түзу сызықты жылжытқанда, оған перпендикуляр болып қалады. IGS – те жасалған сурет—бұл геометриялық объектілер арасындағы берілген қатынастарды жүзеге асыратын модель. IGS пайда болуы математикалық объектілерді визуализациялау және динамикалық модельдеу мүмкіндіктері арқылы математиканы оқыту процесіне айтарлықтай әсер етеді.

Бағдарламаның интерфейсі қарапайым және түсінікті. GeoGebra келесідей мүмкіндіктерге ие. Ол, ең алдымен, мектеп геометрия курсының күрделі есептерін шешуге арналған: онда сіз нүктелерден, векторлардан, сегменттерден, түзулерден барлық конструкцияларды жасай аласыз, яғни нүкте координатасын, түзулердің қиылысу нүктесін, бұрыштың өлшемін анықтай отырып қарапайым функциялардың графиктерін құра аласыз, оларды теңдеуге кіретін кейбір параметрлердің өзгеруімен динамикалық түрде өзгертуге болады, сонымен қатар берілген түзуге перпендикуляр және параллель, ортаңғы перпендикулярлар, бұрыштардың биссектрисалары, тангенстерді, сегменттердің ұзындығын, көпбұрыштардың, қималардың ауданын, периметрін және т. б. анықтауыңызға болады. Сонымен қатар, нүктелердің координаттарын объектілер тақтасында қолмен, ал қисық теңдеулерді, тангенстерді тиісті командалардың көмегімен енгізу жолында енгізуге болады. Бағдарлама өзіндік математикалық зертхана ретінде қызмет ете алады. [2,3]

Мектеп қабырғасында математика сабағы бастауыш сыныптардан бастап оқылатын болғандықтан И.Е.Люблинская, С.В.Тихомирова (2017) GeoGebra қосымшасын зерттей отырып, «GeoGebra қосымшасын қолдана отырып, бастауыш мектепте геометрияны оқыту» аты әдіснамалық оқулығын жазған. Оқулықта бастауыш сыныптары үшін геометриялық жазық фигураларды құрастыру, сонымен қатар олардың аудандары мен периметрлерін табу үшін теориялық негіздер мен ұсыныстар қарастырылған. Сонымен қатар, оқулық жазық фигуралар туралы есептерді GeoGebra қосымшасында шешу алгоритмдері толыққанды көрсетіліп қоймай, өз бетінше орындауға арналған тапсырмаларды да қамтыған. [4]

Оқушылардың математика сабағына қызығушылықтарын арттыру үшін Г.А. Алексанян және Э.Черняева өз мақалаларында GeoGebra қосымшасын алгебра сабағында 7 сынып оқушыларының сабағында қолдана отырып, қарапайым функциялардың графиктерін алу жолдарын көрсетті. Сондай-ақ, мақалада GeoGebra бағдарламасында функцияның әртүрлі графиктерін және олардың түрлендірулерін құру, зерттелген материалды бекітуге ықпал еткендігі туралы айтылған. Сонымен қатар, бұл әдіс тек математикалық білімді ғана емес, сонымен қатар қазіргі оқушылар үшін маңызды критерий болып табылатын жаңа ақпараттық технологияларды қолдану дағдыларын дамытатынын атап өткен. [5]

М.А.Губская, педагогика ғылымдарының магистрі, "П.М.Машеров атындағы Витебск

мемлекеттік университеті" білім беру мекемесінің Полоцк колледжінің ақпараттық технологиялар оқытушысы өз мақаласында жоғары сынып геометриясында қарастырылатын геометриялық фигуралардың ауданын, көлемін сонымен қатар, күрделі тригонометриялық функциялардың есептерін шешу жолдарын қарастырып сипаттаған. [6]

Б.Ж.Майбазарова, Қ.Х.Баєтов «GeoGebra программасы көмегімен кеңістіктегі фигуралардың қимасын салу әдістемесі» атты мақаласында кеңістіктегі фигуралардың қимасын салу әдістемелері, туралы жазған. Зерттеу жұмысының нәтижесі бойынша, бұл қосымшаны пайдаланғаннан кейін ЖОО білім алушылары геометрия сабағына қызығушылықтары артып қана қоймай, сабақты түсінулері де оңай болған. [7]

С.В.Панферов және Т.Ф.Сергеева 7 және 8 сыныптар үшін GeoGebra IGS жұмысының теориялық және практикалық аспектілерімен танысуға арналған "Визуалды планиметрия" электронды ресурсын жасады. Ресурста GeoGebra құралдар жинағын қолдану бойынша кадамдық нұсқаулар, сондай-ақ планиметрия бойынша әртүрлі тапсырмалар бар. "Көрнекі планиметрия" ресурсы өте қарапайым тапсырмаларды қамтиды және динамикалық модельдер мен сызбаларды жасауға үйретуге көбірек бағытталған. [8]

Т.С.Ширикованың жұмысында оқушыларды теоремаларды дәлелдеуге үйретуде GeoGebra бағдарламасын қолданудың тақырыбын ашты. Бұл жұмыстың ғылыми жаңалығы – бұл эксперименттік тексеру негізінде теоремаларды дәлелдеуге үйретудің кең теориялық және практикалық базасын ұсынады. Алайда, оның жұмысында геометрия сабақтарында GeoGebra педагогикалық бағдарламалық құралын пайдаланудың бірыңғай әдістемесі жоқ. Ұсынылған зертханалық жұмыстар негізгі мектептегі геометрия курсының жеке теоремаларын ғана қамтыды, динамикалық сызбаларды құрудың бірыңғай алгоритмдері, есептерді шешуде нақты тұжырымдары көрсетілмеген. [9]

О.Л.Безумова, Р.П.Овчинникова және О.Н.Троицкая өз мақалаларында GeoGebra құралдарын қолданудың кадамдық нұсқауларын сипаттайды. Сондай-ақ, авторлар геометриялық ұғымдарды қалыптастыруда, теоремаларды дәлелдеуге үйретуде, құрылыстарды орындауда және әртүрлі геометриялық есептерді шешуде бағдарламаның мүмкіндіктерін пайдаланудың жалпы әдістемелік нұсқауларын ұсынады. Өкінішке орай, бұл ұсыныстар тек сипаттамалық стүрде болады, жұмыстарда есептерді шешуде, теоремаларды дәлелдеуде осы бағдарламаны қолдану әдістерінің әдістемелік негіздемесі жоқ, гипотезаларды ұсыну, оларды растау немесе теріске шығару мысалдары қарастырылмаған, құрылыс алгоритмдері интуитивті деңгейде ұсынылған. Жұмыстарда GeoGebra бағдарламасын қолданудың нақты әдістемелік базасы туралы ақпараттар қарастырылмаған. [10]

Е.Н.Дронова мен Д.С.Захарова зерттеу жұмыстарында оқушылардың графикалық мәдениетін қалыптастыруға ықпал ететін және нәтижесінде геометрия мәселелерін дұрыс шешудің тиімділігін арттыратын тапсырмаға дұрыс және дәл сызбаны құрудың маңыздылығына назар аударған. Осылайша, оқушылардың геометриялық фигураларды дұрыс бейнелеу, қосымша құрылымдар салу, салынған модельді немесе сызбаны зерттеу қабілетінің GeoGebra қосымшаны қолданғаннан кейін артқандығы сипатталған. [11]

Ю.В.Абраменкова және О.В.Карлина мақаласында негізгі мектепте геометрияны оқу кезінде GeoGebra интерактивті геометриялық ортаны қолдану мүмкіндіктері туралы айтылған. Оқушыларға геометриялық сызбаларды, соның ішінде динамикалық және интерактивті сызбаларды құруды, геометриялық есептерді шешуді және теоремаларды дәлелдеуді үйрену жолдары көрсетілген. GeoGebra бағдарламасын қолданудың кейбір әдістері қарастырылған, сонымен қатар интерактивті геометриялық ортасының көмегімен геометрияны оқыту процесін визуалды түрге келтіріп қана қоймай, оны көрнекі және қызықты етіп жасау жолдары, сонымен қатар теоремаларды дәлелдеп, есептерді шешу, гипотезалар жасау, оларды растау немесе жоққа шығару, компьютерлік эксперименттер жүргізу және т. б. оқу процесінде осындай динамикалық сызбаларды қолдану жолдары мен

әдістері қарастырылған. [12]

Л.М.Танкевич және А.Е.Шкляр зерттеу жұмысында GeoGebra қосымшасының стереометрияда қолдану мүмкіншіліктерін қарастырылған. Стереометрияда қарастырылатын күрделі есептердің геометриялық пішіндерін 3D форматында құрастыру қарастырылған. Стереометрия мәселелерін шешу үшін GeoGebra кеңістіктікте денелерді құруға, олармен әртүрлі манипуляциялар жасауға (дене пішінінің өзгеруін бақылай отырып, фигураның якорь нүктелерін өзгертуге, айналдыруға және анимациялауға) ғана емес, сонымен қатар нүктелер, нүктелер мен түзулер арасындағы қашықтықты табуға, бұрыштардың шамаларын есептеуге мүмкіндік беретін кейбір құралдармен үйлесетіндігі қарастырылған. Осылайша, бағдарламада жасалған өнімді тапсырманың шартын дұрыс түсіндіру үшін көрнекі құрал ретінде, сондай-ақ шешімнің дұрыстығын шешу немесе тексеру тәсілдерінің бірі ретінде пайдалануға болатындығы сипатталған [13]

Зерттеу әдістері

Интерактивті геометриялық ортаның мысалы – GeoGebra–геометрияны, алгебраны және математикалық талдауды байланыстыратын мектептерге арналған динамикалық математикалық бағдарламалық жасақтама. Бағдарламаны Маркус Хохенвартер Java тілінде жазған (көптеген операциялық жүйелерде жұмыс істейді). 39 тілге аударылған және қазіргі уақытта белсенді түрде жаңа функцияларды дамытып келеді.

GeoGebra–геометрияны, алгебраны, кестелерді, графиктерді, статистиканы және есептеулерді қолдануға оңай бір пакетте біріктіретін барлық білім деңгейлеріне арналған Динамикалық математика бағдарламасы. Сондай-ақ, GeoGebra–бұл әр елде орналасқан миллиондаған пайдаланушылардың тез өсіп келе жатқан қауымдастығы. GeoGebra ғылым, технология, инженерия және математиканы (STEM), білім беруді және бүкіл әлем бойынша оқыту мен оқытудағы инновацияларды қолдау үшін қолданылатын Динамикалық математика бағдарламасының жетекші жеткізушісі болды.

GeoGebra артықшылықтары келесідей:

- тегін; бағдарламаның онлайн, офлайн және мобильді нұсқаларының болуы;
- қуатты функционалдығы бар пайдалану оңай интерфейс;
- веб-беттер түрінде авторлық интерактивті оқу материалдарын жасауға мүмкіндік береді;
- көптеген тілдерде қол жетімді және материалдар мен тәжірибе алмасуға болатын үлкен әлемдік пайдаланушылар қауымдастығы бар;
- бағдарламалық жасақтаманың ашық көзі.

GeoGebra, ең алдымен, мектеп геометрия курсының мәселелерін шешуге арналған: онда сіз нүктелерден, векторлардан, сегменттерден, түзулерден барлық құрылымдарды жасай аласыз, қарапайым функциялардың графиктерін жасауға сондай-ақ, теңдеуге кіретін кейбір параметрдің өзгеруімен динамикалық түрде өзгертуге болады, сонымен қатар перпендикуляр және берілген түзуге параллель, ортаңғы перпендикулярлар, бұрыштық биссектрисалар, тангенс, сегменттердің ұзындығын, жазық фигуралардың ауданын табуға және т. б. сонымен қатар, нүктелердің координаттарын енгізуге болады. [14]

Бұл бағдарлама мұғалімдер арасында танымал, бұл бағдарламаға негізделген көптеген оқу-әдістемелік әзірлемелер, GeoGebra негізінде жасалған динамикалық модельдердің үнемі толықтырылып отыратын ашық коллекциялары бар. Бағдарламаны пайдаланушылар қауымдастығы әлемнің 195 елін қамтиды және GeoGebra–да кез-келген адам пайдалана алатын дайын модельдердің үнемі толықтырылып отыратын кең кітапханасы бар. [15-16]

Ғылыми зерттеу барысында бақылау, педагогикалық эксперимент және де сауалнама сияқты методикалары қолданылды. Түркістан облысы, Сауран ауданы, Жүйнек ауылы «Заңғар–М» мектеп – интернаты ЖШС 9 сынып оқушыларының геометрия сабағына болған қызығушылығын, оқу үлгерімін тексеру үшін сонымен қатар өз бетінше оқу белсенділігін

тексеру үшін бақылау әдісі қолданысын тапты.Бақылау жүргізу барысында жалпы оқушылардың көлемінен 17%-ы ғылыми – зерттеу жұмыстарымен таныс екені анықталған болатын. Ғылыми эксперимент міндеттерін жүзеге асыру үшін, зерттеу проблемасын ғылыми әдебиеттерге шолу жасау арқылы талдап, мектепте геометрия сабағын бақылау сонымен қатар, оқу барсындағы іс–әрекеттер нәтижелеріне мән берілді. 9 сынып оқушылары үшін жазық фигуралар ауданын есептеу бойынша бақылау жұмысы алынды.Бақылау жұмысы нәтижесі бойынша оқушылардың 7,5 % тақырыпқа байланысты есептерді толыққанды шығара алатындығына көз жеткізілді. Анықталған нәтижелер ішінен төмен нәтижелерді көтеру мақсатында сабақ барысына GeoGebra қосымшасы енгізілді, сонымен қатар арнайы тапсырмалар құрастырылды. Оқушылардың GeoGebra қосымшасын геометриялық есептерді шығару барысында қолдану тиімді болғанын немесе болмағанын анықтау үшін сауалнама құрастырылап, алынды. Сауалнамаға 30 оқушы қатысты. Енгізілген әдіс және тапсырмалар бойынша оқушылардың 35% –ы өз бетінше іздену, шығармашылыққа сонымен қатар, ғылыми зерттеуге қызығушылықтары бар екені анықталды. Ғылыми зерттеу нәтижесі бойынша, GeoGebra қосымшасын қолданып есептерді оқушылардың 25 %-ы, яғни программалар бойынша базалық білімдері бар оқушылар тапсырманы толыққанды түсініп, орындай алды. Білім алушылардың геометрия сабағына қызығушылығын арттыру мақсатында «Үшбұрышқа сырттай және іштей сызылған шеңберлер ауданын есептеу» және «Көпбұрыштар ауданы» тақырыптары бойынша GeoGebra қосымшасында 3D модель құрастыру жолдары көрсетілді.Осы әдісті, яғни GeoGebra қосымшасын енгізу арқылы оқушылардың геометрия сабағына қызығушылығы артып, өзіндік ізденуі артты.

Зерттеу жұмысының мақсаты: 9–сынып оқушыларының геометрия пәніне қызықтыру, оқу материалын игерудің тиімділігін арттыру мақсатында соның ішінде, жазық фигуралардың ауданын есептеуде GeoGebra қосымшасын қолданудың ерекшеліктерін қарастыру.

Зерттеу жұмысының міндеттері:

- ❖ Жазық фигуралардың ауданын есептеуде GeoGebra қосымшасының тиімділігін теориялық және эксперименттік сипатта зерттеу;
- ❖ 9 сыныптар үшін «Геометрия» оқулығына педагогикалық талдау жасау;
- ❖ геометрия пәніне қызықтыру мақсатында өз бетінше орындауға арналған тапсырмаларды құрастыру;

Талдау мен нәтижелер

Оқушылардың ғылыми зерттеу жұмыстарына сонымен қатар, қазіргі заман дамуына сай жаңа технология, прогаммалық базалармен жұмыс жасай алу қабілеттерін арттыру негізінен, тапсырмаларды дұрыс жоспарлау, сабақ барысын тиімді өткізу, сонымен қатар мұғалімдердің осы жұмыстарға шебер–басшылық етуімен байланысты. Программалық базаны дамыту, оқушылардың шығармашылық тапсырмаларды, күрделі есептерді шығару әдістерін тиімді жолдармен дамыту мәселесі ретінде қарастыруға болады. Яғни, бұл өз бетінше орындауға арналған тапсырмаларды, шағын ғылыми зерттеу жұмыстарын мұғалім басшылығында ұйымдастыру кезінде оқушылардың ғылыми – танымдық іс–әрекеті дамиды.

Оқушылардың геометрия сабағына қызығушылығын арттыру сонымен қатар, бағдарлама бойынша базалық білімдерді қалыптастыру үшін жалпы орта мектепке арналған Шыныбеков А.Н.Шыныбеков, Р.Д.Жумабаев авторлығында «Атамұра» баспасынан шығарылған және де Г.Солтан, А.Жумадилова авторлығында жазылған электронды оқулықтарындағы тақырыптарға, есеп шарттарының түзілуіне педагогикалық талдау жасалды.

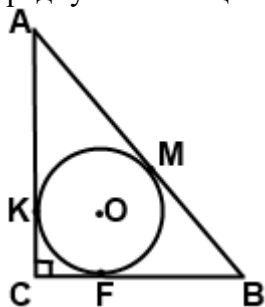
Талдау нәтижесі бойынша оқулықтардың артықшылықтары 1– кестеде көрсетілген.

Оқулықтарға педагогикалық талдау
1-кесте

А.Н.Шыныбеков	Г.Солтан
Тақырыптар қысқа типте түсіндірілген. Көптеген есептердің типтері жеңіл түрде көрсетілген.	Тақырыптардың мағынасы толыққанды ашылып, көптеген терминдердің мағынасы жақсы түсіндірілген.
Планиметрияға байланысты деңгейлік тапсырмалар қайталау бөлімінде көбірек берілген.	Мазмұнында көрсетілген әр бір тақырыпқа оқулықтың соңында қайталау есептердің шарттары деңгейлік типте, логикалық түрде көбірек көрсетілген.

GeoGebra қосымшасы және де күнделікті қолданып жүрген әдістерді пайдаланып, қай әдіс тиімді болатынын анықтау үшін келесі есептерді оқушыларға тапсырма ретінде беруге болады.

1-есеп. Тік бұрышты үшбұрышқа жазылған шеңбердің жанасу нүктесі гипотенузаны 4 см және 6 см сегменттерге бөледі. Үшбұрыштың периметрі мен ауданын және шеңбердің радиусын табыңыз. (1-сурет).



1-сурет.

Есептің шығару жолы:

Бір нүктеден жүргізілген түзулер қасиеті бойынша,

$$AK = AM = 6 \text{ см,}$$

$$BF = BM = 4 \text{ см,}$$

$$CK = CF = x \text{ см.}$$

Осылайша бұл теңдіктерден алатынымыз,

$$AB = AM + BM = 6 + 4 = 10 \text{ см,}$$

$$AC = AK + CK = (6 + x) \text{ см,}$$

$$BC = BF + CF = (4 + x) \text{ см,}$$

Енді Пифагор теоремасын қолдана отырып, келесі теңдеуді шешеміз:

$$AC^2 + BC^2 = AB^2,$$

$$(6 + x)^2 + (4 + x)^2 = 10^2,$$

$$36 + 12x + x^2 + 16 + 8x + x^2 = 100,$$

$$2x^2 + 20x - 48 = 0,$$

$$x^2 + 10x - 24 = 0,$$

Виет теоремасын квадраттық теңдеуге қолданатын болсақ,

$$x_1 = 2, \quad x_2 = -12,$$

Теңдеудің мәнін анықтағаннан кейін, АС, ВС шамалары

$$CK = CF = 2 \text{ см}, \quad AC = 8 \text{ см}, \quad BC = 6 \text{ см}.$$

Қабырғалардың сандық мәндерін тапдық, енді үшбұрыштың ауданы және периметрі, сонымен қатар іштей сызылған шеңбер радиусы келесі формулалармен табылады:

$$P_{\Delta ABC} = AB + AC + BC,$$

$$P_{\Delta ABC} = 10 + 8 + 6 = 24 \text{ см},$$

$$S_{\Delta ABC} = \frac{1}{2} AC \cdot BC,$$

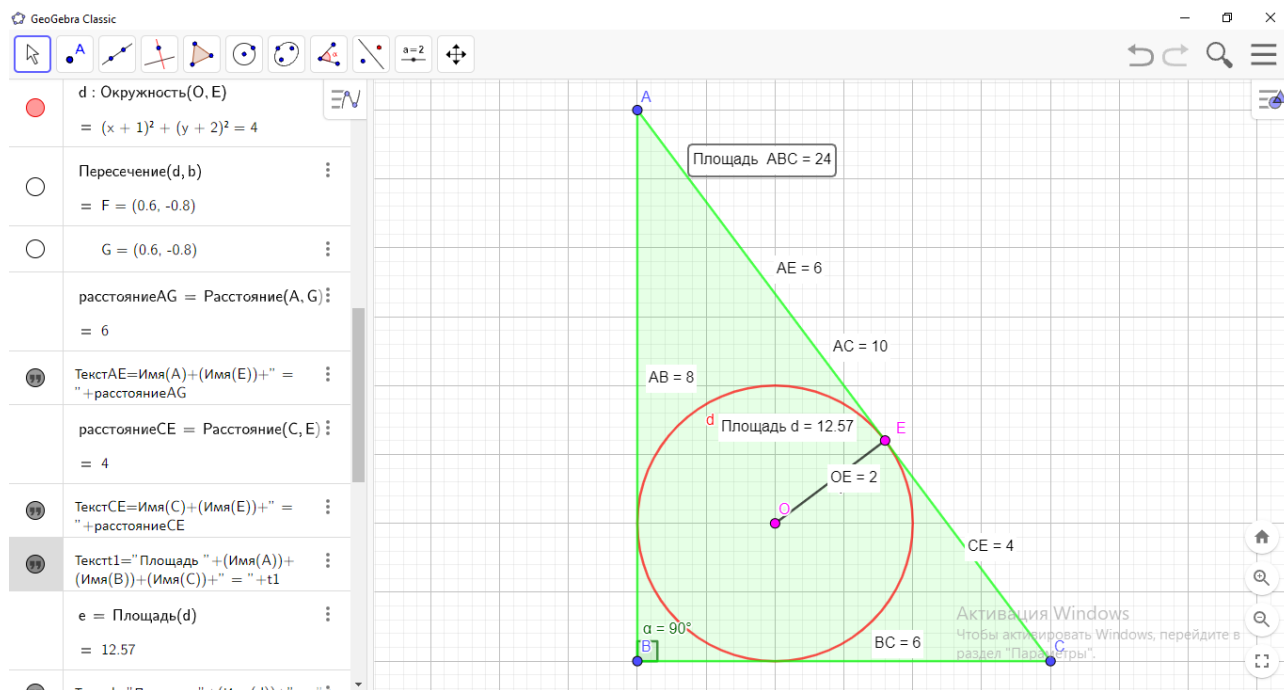
$$S_{\Delta ABC} = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 6 = 24 \text{ см}^2,$$

$$r = \frac{AC + BC - AB}{2},$$

$$r = \frac{8 + 6 - 10}{2} = 2 \text{ см}.$$

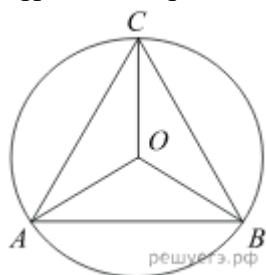
Жауабы: $P_{\Delta ABC} = 24 \text{ см}, S_{\Delta ABC} = 24 \text{ см}^2, r = 2 \text{ см}.$

Енді, дәл осы есепті GeoGebra қосымшасы арқылы шығарып көрейік. Ең алдымен есептің суретін GeoGebra арқылы төменде көрсетілгендей етіп сызып алдық.(2-сурет) Осылайша, «ұзындықты өлшеу» командасы арқылы тікбұрышты үшбұрыштың катеттерін сонымен қатар, шеңбер радиусын анықтадық. Үшбұрыштың ауданын анықтау үшін «аудан есептеу», ал периметрін анықтау барысында «периметрін есептеу» командаларын қолдандық.



3-сурет.

2-есеп. Тең қабырғалы үшбұрыштың қабырғасының ұзындығы $12\sqrt{3}$ см болса, үшбұрышқа сырттай сызылған шеңбер радиусын және ауданын есептеңіз (3-сурет).



3-сурет.

Есептің шығару жолы:

ABC үшбұрышы теңқабырғалы болғандықтан, үшбұрыш бұрыштары 60° болады. Сонда шеңбердің радиусы:

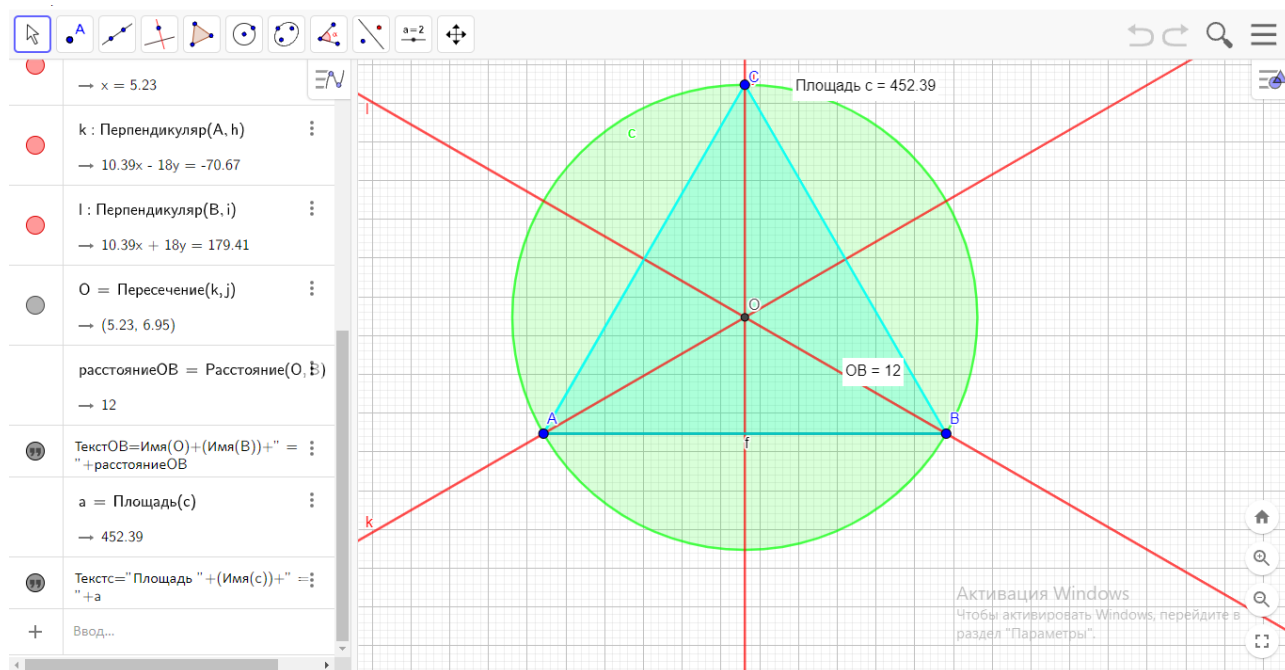
$$R = \frac{AC}{2 \sin A} = \frac{12\sqrt{3}}{2 \sin 60^\circ} = \frac{12\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 12 \text{ см,}$$

$$S = \pi R^2 = \pi \cdot (12)^2 = 144\pi = 452,39 \text{ см}^2$$

Жауабы: $R = 12 \text{ см, } S = 144\pi = 452,39 \text{ см}^2$.

Енді, осы есепті GeoGebra қосымшасы арқылы шығарып көрейік. Ең алдымен есептің суретін GeoGebra арқылы төменде көрсетілгендей етіп сызып алдық.(4-сурет) Содан соң,

«ұзындықты өлшеу» командасы арқылы шеңбер радиусын анықтадық. Шеңбер ауданын анықтау үшін «аудан есептеу» командасын қолдандық.



4-сурет.

9 сыныптардың геометрия сабағына арналған оқулықтарын талдай отырып, әр қайсының сәйкесінше артықшылықтары және кемшіліктері көрсетілді. Осылайша, оқушылар үшін тапсырмалар құрастырылды. Бұл тапсырмаларды сабақ барысында, факультатив сабақтар уақытында немесе өз бетінше орындауға арналған тапсырмалар ретінде оқушыларға беруге болады.

Дискуссия

9 сынып оқулықтарына назар аударатын болсақ, екі оқулықта да жазық фигуралар ауданын есептеу туралы ақпараттар мағыналық жағынан жақсы сипатталған. Қазіргі заман талабына сай оқулықтардың екеуі де жаңартылған білім мазмұнының талаптарына сай түрде жазылған. А.Н. Шыныбеков ж.б. авторлығында жазылған оқулықта тақырыптар және де есептер қысқа типте, сонымен қатар аса қатты күрделі шартқа ие есептер баяндалмаған. Г. Солтан ж.б. авторлығында жазылған оқулық электронды оқулық болып табылады, яғни кітаптың мазмұны әр тақырыпты жеке нақты түрде толық баяндалып, олардың табиғаттағы құбылыстар мен байланыс сонымен қатар геометриялық және физикалық мағыналары туралы толыққанды ақпаратты табуға болады. Тақырыптарды қайталау аясына келетін болсақ, екі оқулық та да қайталау тарауына байланысты есептер, бақылау сұрақтары, әсіресе Г.Солтан авторлығында жазылған оқулықта логикалық есептердің типтері көбірек көрсетілген. 9 сыныпқа сабақ өту барысында әр бір оқулықтың артықшылық және кемшіліктерін ескере отырып, GeoGebra қосымшасын қоладану функцияларын үйрету және де оны кеңінен оңтайлы типте қолдану арқылы күрделі есептерді шешуде оқушылар уақыттарын үнемдей отырып, топтағы белсенділік сонымен өз бетімен ғылыми зерттеушілік қасиеттерін қалыптастырған байқалды.

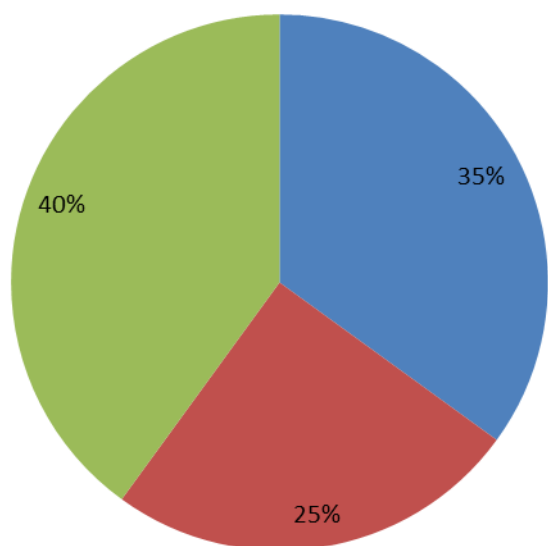
2021–2022 оқу жылының жалпы орта мектеп бітіру емтиханында 9– сыныптың математика пәні бойынша тапсырмалар ішінде жазық фигуралар ауданына байланысты есептер кездескен, яғни 1–нұсқада: « Бір нүктеден шеңберге екі түзу жүргізілген. Егер әр бір

түзудің ұзындығы 10 см, ал олардың бір-бірінен арақашықтығы 12,4 см болса шеңбер радиусы және үшбұрыштың ауданын табыңыз.»), 2-нұсқада: « Радиусы 6 см ге тең шеңбердің О центрі тікбұрышты үшбұрыштың АС гипотенузасында жатыр. Үшбұрыштың катеттері шеңберге тиіп тұр. ОС бөлігінің ұзындығы 10 см болса, АВС тік бұрышты үшбұрыштың ауданын табыңыз.»

Есептерді шығару үшін 7 сынып геометрия пәніндегі үшбұрыштардың қасиеттері, 8 сыныптағы шеңбер қасиеттері және 9 сынып та кездесетін көпбұрыштарға сырттай және іштей сызылған шеңбер қасиеттеріне байланысты тақырыптарыдың барлығын меңгерген болуы керек. Осылайша, емтихан кезінде оқушылар есептерді шығара алуы үшін ТЖБ уақытында осы тақырыптарға байланысты есептерді бере отырып, олардың логикалық және жан-жақты ойлау қасиеттерін дамыту қажет.

Қорытынды

Зерттеу жұмыстарын жүргізу уақытында оқушылардың программалаудан базалық білімдері бойынша жазық фигуралар ауданын есептеу бойынша деңгейлік тапсырмалар құрастырылды. Оқушылардың геометрия сабағына болған қызығушылықтарын, сонымен қатар ізденіс-зерттеушілік қасиеттерін арттыру оқу процесінің тиімділігін жақсартып қана қоймай, білім сапасының артуына өз септігін тигізеді. Білім алушыларды математика пәніне байланысты жаңа технологиялар немесе GeoGebra қосымшасы сияқты бағдарламалар көмегімен зерттелетін ғылыми жұмыстарға баулау үшін алдымен өз бетінше орындауға арналған тапсырмаларды деңгейлік типте құрастырған оңтайлы болып табылады. Себебі, «Заңғар-М» мектеп-интернаты ЖШС жүргізілген іс аясында өз бетінше жұмыс жасайтын, сонымен қатар ғылыми- зерттеу жұмыстарына қызығушылығы бар оқушылардың программалар тілінен базалық білімдері болмағандықтан, берілген тапсырмаларды орындай алмайтындығы белгілі болды. Сауалнамаға қатысқан 30 оқушының 11-і (35 пайызы) программалау бойынша базалық білімдері болғанымен, тапсырмаларды толыққанды оқушылардың 7-і (25 пайызы) ғана орындай алды. Осы нәтижелер 5-ші суретте көрсетілген.



- ғылыми- зерттеу жұмыстарына қызығушылық білдіргендер
- GeoGebra қосымшасы арқылы тапсырмаларды толық орындағандар
- Программалау тілі бойынша базалық білімдері бар оқушылар

5-сурет.

Осылайша, деңгейлік типте құрастырылған GeoGebra қосымшасы арқылы шығарылған тапсырмалар арқасында оқушылардың геометрия сабағына деген қызығушылықтары 7,5 % –

дан 25% –ға артты.

Шығармашылық тапсырмаларды логикалық тұрғыдан орындау барысында оқушылар өздеріне қызықты ақпараттарды біліп қана қоймай, алған білімдерін тереңдету, сонымен қатар оларды жүйелеуді дамытып, дидактикалық функцияларын қалыптастырады. Осылайша, оқушыларда уақытты тиімді пайдалану, жаңа технологияларды оңай игеруі сияқты құзыреттіліктері дами түседі.

GeoGebra қосымшасы арқылы күрделі тапсырмаларды орындау кезінде де, сонымен қатар оқушылар тарапынан ғылыми зерттеушілік жұмыстарына, шығармашылыққа баулау ретінде жалпы орта мектептердің 9– сыныптарына арналған «Геометрия» пәнінен сабақ беретін математика мұғалімдері әдістемелік құрал ретінде пайдалануына болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. В.А.Смирнов Геометрия с GeoGebra. Планиметрия. / И. М. Смирнова. – М.: «Прометей», 2018. – 206 с.
2. Ю.В.Садовничий Методические особенности использования интерактивной геометрической среды GeoGebra при изучении темы «Решение нестандартных уравнений»/ Р.М.Туркменов. – Вестник РУДН, серия Информатизация образования, 2015. – №2. 78–85 с.
3. Е.И.Скафа Способы управления эвристической деятельностью учащихся по геометрии. Дидактика математики: проблемы и исследования. / В.Н. Очерцова, В.В. Коротких. –Международ. сборн. науч. работ., 2018. – Вып.48. – 76–83 с.
4. И.Е.Люблинская Преподавание геометрии с использованием приложения GeoGebra. / С.В.Тихомирова.– ВлГУ, 2017. –196 с.
5. Г.А.Алексян Применение возможностей программы GeoGebra при изучении темы «простейшие преобразования графиков». / Э.П.Черняева Современные проблемы науки и образования, 2017.
6. И.О.Губская Применение Geogebra на уроках математики / Международный научно – популярный журнал., 2017. №2.
7. Б.Ж.Майбазарова GeoGebra программасы көмегімен кеңістіктегі фигуралардың кимасын салу әдістемесі. / К.Х.Баатов – Алматы: Абай атындағы ҚазҰПУ–нің Хабаршысы, 2022. – 97–103 б.
8. С.В.Панферов Наглядная планиметрия. Учебное пособие для 8 класса Т.Ф. Сергеева. – Москва: ИЛЕКСА, 2016. – 113 с.
9. Т.С.Ширикова Методика обучения учащихся основной школы доказательству теорем при изучении геометрии с использованием GeoGebra. / – Архангельск: САФУ им. М.В. Ломоносова, 2014. – 250 с.
10. О.Л.Безумова Обучение геометрии с использованием возможностей GeoGebra: учебно–методическое пособие. / Р.П. Овчинникова, О.Н. Троицкая.– Архангельск: Кира, 2011. – 140 с.
11. Е.Н.Дронова Использование программы GeoGebra для решения геометрических задач основного государственного экзамена по математике Д.С.Захарова. – Вестник Алтайского государственного педагогического университета, 2017. – №31. 25–29 с.
12. Ю.В.Абраменкова Особенности применения интерактивной геометрической среды GeoGebra при изучении геометрии в основной школе. / О.В.Карлина – г. Донецк : ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», 2020.– 61–69 с.
13. Л.М.Танкевич GeoGebra как средство решения стереометрических задач / А.Е.Шкляр. – Казань, 2018. – 53–54 с.
14. М.С.Кубицкая Использование программы GeoGebra в изучении планиметрии. / М.Ю.Солощинко – Москва, 2022.– 7497–7504 с.
15. С. В.Ларин Компьютерная анимация в среде GeoGebra на уроках математики – М.: Легион, 2015. – 179 с.
16. С.Гокче , П.Гунер Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education // EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES, 27 (4), pp.5301-5323(2022).

REFERENCES

1. V.A.Smirnov [Geometriia s GeoGebra. Planimetriia]. / I. M. Smirnova. – M.: «Prometei», 2018. – 206 s. [in Russian].
2. IY.V.Sadovnichii [Metodicheskie osobennosti ispolzovaniya interaktivnoy geometricheskoi sredy GeoGebra pri izuchenii temy «Reshenie nestandartnyh uravnenii»]. / R.M.Turkmenov. – Vestnik RUDN, seriia Informatizatsiia obrazovaniia, 2015. – №2. 78–85 s. [in Russian].
3. E.I.Skafa [Sposoby upravleniya vristicheskoy deyatelnostiy uchashihsia po geometrii. Didaktika matematiki: problemy i issledovaniya]. / V.N. Ochertsova, V.V. Korotkih. –Mejdunar. sborn. nauch. rabot., 2018. – Vyp.48. – 76–83 s. [in Russian].
4. I.E.Liyblinskaiia [Prepodavanie geometrii s ispolzovaniem prilozheniia GeoGebra]. / S.V.Tihomirova.– VIGu, 2017. –196 s. [in Russian].
5. G.A.Aleksanian [Primenenie vozmojnostey programmy GeoGebra pri izuchenii temy «prosteishie preobrazovaniia grafikov»]. / P.Chernyaeva Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia, 2017. [in Russian].
6. I.O.Gubskaiia [Primenenie Geogebra na urokah matematiki] / Mejdunarodnyi nauchno – popularnyi jurnal., 2017. №2. [in Russian].
7. B.J.Maibazarova [GeoGebra programmasy komegimen kengistiktegi figuralardyng qimasyn salu adistemesi]. / K.H.Baetov – Almaty: Abai atyndağy QazĪPU–nıñ Habarshysy, 2022. – 97–103 b. [in kazakh].
8. S.V.Panferov [Naghadnaya planimetriya. Uchebnoe posobie dlya 8 klassa]. T.F. Sergeeva. – Moskva: ILEKSA, 2016. – 113 s. [in Russian].
9. T.S.Shirikova [Metodika obucheniya uchashihsya osnovnoi shkoly dokazatelstvu teorem pri izuchenii geometrii s ispolzovaniem GeoGebra]. / – Arhangel'sk: SAFU im. M.V. Lomonosova, 2014. – 250 s. [in Russian].
10. O.L.Bezumova [Obuchenie geometrii s ispolzovaniem vozmojnostey GeoGebra: uchebno–metodicheskoe posobie]. / R.P. Ovchinnikova, O.N. Troitskaya.– Arhangel'sk: Kira, 2011. – 140 s. [in Russian].
11. E.N.Dronova [Ispolzovanie programmy GeoGebra dlya resheniia geometricheskikh zadach osnovnogo gosudarstvennogo ekzamina po matematike]. D.S.Zaharova. – Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta, 2017. – №31. 25–29 s. [in Russian].
12. IY.V.Abramenkova [Osobennosti primeneniia interaktivnoi geometricheskoi sredy GeoGebra pri izuchenii geometrii v osnovnoi škole]. / O.V.Karlina – g. Donetsk : GOU VPO «Donetskii natsionalnyi universitet», 2020.– 61–69 s. [in Russian].
13. L.M.Tankevich [GeoGebra kak sredstvo resheniya streometrisheskikh zadach] / A.E.Shklar. – Kazan, 2018. – 53–54 s. [in Russian].
14. M.S.Kubitskaiia [Ispolzovanie programmy GeoGebra v izuchenii planimetrii]. / M.IY. Soloshinko – Moskva, 2022.– 7497–7504 s. [in Russian].
15. S. V.Larin [Kompiyternaya animatsiya v srede GeoGebra na urokakh matematiki]. – M.: Legion, 2015. – 179 s. [in Russian].
16. S.Gokce, P.Guner Dynamics of GeoGebra ecosystem in mathematics education // EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES, 27 (4) , pp.5301-5323(2022).

А.Н. МЕЙРБЕК¹, Н.Ә. ШЕКТИБАЕВ²

¹Қожа Ахмет Ясауи Атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеттің магистрантты
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: aigerim-001@list.ru

²Phd, аға Оқытушы Қожа Ахмет Ясауи Атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: nurdaulet.shektibaev@ayu.edu.kz

ЗАМАНАУИ ОҚЫТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ФИЗИКА ПӘНІ БОЙЫНША СЫНЫПТАН ТЫС ОҚЫТУ ШЕҢБЕРІНДЕГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖОБАЛАРДЫ ӘЗІРЛЕУ

Андатпа. Заманауи оқыту технологияларын пайдалана отырып, физика бойынша сыныптан тыс оқыту шеңберінде экологиялық жобаларды әзірлеу педагогикалық қызметтің өзекті және перспективалы саласын білдіреді. Мақалада білім беру процесінде экологиялық компоненттің маңыздылығы және экологиялық жобаларды оқу жоспарына біріктіру жолдары қарастырылады. Қызықты және танымдық сабақтарды ұйымдастыру үшін виртуалды және Толықтырылған шындық технологияларын, интерактивті модельдер мен робототехниканы пайдаланудың артықшылықтары атап өтіледі. Табысты тәжірибенің мысалдары келтіріліп, мұғалімдер мен білім беру ұйымдарына осындай жобаларды жүзеге асыру бойынша ұсыныстар ұсынылады. Мақаланың мақсаты-экологиялық білім беру және физиканы оқытуда заманауи білім беру технологияларын практикалық қолдану саласындағы тәжірибені талқылау мен таратуды ынталандыру. Заманауи оқыту технологияларын пайдалана отырып, физика бойынша сыныптан тыс оқыту шеңберінде экологиялық жобаларды әзірлеу бірнеше негізгі факторлармен негізделген.

Біріншіден, қазіргі әлемде экологиялық проблемалар барған сайын өткір болып келеді және оқушылардың қоршаған ортаға жауапкершілікпен қарауын қалыптастыру маңызды. Дене тәрбиесі шеңберіндегі экологиялық жобалар қоршаған орта проблемаларына назар аударуға мүмкіндік береді және экологиялық сананы қалыптастыруға ықпал етеді.

Екіншіден, виртуалды және кеңейтілген шындық, интерактивті модельдер және робототехника сияқты заманауи технологияларды қолдану оқу процесін қызықты әрі тиімді етеді. Бұл технологиялар студенттерге физикалық құбылыстарды және олардың қоршаған ортамен байланысын жақсы түсінуге көмектесетін интерактивті модельдеу мен эксперименттер жасауға мүмкіндік береді.

Соңында, экологиялық жобаларды әзірлеу оқушылардың шығармашылық ойлауы мен практикалық дағдыларын дамытуға ықпал етеді. Жобаларға қатысу теориялық білімді практикада қолдануға мүмкіндік береді, бұл олардың физиканы оқуға деген ынтасы мен қызығушылығын арттырады.

Түйін сөздер: физика, оқыту, баламалы, жоба, технологиялар, заманауи оқыту.

А.Н. Мейрбек¹, Н.Ә. Шектібаев²

¹магистрант Международного казахско-турецкого университета имени
Ходжи Ахмеда Ясави (Казахстан, г. Туркестан) e-mail: aigerim-001@list.ru

²Phd старший преподаватель, Международного казахско-турецкого университета имени
Ходжи Ахмеда Ясави (Казахстан, г. Туркестан), e-mail: nurdaulet.shektibaev@ayu.edu.kz

Разработка экологических проектов в рамках внеклассного обучения по физике с использованием современных технологий обучения

Аннотация. Разработка экологических проектов в рамках внеклассного обучения по физике с использованием современных технологий обучения представляет собой актуальную и перспективную область педагогической деятельности. В статье рассматривается важность экологической составляющей в образовательном процессе и способы интеграции экологических проектов в учебный план. Освещаются преимущества использования технологий виртуальной и дополненной реальности, интерактивных моделей и робототехники для организации увлекательных и познавательных занятий. Приводятся примеры успешной практики и предлагаются рекомендации педагогам и образовательным организациям по реализации подобных проектов. Цель статьи - стимулировать обсуждение и распространение опыта в области экологического образования и практического применения современных образовательных технологий в обучении физике. Разработка экологических проектов в рамках внеклассного обучения по физике с использованием современных технологий обучения обоснована несколькими ключевыми факторами.

Во-первых, в современном мире экологические проблемы становятся все более острыми, и важно формировать у учащихся ответственное отношение к окружающей среде. Экологические проекты в рамках физического образования позволяют привлечь внимание к проблемам окружающей среды и способствуют формированию экологической осознанности.

Во-вторых, использование современных технологий, таких как виртуальная и дополненная реальность, интерактивные модели и робототехника, делает учебный процесс более увлекательным и эффективным. Эти технологии позволяют создавать интерактивные симуляции и эксперименты, которые помогают учащимся лучше понимать физические явления и их взаимосвязь с окружающей средой.

Наконец, разработка экологических проектов способствует развитию творческого мышления и практических навыков учащихся. Участие в проектах позволяет применить теоретические знания на практике, что повышает их мотивацию и интерес к изучению физики.

Ключевые слова: физика, обучение, альтернатива, проект, технологии, современное обучение.

A.N.MEYRBЕК¹, N.A.SHEKTIBAYEV²

¹*Master's student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan, Turkestan), e-mail: aigerim-001@list.ru*

¹*PhD, Senior lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan, Turkestan), e-mail: nurdaulet.shektibaev@ayu.edu.kz*

Development of environmental projects within the framework of extracurricular physics education using modern learning technologies

Abstract. The development of environmental projects within the framework of extracurricular physics education using modern teaching technologies is an urgent and promising area of pedagogical activity. The article examines the importance of the environmental component in the educational process and ways to integrate environmental projects into the curriculum. The advantages of using virtual and augmented reality technologies, interactive models and robotics to organize exciting and informative activities are highlighted. Examples of successful practice are given and recommendations are offered to teachers and educational organizations on the implementation of such projects. The purpose of the article is to stimulate discussion and dissemination of experience in the field of environmental education and the practical application of

modern educational technologies in teaching physics. The development of environmental projects within the framework of extracurricular physics education using modern teaching technologies is justified by several key factors.

Firstly, environmental problems are becoming more acute in the modern world, and it is important to form a responsible attitude towards the environment among students. Environmental projects within the framework of physical education make it possible to draw attention to environmental problems and contribute to the formation of environmental awareness.

Secondly, the use of modern technologies such as virtual and augmented reality, interactive models and robotics makes the learning process more exciting and effective. These technologies enable the creation of interactive simulations and experiments that help students better understand physical phenomena and their relationship to the environment.

Finally, the development of environmental projects contributes to the development of creative thinking and practical skills of students. Participation in projects allows you to apply theoretical knowledge in practice, which increases their motivation and interest in studying physics.

Keywords: physics, education, alternative, project, technology, modern education.

Кіріспе

Физиканы сыныптан тыс оқыту оқушылардың экологиялық ойлауын қалыптастыруда да маңызды рөл атқарады. Физиканы сыныптан тыс сабақтар барысында экологиялық жобаларды әзірлеу үшін STEM технологияларын қолдануға болады. Мысалы, студенттер баламалы энергия көздерінің модельдерін жасай алады, күн батареяларының немесе жел генераторларының жұмыс принциптерін зерттей алады. Мұндай жобалар студенттерге құрылғылардың физикалық принциптерін түсінуге мүмкіндік беріп қана қоймайды, сонымен қатар оларды экологиялық жауапкершілікке және қоршаған ортаны сақтау үшін баламалы энергия көздерінің маңыздылығын түсінуге үйретеді.

Сонымен қатар, физикадағы сыныптан тыс сабақтар табиғаттағы физикалық құбылыстарды зерттеу немесе климаттың өзгеруі немесе су ресурстарының ластануы сияқты әртүрлі құбылыстардың экологиялық салдарын талдау сияқты экскурсиялар мен практикалық жұмыстарды қамтуы мүмкін. Бұл тәсіл студенттерге физикалық процестер мен қоршаған ортаның жағдайы арасындағы байланысты тікелей көруге және сезінуге мүмкіндік береді, бұл олардың экологиялық білімі мен экологиялық мәдениеттің қалыптасуына ықпал етеді.

Экологиялық тәрбие-бұл табиғатқа және жер бетіндегі барлық тіршілік иелеріне қамқор, ұқыпты қарауды қалыптастыру, табиғаттың тұрақты құндылығын түсінуді дамыту, табиғатты ұтымды пайдалануға, табиғи байлық пен жалпы өмірді сақтауға қатысуға дайын болу. Экологиялық тәрбиенің негізгі мақсаты-жеке тұлға мен қоғамның экологиялық мәдениеті.

Экологиялық тәрбиенің маңызды принциптері-әмбебаптық пен үздіксіздік, яғни процеске білім беру тізбегінің барлық буындарын қосу. Мектеп кезеңі үздіксіз экологиялық білім беру жүйесіндегі негізгі кезең болып табылады. Ол алдыңғы кезеңдегі іс-әрекеттің нәтижелерін жинақтайды және жасөспірім кезіндегі практикалық экологиялық іс-әрекеттің негізін қалады, үздіксіз оқытудың келесі кезеңдерінің негізін қалады.

Тәжірибе көрсеткендей, көбінесе дәстүрлі тәрбие әдістері тиімсіз болып шығады және оқушыларды олар үшін жаңа іс-шараларға тарту қажеттілігі туындайды. Бұл мәселені шешудің құралы бірқатар Мектептегі жаратылыстану-ғылыми пәндер бойынша тәрбие қызметі бола алады. Алайда экология элементтерін ашу мүмкіндіктері әртүрлі оқу пәндерінде бірдей емес; Физика үшін олар өте үлкен, өйткені оның мазмұны экологиялық тәрбиенің ғылыми және практикалық аспектілерін ғана емес, сонымен қатар моральдық-эстетикалық, дүниетанымдық аспектілерді де қамтиды, ал олардың байланысын ескере

отырып, бұл пәндер оқушылардың туған өлкенің табиғатына жауапкершілікпен қарауын қалыптастыруға негіз бола алады, бұл оқушылардың экологиялық тәрбиесінің маңызды элементі болып табылады. Физиканың жеке аймақ шеңберінде ғана емес, бүкіл жер шеңберінде экологиялық мониторинг жүргізуге мүмкіндік беретін аспаптар мен құрылғыларды жасаудағы рөлін ерекше атап өткен жөн. Жоғарыда айтылғандарға байланысты болашақ физика мұғалімін мектеп оқушыларын экологиялық тәрбиелеуге дайындау процесі ерекше өзекті және маңызды болып көрінеді.

Жалпы экологиялық тәрбие процесі соншалықты күрделі және жан-жақты, сондықтан мұғалім оны тек сабақтарда толықтай жүзеге асыра алмайды. Оқушыларды экологиялық мәселелерге тұрақты қызығушылыққа баулу, сабақта алған білімдерін толықтыру және тереңдету, ең бастысы, олардың жеке қызығушылықтары мен қабілеттерін ескеру және дамыту үшін оқушылармен және сабақтан тыс уақытта жұмыс істеу қажет. Сыныптан тыс (сабақтан тыс) жұмыс оқу-тәрбие процесінің міндетті құрамдас бөлігі, оқушылардың сабақтағы жұмысының негізгі нысандарын табиғи жалғасы және толықтыруы болып табылады.

Сонымен қатар, экологиялық білім табиғаттың әртүрлі құбылыстары арасындағы, сондай-ақ олар мен әлеуметтік процестер арасындағы тығыз байланысты көрсетеді. Сондықтан олардың мазмұны пәнаралық, кешенді болып табылады және оқушыларды олармен таныстыру экологияның басқа пәндермен пәнаралық байланыстарын ескере отырып және оқу процесінің барлық кезеңдерінде сәтті жүзеге асырылуы мүмкін.

Педагогикалық практиканы талдау болашақ физика мұғалімдерінің пәнаралық сыныптан тыс іс-шаралар арқылы оқушылардың экологиялық тәрбиесі туралы білімі көбінесе қажетсіз теориялық және нақты мәселелерді шешу үшін жеткіліксіз екенін көрсетеді. Мұның бәрі болашақ мұғалімді даярлау бағдарламасын әзірлеуді қажет етеді

Пәнаралық ғылыми-теориялық және ұйымдастырушылық-әдістемелік зерттеулер бағыты.

Сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастырудың негізгі мәселелері, оның ішінде физика сабақтарында осы қызмет түрінің мәні мен негіздерін қарастырған зерттеушілер Н.М. Верзилин, А.А. Дойнеко, В. В. Завьялов, О.Ф. Кабардин, И.Я. Ланина, В.М. Минаев, Н.Е. Парфентьева, В.Г. Разумовский, Л.В. Романенко, М.Н. Скаткина, И.Т. Суравегина, И.Л. Юфанова және т. б.

Аталған ғалымдардың еңбектерін қарау және талдау пәнаралық сыныптан тыс іс-шаралар арқылы оқушыларға экологиялық білім беру қажеттілігі туралы айтуға мүмкіндік береді. Алайда, жоғары мектептің психологиялық, педагогикалық және оқу-әдістемелік әдебиеттерін, нақты практикасын ретроспективті талдау болашақ физика мұғалімін кәсіби даярлаудың кейбір мәселелері, атап айтқанда, пәнаралық сыныптан тыс іс-шаралар арқылы оқушыларды экологиялық тәрбиелеуге жоғары дайындығы бар болашақ физика мұғалімін даярлау мәселелері әлі де жеткілікті зерттелмегенін көрсетеді.

Осылайша, пәнаралық сыныптан тыс іс-шаралар арқылы оқушыларды экологиялық тәрбиелеу бойынша кәсіби қызметті жүзеге асыруға дайындалған физика мұғалімдеріне қоғамның қажеттіліктері мен болашақ физика мұғалімдерін осы қызметті жүзеге асыруға кәсіби дайындаудың теориялық және практикалық негіздерінің жеткіліксіз дамуы арасында өткір қайшылық туындайды.

Бұл зерттеудің өзектілігі болашақ физика мұғалімін пәнаралық сыныптан тыс жұмыстар арқылы оқушыларды экологиялық тәрбиелеуге дайындауды жетілдіру қажеттілігімен анықталады.

Зерттеудің мақсаты - болашақ физика мұғалімі сыныптан тыс іс-шаралар арқылы оқушыларды экологиялық тәрбиелеуге дайындау бағдарламасының тиімділігін теориялық тұрғыдан негіздеу, әзірлеу және эксперименталды түрде тексеру.

Зерттеудің негізгі гипотезасы болашақ физика мұғалімін экологиялық тәрбиеге

дайындау деген болжам болып табылады оқушылар сыныптан тыс іс-шаралар арқылы сәтті жүзеге асырылады, егер:

- болашақ физика мұғалімін сыныптан тыс іс-шаралар арқылы оқушыларды экологиялық тәрбиелеуге дайындау процесін жүзеге асыру үшін қажетті психологиялық-педагогикалық жағдайлар жасалды;
- болашақ физика мұғалімін мектеп оқушыларын сыныптан тыс іс-шаралар арқылы экологиялық тәрбиелеуге дайындауды ұйымдастыру-бұл өзара байланысты мақсатты, белсенді, диагностикалық және нәтижелі компоненттерді қамтитын құрылымдық бағдарлама шеңберінде жүзеге асырылатын үздіксіз процесс;

Зерттеу әдістері мен материалдар

Өткен ғасырдың 70-жылдарынан бастап қоғамдық өмірде мыналар пайда болды экологизация сияқты құбылыс. Ол ғылыми-техникалық прогрестің қайшылықты салдарына кері реакция ретінде қарастырылады. Дизайнда экологиялық дизайн немесе экодизайн деп аталатын жаңа бағытта пайда болды.

Отандық әдебиетте «экологиялық дизайн» термині ғылымның екі саласын біріктіреді

Адамның білімі мен практикалық қызметі: экология, оның шеңберінде өзара әрекеттесу және бірге өмір сүру мәселелері қарастырылады және шешіледі барлық тірі организмдер (соның ішінде адамдар) бір-бірімен және қоршаған ортамен қоршаған орта және дизайн-бұл көркемдікпен байланысты адамның іс-әрекеті - кез-келген объектіні техникалық жобалау арқылы. Осылайша, экологиялық дизайнның негізгі міндеті-қарым-қатынасты үйлестіру адам және оның қоршаған ортасы, өнім жасау процесінде. Шешіледі бұл, ең алдымен, антропогенді азайту немесе толығымен алып тастау арқылы уытты емес заттарды қолдану арқылы сыртқы ортаға әсер ету, қайта өңделетін материалдар. Бұл бағыттың мақсаты-табиғи ортадағы тепе-теңдікті бұзбайтын адамдар үшін эстетикалық және жайлы тіршілік ету ортасын құру.

Біз интерьерді көгалдандыру объектісін құру бойынша практикалық іс-қимылдарды игеру үшін ең қолайлы нысан ретінде мастер-класс таңдадық. Көбінесе мұғалімдер сабақтан тыс уақытта шеберлік сабақтарын өткізуді жөн көреді, оларды мектеп сабақтарында уақыт жетіспейтін практикалық дағдыларды дамыту үшін пайдаланады. Жұмыстың бұл формасы жаңа білімді игеру және әртүрлі практикалық әрекеттерді пысықтау процесін біріктіруге және оларды кез-келген өнімді жасау процесінде қолдануға мүмкіндік береді.

Тәжірибе мен білімді практикада тікелей беру жүзеге асырылатын мастер-класстарды ғылыми шоулардан ажырату керек тек демонстрация арқылы [1]. Мастер-класс деп біз біреуін айтамыз «оқытушы-тыңдаушы» үздіксіз байланыс барысында дағдылар, дағдылар игерілетін немесе жетілдірілетін және осы үшін қажетті білім тартылатын білім беру процесін ұйымдастыру нысандары (әрекеттерге тікелей түсініктеме беру немесе алдыңғысына жүгіну арқылы қатысушылардың іс-әрекет тәжірибесіне) [2]. Мастер-класс өткізудің міндетті талабы сабақтан тыс барлық қатысушыларының белсенді жұмысы болып табылады.

Физикалық орта мен биологиялық әлем бір – бірімен үйлесіп, үлкен жүйені – экожүйені құрайды, оның ішінде өмір сүруге қажетті заттар бір жағынан топырақ, ауа және су арасында, екінші жағынан өсімдіктер мен жануарлар арасында үздіксіз айналым жасайды. Қоршаған орта параметрлерінің өзгеруі, сайып келгенде, биологиялық әлемдегі өзгерістерге әкеледі.

Экожүйенің құрылымы мен функциялары осы биологиялық қоғамға кіретін организмдердің барлық белсенділіктерін - олардың физикалық ортамен және бір-бірімен өзара әрекеттесуін қамтиды, бұл тірі жүйенің табиғи жағдайларға бейімделуінің нәтижесі болып табылады.

Тұтас динамикалық жүйенің биосферасын түсінудегі физиканың рөлі келесі

жағдайлармен анықталады:

- жер, су, ауа т.с.с., жердің биосферасына кіретін физика және басқа да жаратылыстану ғылымдарының зерттеу объектілері болып табылады;
- биосферада жүретін көптеген процестер, олардың тұрақтылығы осы объектілердің физикалық қасиеттеріне, сондай-ақ биосфераның басқа элементтерінің физикалық қасиеттеріне байланысты;
- биосферада биологиялық және басқа процестермен тығыз байланысты физикалық (жылу, электромагниттік, радиоактивті және т.б.) жүреді.

Экологиялық проблемалардың кешенді және интегралды сипаты оларды оқушылар алдында толық ашуға мүмкіндік бермейді дегенмен физика курсының бағдарламалық материалының мазмұны оқушыларды экологиялық мәселелермен және оларды шешу жолдарымен таныстыруға мүмкіндік береді [3].

Экологиялық білімнің мазмұнын таңдау биосфераны және ондағы адамның орнын түсінуге жүйелі көзқарасқа негізделуі мүмкін. Бұл ретте мынаны ескеру қажет:

- экологиялық ақпарат физика курсының мазмұнымен қисынды түрде байланысты болуы керек; оларды қолдану білімді нақтылауға және тереңдетуге бағытталған;
- енгізілген экологиялық материалдар ғылыми болуы керек;
- зерттелетін сұрақтар ассимиляцияға қол жетімді болуы керек.

Экологиялық оқыту және тәрбиелеу процесінде оқушыларда келесі экологиялық ұғымдар қалыптасуы керек:

- жер, су, атмосфера – біртұтас жүйенің элементтері-биосфера;
- табиғи ортаның физикалық факторлары және олардың параметрлері;
- физикалық факторлар мен параметрлердің рөлі (қысым, тығыздық, сығылу, беріктік шегі, температура, меншікті жылу, кеңею коэффициенттері, меншікті жылу сипаттамалары, диэлектрлік өткізгіштік, иондану константалары және т. б.) (биосферадағы физикалық, химиялық, биологиялық процестердің ағымы);
- әртүрлі биосфералық құбылыстар, объектілер мен процестер үшін физикалық параметрлердің рұқсат етілген нормалары;
- табиғи ортаның физикалық ластануы.

Физиканың дамуы техниканың дамуына әкеледі, бұл табиғатқа әсердің артуына әкеледі [4]. Сондықтан физика курсына экологиялық маңызды мәселелер де ашылуы мүмкін, мысалы:

- энергетикалық ресурстарды ұтымды пайдалану: мұнай, көмір, газ, шымтезек және т.б.;
- механикалық, жылу, электр және атом энергиясын қолданудың ең тиімді және қоршаған ортаға қауіпсіз әдістері;
- шикізат ресурстарын ұтымды пайдалану: су, жер, пайдалы қазбалар және т. б..

«Табиғатты қорғау» ұғымының қазіргі мазмұнына және мектептегі білім берудегі экологиялық білімнің құрамына сүйене отырып, физиканы оқыту кезінде оқушылардың бойында қалыптасуы және дамуы керек осындай табиғатты қорғау дағдыларын бөліп көрсетуге болады:

- табиғи ортаның бірқатар физикалық параметрлерін өлшеңіз (температура, ауа ылғалдылығы, атмосфералық қысым, жарық және т. б.);
- биосферада болатын әртүрлі объектілер, құбылыстар мен процестер үшін негізгі физикалық факторлар мен параметрлерді және олардың рұқсат етілген нормаларын бағалау;
- практикалық қызметте Табиғи ресурстар мен энергияның әртүрлі түрлерін қолданудың ұтымды әдісін таңдау;

- өз қызметінің қоршаған ортаның физикалық жағдайына ықтимал салдарын болжау және оған әсер ету кезінде жеке адамдардың іс әрекеттерін сыни тұрғыдан бағалау;
- жаңартылатын энергия көздерін қолданудың негізінде жатқан физикалық идеялар мен заңдарды, ластанудың әртүрлі түрлерімен күресу әдістерін және қоғамның табиғатпен өзара әрекеттесуін оңтайландыруды насихаттау және тәжірибеде қолдануға ықпал ету.

Талдау мен нәтижелер

Ластанумен танысу мақсатында іс жүзінде демонстрациялық эксперименттер жасалды, онда оқушылар ластануды байқайды және оны физика тұрғысынан түсіндіреді [5].

Зерттеудің мақсатына сай экологиялық тұрғыдан алғанда, бұл құбылысты көрсету әр түрлі ластаушы заттардың өсімдіктердің, жануарлардың, адамдардың тіршілік әрекетін қамтамасыз ететін заттарға қалай енетінін көрсетуі керек.

Графопроектордың кадр терезесінде орналасқан таза әйнекке тамшуырман таза су тамшысын, ал оның жанында «ластаушы» тамшысын - калий перманганатының ерітіндісін, сияны және т.б. жағыңыз. Тамшылар жанасуы керек. Экранда оқушылар диффузия нәтижесінде сұйық «ластаушы» сұйық суға қалай енетінін байқайды (сұйықтықтардың диффузиясы). Егер сіз су тамшысының жанына пинцетпен қатты «ластаушы заттың» бір бөлігін - калий перманганатының кристалын, қызыл қызылшаның бір бөлігін және т. б. қойсаңыз. (оның шеті тамшыға тиіп тұратындай етіп), экранда судың осы шетінен біртіндеп қалай боялғанын көруге болады (қатты және сұйық диффузия).

Автогараждардан, зауыттар мен зауыттардан ластанған суды ағызу жағдайында сұйықтықтардағы диффузия өзендеріміздің, каналдарымыздың, теңіздеріміздің таза суының ластануына әкеледі. Оларда өмір сүретін организмдердің улануы өсімдіктердің өліміне әкеледі. Оларда ұсталған балықты тамақ ретінде пайдалану арқылы адам өзін уландыруы мүмкін.

Топырақтың ластануы да диффузияға байланысты. Сонымен, артық тыңайтқыштар, дақылдарды бүрку кезінде оған түскен әртүрлі пестицидтер топырақта тек су ағындарымен ғана емес, сонымен қатар диффузия нәтижесінде де таралады, содан кейін адам жейтін жемістерге түседі.

Экология туралы есептер Физика сабақтарында қосымша материал ретінде пайдалануға арналған, өйткені материал қызықты және есте сақтау қажет болмаған кезде, әдетте, оқушылар жақсы есте сақтайды. Мұғалім оқушылардың қызығушылығын арттыру, олардың көкжиегін кеңейту, қоршаған ортаға жеке көзқарасын, сондай-ақ эстетикалық талғамын қалыптастыру үшін қолдана алады.

Сонымен қатар ядролық энергияны қолдану, қоршаған ортадағы радиоактивтіліктің ауысуы тақырыбы бойынша да зерттеу жүргізсек, мақсаты бойынша радиоактивтілік ұғымын түсініп, атом электр станцияларының радиоактивті және улы шығарындылары туралы түсінік қалыптастырады [6]. Оқушылардың ой-өрісін кеңейту, танымдық қызығушылығын дамыту, әр оқушының қоршаған ортаны және экологиялық ойлау элементтерін қорғау мәселесіне азаматтық ұстанымын қалыптастыру, экологиялық тәрбиені жүзеге асыру.

Адамға және қоршаған ортаға зиянды әсерлерге ас жүйелерінен радиоактивтілік пен улы заттардың шығарындылары мен төгінділері жатады. Бұл шығарындылар құбыр арқылы атмосфераға шығарылатын газ және аэрозольді және сұйық төгінділерге бөлінеді, оларда зиянды қоспалар су объектілеріне түсетін ерітінділер немесе ұсақ дисперсті қоспалар түрінде болады. Кейбір апаттардағыдай, ыстық су атмосфераға шығарылып, бу мен суға бөлінетін аралық жағдайлар да мүмкін.

Шығарындылар тұрақты, пайдалану персоналының бақылауында, сондай-ақ авариялық, волейбол болуы мүмкін. Атмосфераның, жер үсті және жер асты ағындарының

эртүрлі қозғалыстарына қосыла отырып, радиоактивті және улы заттар қоршаған ортаға таралады, өсімдіктерге, жануарлар мен адам ағзаларына енеді. Суретте қоршаған ортадағы зиянды заттардың көші-қонының әуе, жер үсті және жерасты жолдары көрсетілген. Біз үшін шаңды және булануды желмен тасымалдау сияқты екінші, онша маңызды емес жолдар, сонымен қатар зиянды заттардың соңғы тұтынушылары суретте көрсетілмеген.

Сыныптан тыс жұмыстар мектеп, мұғалім жүзеге асыратын білім беру процесінің міндетті құрамдас бөлігі болып табылады [7]. Бұл физика мен техниканы оқуға деген қызығушылығы артқан оқушылармен ғана емес, негізінен пәнге, жалпы оқуға және оқушылардың көпшілігінде қабілеттерін дамытуға деген қызығушылықты ояту бойынша жұмыс екенін есте ұстаған жөн.

Әдістемелік әдебиеттерде физика пәнінен оқушылармен сабақтан тыс сабақтардың келесі мақсаттары анықталады:

- 1) шығармашылық қабілеттерін, өзін-өзі тәрбиелеу дағдылары мен іскерліктерін дамыту (оқу және ғылыми-танымал әдебиеттермен, Интернеттегі ақпаратпен шығармашылықпен жұмыс істеу);
- 2) оқушылардың білімін, іскерлігін кеңейту және тереңдету;
- 3) диалектикалық-материалистік дүниетанымды, терең және тұрақты қызығушылықты, физикалық ойлауды қалыптастыру;
- 4) мектеп оқушыларының балқыта білу қабілетін тәрбиелеу
- 5) Оқушыларды физика бойынша ғылыми-зерттеу жұмысына баулу;
- 6) мұғалімге физикалық кабинет жабдықтарында, артта қалушылармен сабақтарда, қабырға мөрін шығаруда және т. б. көмек көрсететін оқушылар активін құру.

Қазіргі мектепте физика бойынша сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастырудың негізі, сабақтарды құру сияқты, оқытудағы ғылымның, қол жетімділіктің, жүйелілік пен дәйектіліктің жалпы дидактикалық принциптері, теорияның практикамен байланысы, сана мен белсенділік, көрнекілік, сабақтастық пен перспектива, теория мен практика арасындағы оңтайлы үйлесімділік, оқушылардың жас ерекшеліктерін ескеру, олардың мүдделерді, алдыңғы білім мен дағдылардың деңгейін, жоспарланған жұмысты орындау кезінде мазмұн мен міндеттілікті таңдаудағы еріктіліктің үйлесімі, зерттеу жұмысының элементтерін қосу, ойын-сауық. Олармен қатар, бір жағынан, мазмұны, екінші жағынан, физика бойынша сыныптан тыс жұмыстарды жүргізудің формалары, түрлері мен әдістері анықталатын нақты әдістемелік принциптер бар. Біз олардың кейбірін сипаттаймыз.

Сыныптан тыс жұмыстарды физика сабақтарымен байланыстыру принципі.

Оның мәні мынада: сыныптан тыс жұмыстың негізі физика сабақтарында оқушылардың алған білімі болуы керек. Материалды берудегі жүйелілік принципі. Бұл принцип алдыңғысымен тығыз байланысты: сыныптан тыс жұмыстың мазмұны физика бағдарламасымен байланысты болуы керек. Сабақтан тыс уақытта белсендірілген материалды беру реті оны сабақта оқу ретіне сәйкес келуі керек. Сыныптан тыс және сыныптық сабақтардың өзара байланысы материалды игеруде жүйелілікті қамтамасыз етеді.

Оқушылардың жеке қызығушылықтары мен қабілеттерін есепке алу принципі.

Осы қағидаға сәйкес сыныптан тыс жұмыстың мазмұны ең алдымен оқушыларды қызықтыратын нәрсені құрауы керек; тапсырмалар әр түрлі болуы керек. Сыныптан тыс жұмыстар сабақтардан ерекшеленеді, мазмұны оқушылардың жеке мүдделері мен сұраныстарын ескере отырып анықталады.

Ойын-сауық принципі. Бұл оярудың және сыныптан тыс жұмыстарға қызығушылықты сақтаудың негізгі шарттарының бірі. Ойын – сауыққа негізінен ойын – сауық материалдарын – ойындар, шарадтар, жұмбақтар, жұмбақтар, сондай-ақ көрнекілік құралдарын-картиналарды, суреттерді, слайдтарды және т.б. кеңінен тарту арқылы қол жеткізіледі.

Сыныптан тыс жұмыстың түрлері мен түрлерінің эртүрлілік принципі. Сыныптан тыс

жұмыстарға деген қызығушылық тек өткізілетін іс-шаралардың мазмұнымен ғана емес, сонымен қатар олардың әртүрлілігімен, сабақ тақырыптарының ерекше тұжырымдалуымен, Материалды ұсыну формасымен де қолдау табады. Сыныптан тыс жұмыстың формалары мен түрлері неғұрлым әртүрлі болса, оған деген қызығушылық соғұрлым тұрақты болады.

Сыныптан тыс жұмыстың жекелеген түрлерінің өзара байланысы принципі. Осы қағиданы сақтай отырып, физика бойынша сыныптан тыс жұмыстардың жалпы жүйесі құрылады, онда әр іс-шараның өзіндік орны болады [8].

Еріктілік принципі. Оқушылардың сыныптан тыс жұмыстарға қатысуы ерікті болуы керек, мәжбүрлі емес. Бірақ оқушылардың сабақтан тыс уақытта физикамен өз еркімен айналысуға деген ұмтылысы болуы үшін сабақтан тыс іс-шараларды қызықты, жанды, қызықты өткізу қажет.

Жаппай болу принципі. Физика бойынша сыныптан тыс жұмыстарға қатысу шығармашылық қабілеттердің дамуына пайдалы әсер ететіндігін ескере отырып, сыныптан тыс жұмыстарға мүмкіндігінше көп оқушыларды тартқан жөн. Ол үшін оқушылар арасында олардың сыныптан тыс жұмыстарға қатысу мүмкіндігін кеңінен насихаттау және физиканы практикалық меңгерудегі соңғысының пайдасын түсіндіру қажет.

Бұл физика бойынша сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастырудың негізгі әдістемелік принциптері, оларды сақтау осы жұмыстың сәттілігін анықтайтын міндетті шарт болып табылады [9].

Физикадан тыс сабақтардың түрлері әртүрлі негіздер бойынша жіктеледі:

1) Мазмұны мен мақсаттары (міндеттері) бойынша:

- оқу бағдарламасы шеңберінде өтетін сабақтар;

- бағдарламадан тыс сабақтар.

2) оқушыларды қамту бойынша:

- бұқаралық (үлкен балалар ұжымымен өткізілетін эпизодтық жұмыс): физика және техника кештері, апталар, физика онкүндіктері, ауызша журналдар, физикалық лекториялар, конкурстар, физикалық КВН, конференциялар, көрмелер және т. б.

- топтық (оқушылардың шағын тұрақты ұжымымен жүргізілетін жүйелі жұмыс): 9 физика-техникалық, радиотехникалық, модельдеу және конструкциялау үйірмелері, аса қиын міндеттерді шешу), оқушылардың ғылыми қоғамының секциялары, оқу экскурсиялары, сабақтар, қабырға газеттері, радиохабарлар және т. б.;

- жеке: жекелеген оқушылармен аспаптарды құрастыру, жөндеу, жетілдіру, тәжірибелер мен демонстрациялар дайындау, эксперименттік олимпиадалық міндеттерді шешу, хабарламалар, баяндамалар дайындау, ғылымның жекелеген салаларын дамыту туралы материалдарды басып шығарудан іріктеу және т. б. бойынша сабақтар.

3) сабақтарды өткізу уақыты бойынша: жүйелі, эпизодтық.

4) сыныптан тыс жұмыс орны бойынша: мектеп, үй, мектептен тыс; қашықтықтан (техникалық шығармашылық үйлері, кәсіпорындарға экскурсиялар жүргізу, білім беру қашықтықтан оқыту орталықтарындағы сабақтар және т.б.).

5) оқушылардың еріктілік немесе міндетті қатысу дәрежесі бойынша.

6) оқушылардың жасы бойынша: кіші, орта, жоғары сыныптар үшін.

7) оқушылардың мүдделерінің бағыты бойынша: техникалық, зерттеушілік, кәсіптік бағдарланған және т. б.

Қорытынды

Экологиялық білім беру бойынша сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыру аясында мұғалім жұмыстың көптеген әдістері мен формаларын қолдана алады. Алайда, оқытушылардың жұмыс тәжірибесін талдау мынаны көрсетеді қазіргі уақытта экологиялық мазмұндағы сыныптан тыс жұмыстарда зертханалық жұмыстарға немесе практикалық сабақтарға артықшылық беріледі.

Біз экологиялық мазмұнның бірнеше сыныптан тыс шараларын ұсындық. Әзірленген іс-шаралар сыныптан тыс сабақтан тыс жұмыстарға жатады, өйткені олар сабақтан кейін өткізіледі, ал іс-шаралар тақырыптары мектеп пәндерінің материалымен тікелей байланысты емес.

Сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастырудың формалары ретінде біз шеберлік сыныптары мен квесттер сияқты жаңа формаларды қолдануды ұсынамыз. Бұл жұмыс формалары сыныптан тыс жұмыстардың міндеттеріне сәйкес келеді. Жұмыстар-зерттелетін экология мәселелеріне қызығушылықты қалыптастыру немесе қолдау және табиғатты қорғау. Олар оқушыларды оңай қызықтыруға және оларды білім беру процесіне қосуға көмектеседі, күрделі материалды жеңіл, кездейсоқ ойын түрінде ұсынуға, алынған материалдарды бірден қолдануға мүмкіндік береді.

Заманауи оқыту технологияларын пайдалана отырып физика бойынша сыныптан тыс оқыту шеңберінде экологиялық жобаларды әзірлеу туралы мақаланың қорытындысында мыналарды атап өтуге болады:

- Экологиялық білім беру экологиялық мәдениетті қалыптастыруда және оқушылардың қоршаған ортаға жауапкершілікпен қарауында шешуші рөл атқарады.

- Физика бойынша сыныптан тыс тәжірибеде экологиялық жобаларды әзірлеу және жүзеге асыру осы мақсатқа жетудің тиімді құралы болып табылады.

Виртуалды және толықтырылған шындық, робототехника және интерактивті модельдер сияқты заманауи оқыту технологиялары оқушылардың экологиялық ойлауын дамытуға ықпал ететін қызықты және танымдық әрекеттерді жасауға мүмкіндік береді.

Осы технологияларды қолдану арқылы жүзеге асырылатын Жобалық іс-шаралар физикалық құбылыстарды түсінуді тереңдетіп қана қоймайды, сонымен қатар оқушыларды экологиялық негізделген шешімдерді әзірлеу үшін өз білімдері мен дағдыларын қолдануға үйретеді. Бұл тәсіл жас ұрпақты қазіргі әлемдегі белсенді өмірге дайындауға мүмкіндік береді, мұнда қоршаған ортаны қорғау саласында теңдестірілген шешім қабылдау мүмкіндігі барған сайын маңызды бола түсуде.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Зиятдинов Ш.Г., Миркин Б.М. Экологическая составляющая курса физики // Физика в школе, 2004 а, № 3. С. 23-30.
2. Зиятдинов Ш., Миркин Б. Энергетика Республики Башкортостан сегодня и завтра: взгляд экологов // Экономика и управление, 2004 б, № 5. С. 68-72.
3. Зиятдинов Ш.Г., Наумова Л.Г. Вклад физики в школьное экологическое образование: Учебнометодическое пособие. Уфа: Гилем, 2004. 184 с.
4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Хизбуллина Р.З., Чупанова Л.В., Ефимова Е.В., Зиятдинов Ш.Г., Петрова Т.И. Экология в общеобразовательной школе (Интегрированный вариант) /Учебно-методическое пособие для учителей. М.: Тайдекс Ко, 2004. 108 с. (Лекторий журнала «Экология и жизнь»).
5. Шульга Н.А., Кузьминова Л.С. Экологическое образование в системе внеклассной работы школы. - М.: Просвещение, 2001.
6. Галетова Е. Н., Мамаев И. А., Савинова О. В. Применение современных образовательных технологий в организации внеклассной работы. - М.: Педагогика, 2004.
7. Козлова И.Н. Экологическое образование как средство формирования экологической культуры школьников. - М.: Педагогика, 2008.
8. Бухарова И.П., Шабунова О.Н. Внеклассная работа по физике с использованием современных образовательных технологий. - М.: Просвещение, 2012.
9. Методические рекомендации по разработке экологических проектов в школьном обучении. - М.: Педагогика, 2015.

REFERENCES

1. Ziyatdinov Sh.G., Mirkin B.M. The ecological component of the physics course // Physics at school, 2004 a, No. 3. pp. 23-30.
2. Ziyatdinov Sh., Mirkin B. Power engineering of the Republic of Bashkortostan today and tomorrow: the view of environmentalists //Economics and Management, 2004 b, No. 5. pp. 68-72.
3. Ziyatdinov Sh.G., Naumova L.G. Contribution of physics to school environmental education: A textbook. Ufa: Gilem, 2004. 184 p.
4. Mirkin B.M., Naumova L.G., Khizbullina R.Z., Chupanova L.V., Efimova E.V., Ziyatdinov Sh.G., Petrova T.I. Ecology in a comprehensive school (Integrated version) / Educational and methodical manual for teachers. Moscow: Taydex Co., 2004. 108 p. (Lecture hall of the journal "Ecology and Life").
5. Shulga N.A., Kuzminova L.S. Environmental education in the system of extracurricular activities of the school. - M.: Enlightenment, 2001.
6. Galetova E. N., Mamaev I. A., Savinova O. V. Application of modern educational technologies in the organization of extracurricular activities. - M.: Pedagogy, 2004.
7. Kozlova I.N. Environmental education as a means of forming the ecological culture of schoolchildren. - M.: Pedagogy, 2008.
8. Bukharova I.P., Shabunova O.N. Extracurricular work in physics using modern educational technologies. - M.: Enlightenment, 2012.
9. Methodological recommendations for the development of environmental projects in school education- M.: Pedagogy, 2015.

С.Ш. ХАЛИК¹, Ш.Р. КУРБАНБЕКОВ²

¹ЖШС «Инновациялық технологиялар және жаңа материалдар институты»
(Қазақстан Түркістан қ.), e-mail: halyksaida@gmail.com

²PhD, Қ.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің қауымдастырылған профессоры (Қазақстан Түркістан қ.), e-mail: sherzod.Kurbanbekov@ayu.edu.kz

ЭЛЕКТРОЛИТ-ПЛАЗМАЛЫҚ ӨНДЕУ ПРОЦЕСІНДЕ БУ-ГАЗ ҚАБЫҒЫНЫҢ ВОЛЬТ-АМПЕРЛІК ХАРАКТЕРИСТИКАСЫН МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа. Электродиттік плазманы өңдеу (ЭПӨ) - плазма мен электродиттік ерітіндіні қолдануға негізделген материалдардың бетін өңдеу әдісі. Бұл мақалада ЭПӨ-ның жұмыс принципі, негізгі қолданбалары және ықтимал артықшылықтары талқыланады. ЭПӨ әдісі өңделетін объектіні электродиттік ерітіндіге батыруды қамтиды, содан кейін ерітіндінің ыдырауын және өңделетін материалдың бетінде плазмалық бұлттың пайда болуын тудыратын электр тогы қолданылады. Плазманың және ерітіндінің химиялық белсенді компоненттерінің әсері материалдың бетін өзгертуге, оның адгезиясы, беріктігі және коррозияға төзімділігі сияқты қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді. ЭПӨ әртүрлі салаларда, соның ішінде металл өңдеуде, электроникада, медициналық жабдықтарда және тамақ өңдеуде кеңінен қолданылады. Әдістің артықшылығына жоғары тиімділік, күрделі пішіндер мен материалдарды өңдеу мүмкіндігі, сондай-ақ химиялық агрессивті заттарды қолданудың болмауына байланысты экологиялық қауіпсіздік жатады. Плазманы электродиттік өңдеу кең ауқымды әлеуетті қолданбалы материалдардың беттік модификациясы саласындағы перспективті бағыт болып табылады. Жұмыста электродиттік плазмалық өңдеу кезінде катодты қыздыру режимінде құрылымдық болаттардың жер бетіне жақын аймағында бу-газ қабықшасының пайда болуының теориялық зерттеулері қарастырылды. Тозуға, температураға және күшке жиі ұшырайтын бұйымдардың қажетті механикалық қасиеттерін қамтамасыз ететін электродиттік-плазмалық шынықтыру технологиясы зерттелді. Теориялық зерттеулердің нәтижелері бойынша катодты қыздыру кезінде бу-газ қабықшасының түзілу моделін алу үшін кернеу мен ток тығыздығының математикалық есептеулері жүргізіліп, тәуелділік графиктері тұрғызылды. Катодты қыздыру кезінде бу-газ қабықшасының пайда болуының есептеулерін модельдеу Maple бағдарламасы арқылы жүзеге асырылды.

Кілт сөздер: электродит-плазмалық өңдеу, бу-газ қабығы, модельдеу, электродит, глицерин, Maple.

С.Ш. ХАЛИК¹, Ш.Р. КУРБАНБЕКОВ²

¹ТОО «Институт иновационных технологий и новых материалов» (Казахстан, г. Туркестан),
e-mail: halyksaida@gmail.com

²PhD, ассоциированного профессора Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави (Казахстан, г. Туркестан), e-mail: sherzod.Kurbanbekov@ayu.edu.kz

Моделирование вольт-амперных характеристик парогазовой оболочки в процессе электродитно-плазменной обработки

Аннотация. Электродитно-плазменная обработка (ЭПО) – это метод поверхностной обработки материалов, основанный на использовании плазмы и электродитического раствора. В данной работе рассматривается принцип действия, основные применения и потенциальные преимущества ЭПО. Методика ЭПО включает в себя погружение

обрабатываемого объекта в электролитический раствор, после чего подается электрический ток, вызывающий разложение раствора и образование плазменного облака у поверхности обрабатываемого материала. Воздействие плазмы и химически активных компонентов раствора позволяет модифицировать поверхность материала, улучшая его свойства, такие как адгезия, прочность и коррозионная стойкость. ЭПО широко применяется в различных отраслях, включая металлообработку, электронику, медицинское оборудование и пищевую промышленность. Преимущества метода включают высокую эффективность, возможность обработки сложных форм и материалов, а также экологическую безопасность за счет отсутствия использования химически агрессивных веществ. Электролитно-плазменная обработка представляет собой перспективное направление в области поверхностной модификации материалов с широким спектром потенциальных применений.

В работе были рассмотрены теоритические исследования формирования парогазовой оболочки в приповерхностной области конструкционных сталей в режиме катодного нагрева при электролитно-плазменной обработке. Была исследована технология электролитно-плазменного упрочнения, обеспечивающая требуемые механические свойства изделий, которые часто подвергаются износу, температурным и силовым воздействиям. По результатам теоритических исследований, для получения модели образования парогазовой оболочки в процессе катодного нагрева были сделаны математические расчеты напряжения, плотности тока, а также построены графики зависимости. Моделирование расчетов образования парогазовой оболочки в процессе катодного нагрева проводилось при помощи программы Maple.

Ключевые слова: электролитно-плазменная обработка, парогазовая оболочка, моделирование, электролит, глицирин, Maple.

S.SH. KHALIK¹, SH.R. KURBANBEKOV²

¹LLP "Institute of Innovative Technologies and New Materials" (Kazakhstan, Turkistan), e-mail: halyksaida@gmail.com

²PhD, Assistant Professor Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan, Turkistan), e-mail: sherzod.Kurbanbekov@ayu.edu.kz

Simulation of voltage characteristics of vapor-gas shell during electrolyte-plasma treatment

Abstract. Electrolytic plasma processing (EPT) is a method of surface treatment of materials based on the use of plasma and an electrolytic solution. This abstract discusses the principle of action, main applications and potential benefits of EPT. The EPT technique involves immersing the object being treated in an electrolytic solution, after which an electric current is applied, causing decomposition of the solution and the formation of a plasma cloud at the surface of the material being processed. Exposure to plasma and chemically active components of the solution makes it possible to modify the surface of the material, improving its properties, such as adhesion, strength and corrosion resistance. EPT is widely used in a variety of industries, including metalworking, electronics, medical equipment and food processing. The advantages of the method include high efficiency, the ability to process complex shapes and materials, as well as environmental safety due to the absence of the use of chemically aggressive substances. Electrolytic plasma processing is a promising direction in the field of surface modification of materials with a wide range of potential applications. In this paper, theoretical studies of vapor-gas shell formation in the near-surface region of structural steels in the cathodic heating mode of electrolyte-plasma treatment were considered. The technology of electrolyte-plasma hardening, providing the required mechanical properties of products, which are often subjected to wear, temperature and force effects, was

investigated. Based on the results of theoretical studies, mathematical calculations of voltage, current density, and dependence graphs were made to obtain a model of vapor-gas shell formation in the process of cathodic heating. Modeling of calculations of vapor-gas shell formation in the process of cathodic heating was carried out with the help of Maple program.

Keywords: electrolyte-plasma treatment, vapor-gas shell, modeling, electrolyte, glycerol, Maple.

Кіріспе

Электролиттік плазмалық өңдеу (ЭПӨ) – материалдардың беттерін өзгерту үшін сұйықтықтардағы электр разрядын қолдануға негізделген инновациялық технология. Бұл әдіс электрохимиялық және плазмалық өңдеудің артықшылықтарын біріктіріп, өнеркәсіп пен ғылымның әртүрлі салаларында кең ауқымды қолдануды қамтамасыз етеді. Технологияның ұдайы дамуы және материалдардың сапасы мен функционалдығын арттыру қажеттілігінің артуы аясында плазманы электролиттік өңдеу зерттеушілер мен инженерлердің қызығушылығын арттыратын нысанға айналууда.

Электролиттік плазмалық өңдеу (ЭПӨ) тозуға төзімділік пен микроқаттылықтың жоғарылауын қамтамасыз ететін бөлшектің бетінде модификацияланған қабат алуға мүмкіндік береді, сонымен қатар барлық фазалық түзілістердің жұқа беттік қабатта біркелкі таралуына мүмкіндік береді, осылайша өнімнің өнімділік сипаттамаларын жақсартады[1]. Тұрақты дамудың ең маңызды факторы энергия тұтынуды азайтатын және жоғары экологиялық және экономикалық көрсеткіштерге ие жаңа технологиялық процестерді кеңінен енгізу болып табылады. Мұндай процестерге металдар мен қорытпаларды электролиттік плазмада жылтырату жатады, бұл дәстүрлі әдістерге балама: механикалық және электрохимиялық жылтырату[2].

Дәстүрлі химиялық немесе электрохимиялық жылтыратудан айырмашылығы, электролиттік-плазмалық технологияда улы қышқылдық компоненттерден әлдеқайда арзан төмен концентрациялы тұздардың (2–10%) экологиялық таза сулы ерітінділері қолданылады [3].

Сонымен қатар, электролиттік плазманы өңдеу әртүрлі материалдарды, соның ішінде металдарды, полимерлер мен керамикаларды функционалдық етудің тиімді әдісі болып табылады, оның медициналық құрылғылар мен электроникадан бастап авиация және автомобиль өнеркәсібіне дейінгі салаларда қолданылуын кеңейтеді. Бұл тұрғыда ЭПӨ-ның негізгі технологиялық аспектілерін де, оны өнеркәсіптік өндіріске енгізуде кездесетін ықтимал қиындықтарды да ескеру маңызды.

Электролит-плазмалық өңдеу сонымен қатар өзінің әлеуетті экологиялық тұрақтылық пайдасы үшін ғылыми қоғамдастықтың назарын аударуда. Химиялық тұндыру және электрохимиялық жылтырату сияқты дәстүрлі өңдеу әдістерімен салыстырғанда, ЭПӨ тиімдірек және аз ластаушы баламаларды ұсына алады. Бұл әсіресе тұрақты өндіріске және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға сұраныстың артуы жағдайында маңызды болып отыр[4].

Электролиттік - плазмалық өңдеудің (ЭПӨ) негізгі параметрлері мыналарды қамтиды:

Электролит түрі: Электролит ЭПӨ процесінде негізгі жұмысшы зат болып табылады. Ол белгілі бір процеске қойылатын талаптарға және өңделетін материалдың мақсатты қасиеттеріне байланысты таңдалуы мүмкін.

Электрод түрі: Электродтар разрядты жасауда және энергияны электролитке беруде маңызды рөл атқарады. Олар әртүрлі материалдардан жасалуы мүмкін және нақты қолданбаға байланысты әртүрлі пішінге ие болады.

Электрлік параметрлер: Электр тогы, кернеу және жиілік ЕРО процесін басқару үшін маңызды. Олар разрядтың қарқындылығына, энергия мен жылуының таралуына, сондай-ақ

өңделген беттің сипаттамаларына әсер етеді.

Температура: Температура электролитте және өңделген материалдың бетінде болатын химиялық және физикалық процестерді анықтауда рөл атқарады. Температураны бақылау қызып кетудің алдын алу және өңделген беттің қажетті қасиеттерін қамтамасыз ету үшін маңызды[1, 2].

Өңдеу уақыты: Материалдың электролиттегі разрядқа ұшырау уақыты өңдеу дәрежесін және оның қасиеттерінің өзгеруін анықтайды.

Химиялық қоспалар: электролитке арнайы химиялық заттарды қосу процесс пен өңделетін материалдың қасиеттерін өзгертуі мүмкін. Бұл адгезияны, коррозиядан қорғауды және т.б. жақсартуға арналған қоспаларды қамтиды.

Ток тығыздығы: Бұл материалдың бетінің бірлік ауданынан өтетін электр тогының мөлшерін анықтайтын параметр. Ток тығыздығын бақылау бетті біркелкі өңдеуді қамтамасыз ету және қызып кетуді немесе аз өңдеуді болдырмау үшін маңызды.

Электрод қашықтығы: бұл электролиттегі анод пен катод арасындағы разряд өтетін қашықтық. Оңтайлы қашықтық нақты өңдеу шарттарына және бет сапасына қойылатын талаптарға байланысты өзгереді.

Электролиттің құрамы мен концентрациясы: Электролитте процестің сипаттамаларына және өңделетін материалдың қасиеттеріне әсер ететін әртүрлі қоспалар мен қоспалар болуы мүмкін. Қажетті нәтижеге қол жеткізуде электролиттің құрамы мен концентрациясын бақылау басты рөл атқарады[5].

Қысым және атмосфера: Кейбір ЭПӨ процестері электролитте болатын разряд сипаттамаларына және химиялық реакцияларға әсер етуі мүмкін белгілі бір қысым немесе атмосфера астында жүзеге асырылады.

Электролитті-плазмалық өңдеуде негізгі сипаттама вольт-амперлік сипаттама болып табылады. Вольт-амперлік сипаттама (V-I сипаттамасы), электролиттік плазманы өңдеу жағдайында, электр тогының (I) электродтарға немесе өңдеу процесіне қатысатын жүйеге берілетін кернеуге (V) тәуелділігін сипаттайды. Бұл сипаттама ЭПӨ процесін басқаруда және оңтайландыруда шешуші рөл атқарады.

Ток кернеуінің сипаттамасы көптеген факторларға, соның ішінде қолданылатын электролит түріне, өңделетін материалдың бетінің күйіне, электродтар арасындағы қашықтыққа және басқа технологиялық параметрлерге байланысты өзгереді.

Ол әдетте әртүрлі жұмыс аймақтарын, газды шығару аймағын және басқаларды қамтуы мүмкін қисық сызықты білдіреді.

Омдық аймақ токтың кернеуге сызықтық тәуелділігімен сипатталады, бұл электролит кедергісінің басымдылығын көрсетеді. Газ разрядының аймағында электролиттің иондануының пайда болуымен және плазманың пайда болуымен байланысты кернеудің жоғарылауымен токтың күрт өсуі орын алады.

Ток кернеуінің сипаттамасы өңдеу процесін бақылау үшін ғана емес, сонымен қатар өңделген беттің жағдайын диагностикалау және қажетті сипаттамаларға қол жеткізу үшін оңтайлы жағдайларды анықтау үшін де маңызды. Мысалы, V-I қисығының пішінінің өзгеруі біркелкі емес өңдеу немесе бет ақаулары сияқты ықтимал проблемаларды көрсетеді[6].

Ток кернеуін талдау сонымен қатар энергияны тұтынуды және процестің тиімділігін оңтайландыруға, шығындарды азайтуға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Бұл электролиттік плазманы өңдеу сапасы мен өнімділігі жоғары талаптары бар өнімдерді жаппай өндіру үшін қолданылуы мүмкін өнеркәсіптік қолданбаларда әсіресе маңызды.

Сонымен қатар, ток кернеуінің сипаттамасын пайдалану шегін анықтау және ЭПӨ процесі кезінде жабдықтың шамадан тыс жүктелуін немесе зақымдануын болдырмау үшін пайдалануға болады. Бұл бүкіл өңдеу процесінде жүйенің тұрақты және қауіпсіз жұмысын қамтамасыз етуге көмектеседі[1].

Осы инновациялық процесті дамыту мен оңтайландыруда электролиттік плазманы

өңдеуді модельдеу маңызды рөл атқарады. Ол жүйенің әрекетін болжауға, өңдеу нәтижелеріне әртүрлі параметрлердің әсерін бағалауға және эксперименттік зерттеулерге байланысты уақыт пен шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Жетілдірілген математикалық және компьютерлік модельдер өңдеу процесіне әсер ететін көптеген факторларды, мысалы, электрлік және химиялық параметрлерді, гидродинамикалық жағдайларды, жылу беруді және басқаларды есепке алуға мүмкіндік береді. Бұл зерттеушілер мен инженерлерге жүйеде болып жатқан физикалық және химиялық процестерді жақсы түсінуге және оның жұмысын оңтайландыруға көмектеседі.

Дегенмен, барлық артықшылықтарға қарамастан, модельдеу нәтижелердің сенімділігін қамтамасыз ету үшін дәл калибрлеуді және эксперименттік деректермен тексеруді қажет етеді. Сонымен қатар, ғылым мен техникадағы жаңа жаңалықтарды есепке алу үшін үлгілер мен әдістерді үздіксіз жетілдіру қажет.

Осылайша, модельдеу электролиттік плазманы өңдеу процестерін дамыту мен оңтайландыруда, ресурстарды тиімді пайдалануды қамтамасыз етуде, өнім сапасын жақсартуда және жаңа технологияларды әзірлеу уақытын қысқартуда маңызды рөл атқарады.

Зерттеу әдістері

Бұл әдіс металл-электролит интерфейсындағы жоғары тығыздықтағы электр тогының (бір шаршы сантиметрге бірнеше ампер) ағынының ерекшеліктеріне негізделген. Ток пен кернеу тығыздықтарының белгілі бір критикалық мәндерінен асқаннан кейін металл анодтың айналасында стационарлық бу-газ қабығы пайда болады және анодтық процестің электрогидродинамикалық режимі орнатылады. Анодтың жанында көп фазалы металл-плазма-газ-электролит жүйесі пайда болады, онда тек иондар ғана емес, сонымен қатар электрондар да заряд тасымалдаушы қызметін атқарады. Бөлшектің бетіне химиялық белсенді орта мен электр разрядтарының біріккен әсері жылтырату өнімдерінің әсеріне әкеледі [4].

Кез келген металды электролиттік плазмада өңдеу материалды және еңбек ресурстарын үнемдеуге және металл өңдеудегі еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Технологиялық процесс санитарлық нормаларға сәйкес келеді және жұмысшылардың еңбек жағдайын айтарлықтай жақсарту және қызмет көрсететін персоналдың қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету бойынша маңызды әлеуметтік мәселені шешуге мүмкіндік береді [5].

Бұл әдіс өнімді үш негізгі бағыт бойынша өңдеуге мүмкіндік береді:

- күрделі бөлшектердің күрделі профильді беттерін жылтырату;
- саңылауларды тазалау және өткір бұрыштарды дөңгелектеу;
- металл бұйымдарды сәндік жылтырату.

Алдын ала талдау көрсеткендей, электролит-плазмалық процестің толық сипаттамасы таза физикалық немесе таза химиялық түсініктерге негізделуі мүмкін емес. Бұл өзара байланысты физикалық және химиялық процестер, сондықтан оларды физикалық және химиялық деп тек шартты түрде бөлуге болады. Тұрақты плазма өндірісіне оң және теріс электродтардың әртүрлі аймақтарымен қол жеткізіледі [6].

Бұл салаға қызығушылық бөлшектердің ең маңызды өнімділік қасиеттері (берімділік, беріктік, коррозияға төзімділік және т.б.) басқа нәрселермен қатар, бетінің жеке сапа сипаттамаларына байланысты болатындығына байланысты. Бұйымның бетін жылтырату оның механикалық қасиеттерін жақсартатыны, жанасатын беттер арасындағы үйкеліс коэффициентін төмендететіні, металдардың пластикалық деформацияға ұшырау қабілетін арттыратыны белгілі [7-10]. Бетінің кедір-бұдырының класын арттырудың әртүрлі технологиялары бар: механикалық жылтырату, химиялық және электрохимиялық жылтырату. Электрлік қаптауда қолданылатын химиялық және электрохимиялық жылтырату әдістері кейбір жағдайларда механикалық жылтыратуды ауыстыруға мүмкіндік береді, бұл

өте көп еңбекті қажет етеді. Авиация өнеркәсібінің кәсіпорындарында дайын өнімнің әрлеу бетін өңдеу негізінен механикалық жылтырату арқылы жүзеге асырылады. Механикалық бетті өңдеудің кемшілігі күрделі профильді бұйымдарды өңдеудің мүмкін еместігі, еңбек сыйымдылығы, беткі қабаттың кернеулі-деформациялық күйінің және құрылымдық-фазалық күйінің өзгеруі, бұл кейбір жағдайларда бетінің күйін қалпына келтіру үшін қосымша операцияларды қажет етеді. [11, 12]. Механикалық өңдеу әдістерінен айырмашылығы, химиялық және электрохимиялық жылтырату беттің кедір-бұдырын өзгертуге ғана емес, сонымен қатар металдың ақаулы беткі қабатын күш қолданбай жоюға мүмкіндік береді [13]. Дегенмен, металдарды химиялық және электрохимиялық жылтыратуға арналған барлық дерлік ерітінділерде активатор ретінде күшті қышқылдар бар (фтор қышқылы, күкірт қышқылы, ортофосфор қышқылы және т.б.), олар беттің пассивациясын болдырмайды және электродтық потенциалды теріс мәндерге ауыстырады, ал азот қышқылы, сутегі асқын тотығы немесе хром ангидридін тотықтырғыштар ретінде пайдаланылады. Мұндай шешімдер өте агрессивті, улы және қоршаған ортаға үлкен қауіп төндіреді және арнайы жоюды қажет етеді. [14-17].

Күшті эксперименттік зерттеулермен қатар, ЭПӨ технологиясын жетілдіру технологиялық процеске дәл сәйкес келетін математикалық модельдерді құрумен байланысты. Ғылым мен техниканың барлық салаларында есептеу әдістерін кеңінен қолдану және физиканы, материалтануды және информатиканы, сондай-ақ химия мен техномеханиканы біріктіретін жаңа ғылыми бағыт «есептеу материалтану» пайда болуымен, физикалық процестерді модельдеу материалдардың құрылымы және олардың ішкі және сыртқы әсерлерден өзгеруі мүмкін болды [18-20].

Бұл жұмыстың мақсаты электролиттік плазмалық өңдеу (ЭПӨ) кезінде катодты қыздыру режимінде құрылымдық болаттардың жер бетіне жақын аймағында бу-газ қабықшасының (БГҚ) түзілуін зерттеу және теориялық қалыңдығын және бу-газ қабықшасының вольт-амперлік сипаттамаларын анықтау болып табылады.

Талдау мен нәтижелер

Ең алдымен:

$$\varphi(r) = U \frac{\ln(R_k / r)}{\ln(R_k / R_A)} \quad (1)$$

Бұл жерде r — радиальды координата. Сонда Ом заңы бойынша ерітіндідегі токтың тығыздығы келесі өрнек арқылы анықталады

$$j = \chi \frac{d\varphi}{dr} = \frac{\chi U}{r \ln(R_K / R_A)} \quad (2)$$

Кесте-1. 2-формула бойынша алынған мәндер кестесі

R_K , мм	R_A , мм	$\chi, 10^{-5}$	r	U , В
20	16	6.4	1	180..280

мұндағы r — ерітіндінің меншікті электр өткізгіштігі.

Биіктігі h , радиусы r және ауданы S цилиндрлік бет арқылы өтетін ток мынаған тең:

$$I = jS = j2\pi rh = \frac{2\pi h\chi U}{\ln(R_K / R_A)} \quad (3)$$

$\ln(1 + \delta / R_A) \approx \delta / R_A$, үзілістің пайда болу уақытын табуға мүмкіндік береді:

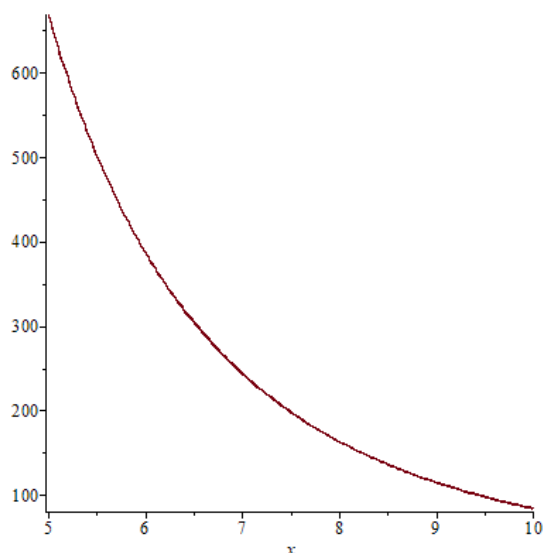
$$\Delta t = \frac{\rho R_A^2 (c\Delta T + \psi) \ln^2(R_K / R_A)}{\chi U^2} \quad (4)$$

Бұдан шығатыны, төмен кернеулерде формула (4) дұрыс емес болады, өйткені қыздыру неғұрлым ұзақ болса, жылуды кетіруді ескермеу соғұрлым дұрыс емес. Сонда $U = f \cdot \Delta t$, мұндағы f — кернеудің тұрақты өсу жылдамдығы, онда

$$\Delta t = \sqrt[3]{\frac{\rho R_A^2 (C\Delta T + \psi) \ln^2(R_K / R_A)}{f^2 \chi}} \quad (5)$$

Кесте-2. 5-формула бойынша алынған мәндер кестесі

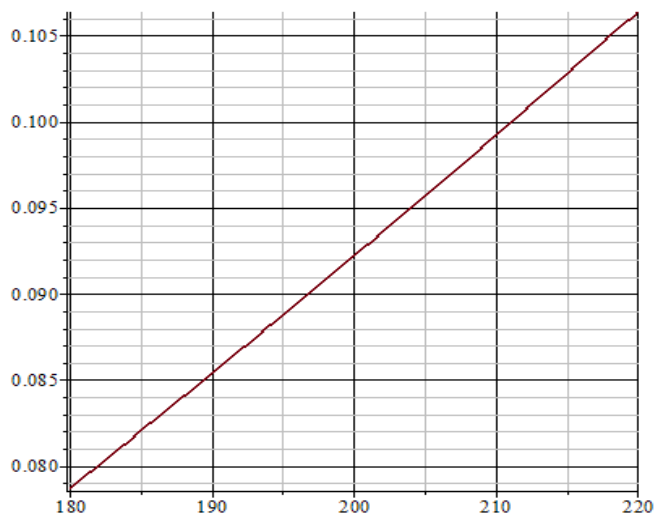
R_K	R_A	ρ	C	ψ	χ	ΔT	U
20	16	1260	3460	825	$6.4 \cdot 10^6$	220	180..280



Сурет-1. Қайнау уақытының графигі

Богуславский-Лангмюр теңдеуінің көмегімен ток-кернеу сипаттамасын есептейік

$$U = \frac{2\omega \varepsilon_0 E_0^{5/2}}{5j} \left[\left(1 + \frac{3j\delta}{2\omega \varepsilon_0 E_0^{3/2}} \right)^{5/3} - 1 \right] \quad (6)$$



Сурет-2. 5-ші формула бойынша есептелген тұрақты қалыңдықтағы бу-газ қабықшасының вольт-амперлік сипаттамасының моделі

Есептелген тәуелділіктер тәжірибелік деректерге өте жақын.

Қорытынды

Қорытындылай келе, теориялық зерттеулердің нәтижелеріне сүйене отырып, катодты қыздыру процесі кезінде бу-газ қабықшасының түзілу моделін алу үшін кернеу мен ток тығыздығының математикалық есептеулері жүргізіліп, тәуелділік графиктері тұрғызылды. Maple сияқты компьютерлік бағдарламаларды қолдану нәтижесінде бу-газ қабықшасының қалыңдығының температураға, үлгінің сызықтық өлшемдеріне және үлгіні электролитке батыру кезінде тереңдікке тәуелділігін қоса алғанда, бірқатар тәуелділіктерді зерттеуге мүмкіндік туды. Электролиттік плазмамен қыздыру кезінде бу-газ қабықшасының пайда болуын математикалық зерттеулер бу-газ қабықшасының қалыңдығын, және қыздыру температурасын дұрыс бағалауға және бу-газ қабықшасының қалыңдығының үлгі өлшеміне тәуелділігін анықтауға мүмкіндік берді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Белкин П. Мир материалов и технологий // Техносфера. – 2011. – Vol. – 464. – P. 107.
2. Лазарев Д. Е. Математическое моделирование процессов в источнике питания для электролитно-плазменной обработки // Вестник УГАТУ. – 2008. – P. 131.
3. Алексеев Ю. Г. Электролитно-плазменная обработка внутренних поверхностей трубчатых изделий // Наука и техника. – 2016. – P. 61.
4. Попов А.И. Анализ тепловых явлений при струйной фокусированной электролитно-плазменной обработке // Научно-технические ведомости СГУ. – 2016. – P. 141.

5. Володин А. Ю., Заруба Д. С., Величко Н. В. Способ электролитно-плазменной обработки внутренних пространственно-сложных поверхностей различной кривизны корпусных деталей центробежных насосов ЖРД // Решетневские чтения: материалы XX Междунар. науч. конф. / СибГАУ. Красноярск, 2016.
6. V.F. Besyasiychniy, B.M. Drapkin, M.A. Prokofiyev, M.V. Timofeev. Physics and chemistry of material treatment. 6, 121—125 (2003).
7. A.D. Pogrebnyak, O.P. Kulmentiyeva and other. The Letters of Technical Physics Journal. 29 (8), 8—15 (2003).
8. E.N. Kablov The aviation materials and technologies. 2, 7—17 (2012).
9. Aliakseyeu, Yu. Electrolyte-Plasma Treatment of Metal Materials Surfaces / Yu. Aliakseyeu, A. Korolyov, A. Bezyazychnaya // CO-MAT-TECH–2006: Proceeding of the Abstracts 14 International Scientific Conference, Slovak University of Technology, 19–20 oct. 2006. Slovakia, Trnava. P. 6.
10. Plasma Electrolytic Polishing – an Overview of Applied Technologies and Current Challenges to Extend the Polishable Material Range / K. Nestler [et al.] // Proceedings of the 18th CIRP Conference on Electro Physical and Chemical Machining (ISEM XVIII), 8–22 Apr. 2016, Tokyo, Japan, Procedia CIRP 42 (2016). P. 503–507.
11. Vacuum Deposited Polymer and DLC Multilayer Coatings on Austenitic Steel, Structure and Tribotechnical Properties in Physiological Solution / V. P. Kazachenko [et al.] // International Conference on Industrial Tribology. India: Bangalore, 2006. P. 55.
12. Особенности процессов размерной обработки металлических изделий электролитно-плазменным методом / Ю. Г. Алексеев [и др.] // Литье и металлургия. 2005. № 4. С. 188–195.
13. Модель размерного съема материала при электролитно-плазменной обработке цилиндрических поверхностей / Ю. Алексеев [и др.] // Наука и техника. 2012. № 3. С. 3–6.
14. Комбинированная технология изготовления гибких ультразвуковых концентраторов-инструментов / Ю. Г. Алексеев [и др.]; под общ. ред. Б. М. Хрусталева. Минск: БНТУ, 2015. 203 с. ISBN 978-985-550-702-5.
15. Электролитно-плазменная обработка внутренних поверхностей трубчатых изделий / Ю. Г. Алексеев [и др.] // Наука и техника. 2016. Т. 15, № 1. С. 61–68. DOI: 10.21122/2227-1031-2016-15-1-61-68.
16. Smirnov A.A., Kusmanov S.A., Kusmanova, I.A., Belkin P.N. Effect of electrolyte depletion on the characteristics of the anodic plasma electrolytic nitriding of a VT22 titanium alloy // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. –2017.–53.–413–418
17. Sherzod Kurbanbekov, Mazhyn Skakov, Michail Scheffler, Azret Naltaev. Changes of Mechanical Properties of Steel 12Cr18Ni10Ti After Electrolytic-Plasma Cementation. –2013. –No601. –P. 59–63.
18. Lou B.S., Lee J.W., Tseng C.M., Lin Y.Y., Yen C.A. Mechanical property and corrosion resistance evaluation of AZ31 magnesium alloys by plasma electrolytic oxidation treatment: Effect of MoS₂ particle addition. // Surface and Coatings Technology. –2018. –No350. –813–822.
19. Суминов И.В., Белкин П. Н., Эпельфельд А.В., Людин В. Б. и др. Плазменно электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. –М.:Техносфера. –2011.–No2. –С. 512.
20. Погребняк А.Д., Тюрин Ю. Н., Бойко А. Г., Жадкевич М.Л., Кальшканов М.К., Рuzимов Ш.М. Электролитно-плазменная обработка и нанесение покрытий на металлы и сплавы // Успехи физики металлов. –2005.–Т. 6.–No4.–С. 273–344.

REFERENCES

1. Белкин П. Мир материалов и технологий // Техносфера. – 2011. – Vol. – 464. – P. 107.
2. Лазарев Д. Е. Математическое моделирование процессов в источнике питания для электролитно-плазменной обработки // Вестник УГАТУ. – 2008. – P. 131.
3. Алексеев Ю. Г. Электролитно-плазменная обработка внутренних поверхностей трубчатых изделий // Наука и техника. – 2016. – P. 61.

4. Попов А.И. Анализ тепловых явлений при струйной фокусированной электролитно-плазменной обработке// Научно-технические ведомости СГУ. – 2016. – Р. 141.
5. Володин А. Ю., Заруба Д. С., Величко Н. В. Способ электролитно-плазменной обработки внутренних пространственно-сложных поверхностей различной кривизны корпусных деталей центробежных насосов ЖРД // Решетневские чтения: материалы XX Междунар. науч. конф. / СибГАУ. Красноярск, 2016.
6. V.F. Besyasychniy, B.M. Drapkin, M.A. Prokofiyev, M.V. Timofeev. Physics and chemistry of material treatment. 6, 121—125 (2003).
7. A.D. Pogrebnyak, O.P. Kulmentiyeva and other. The Letters of Technical Physics Journal. 29 (8), 8—15 (2003).
8. E.N. Kablov The aviation materials and technologies. 2, 7—17 (2012).
9. Aliakseyeu, Yu. Electrolyte-Plasma Treatment of Metal Materials Surfaces / Yu. Aliakseyeu, A. Korolyov, A. Bezyazychnaya // CO-MAT-TECH–2006: Proceeding of the Abstracts 14 International Scientific Conference, Slovak University of Technology, 19–20 oct. 2006. Slovakia, Trnava. P. 6.
10. Plasma Electrolytic Polishing – an Overview of Applied Technologies and Current Challenges to Extend the Polishable Material Range / K. Nestler [et al.] // Proceedings of the 18th CIRP Conference on Electro Physical and Chemical Machining (ISEM XVIII), 8–22 Apr. 2016, Tokyo, Japan, Procedia CIRP 42 (2016). P. 503–507.
11. Vacuum Deposited Polymer and DLC Multilayer Coatings on Austenitic Steel, Structure and Tribotechnical Properties in Physiological Solution / V. P. Kazachenko [et al.] // International Conference on Industrial Tribology. India: Bangalore, 2006. P. 55.
12. Особенности процессов размерной обработки металлических изделий электролитно-плазменным методом / Ю. Г. Алексеев [и др.] // Литье и металлургия. 2005. № 4. С. 188–195.
13. Модель размерного съема материала при электролитно-плазменной обработке цилиндрических поверхностей / Ю. Алексеев [и др.] // Наука и техника. 2012. № 3. С. 3–6.
14. Комбинированная технология изготовления гибких ультразвуковых концентраторов-инструментов / Ю. Г. Алексеев [и др.]; под общ. ред. Б. М. Хрусталева. Минск: БНТУ, 2015. 203 с. ISBN 978-985-550-702-5.
15. Электролитно-плазменная обработка внутренних поверхностей трубчатых изделий / Ю. Г. Алексеев [и др.] // Наука и техника. 2016. Т. 15, № 1. С. 61–68. DOI: 10.21122/2227-1031-2016-15-1-61-68.
16. Smirnov A.A., Kusmanov S.A., Kusmanova, I.A., Belkin P.N. Effect of electrolyte depletion on the characteristics of the anodic plasma electrolytic nitriding of a VT22 titanium alloy// Surface Engineering and Applied Electrochemistry. –2017.–53.–413–418
17. Sherzod Kurbanbekov, Mazhyn Skakov, Michail Scheffler, Azret Naltaev. Changes of Mechanical Properties of Steel 12Cr18Ni10Ti After Electrolytic-Plasma Cementation. –2013. –No601. –P. 59–63.
18. Lou B.S., Lee J.W., Tseng C.M., Lin Y.Y., Yen C.A. Mechanical property and corrosion resistance evaluation of AZ31 magnesium alloys by plasma electrolytic oxidation treatment: Effect of MoS2 particle addition. // Surface and Coatings Technology. –2018. –No350. –813–822.
19. Суминов И.В., Белкин П. Н., Эпельфельд А.В., Людин В. Б. и др. Плазменно электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. –М.:Техносфера. –2011.–No2. –С. 512.
20. Погребняк А.Д., Тюрин Ю. Н., Бойко А. Г., Жадкевич М.Л., Калышканов М.К., Рузимов Ш.М. Электролитно-плазменная обработка и нанесение покрытий на металлы и сплавы // Успехи физики металлов. –2005.–Т. 6.–No4.–С. 273–344.

А.А.УМАРОВА¹, Г.А.ШУКЕНОВА², А.А.УМАРОВ³

¹Кардиолог-дәрігер, Алматы 7-ші қалалық клиникалық ауруханасы
(Қазақстан, Алматы қ.), e-mail: amankelgikyzy15@gmail.com

²аға оқытушы, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: gshukenova@list.ru

³PhD, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: uaa_77@mail.ru

НАЙКВИСТ КРИТЕРИИН ҚОЛДАНЫП БАСҚАРУ НЫСАНЫНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Орнықтылық - сыртқы әсерлердің әсерінен жүйенің қазіргі күйін ұстап тұру қабілетін білдіретін басқару жүйелерінің негізгі қасиеттерінің бірі. Жүйенің орнықтылығын зерттеу медицинада, психологияда, инженерияда және т.б. шешуші рөл атқарады. Мысалы, психологияда адамның стресстік жағдайын дұрыс реттеу оған өмірлік қиындықтарға, жағдайлардың қолайсыз қысымына төтеп беруге, денсаулығы мен тиімділігін сақтауға мүмкіндік береді.

Жүйелердің орнықтылығын зерттеудің артықшылығы мынада: жобаланған жүйенің орнықтылығын дәрежесін анықтай отырып, оның құрылымы мен параметрлерін оңтайландыру, жүйені жұмыс істейтін және пайдалы ету үшін шараларды әзірлеуге және құралдарды анықтауға болады. Графоаналитикалық әдістерді аналитикалық әдістерге қарағанда қолданудың артықшылығы - олардың анықтығы мен қарапайым түсіндірілуінде.

Бұл жұмыста басқару объектілерінің модельдері қарастырылып, Nyquist критерийі бойынша жүйенің орнықтылығын талдау есебі берілген. Бұл критерий тұйық емес жүйенің жиілік сипаттамаларына негізделген тұйық автоматты басқару жүйелерінің тұрақтылығын бағалауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, Nyquist годографын құру алгоритмі қарастырылған, осы алгоритм жүйенің тұрақтылығын анықтауды жеңілдетеді. Сондай-ақ, жұмыста орнықты және орнықты емес объектінің салыстырмалы талдауы, сондай-ақ оларды басқару ерекшеліктері келтірілген. Осы жұмыста ұсынылған модельдерді медицина, психология, технология, экономика және т.б. салалардағы қолданбалы басқару мәселелерін шешуге қолдануға болады.

Кілт сөздер: басқару нысаны, орнықтылық, Найквист критерийі, годограф, графоаналитикалық әдіс.

А.А. Umarova¹, G.A. Shukenova², A.A. Umarov³

¹Cardiologist-doctor, Almaty 7th city clinical hospital
(Kazakstan, Almaty), e-mail: amankelgikyzy15@gmail.com

²Senior teacher, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakstan, Turkestan), e-mail: gshukenova@list.ru

³PhD, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakstan, Turkestan), e-mail: uaa_77@mail.ru

Stability analysis of the control object using the Nyquist criterion

Abstract. Stability is one of the main qualities of control systems, expressing the ability of the system to maintain its current state under the influence of external influences. The study of system stability plays a key role in medicine, psychology, engineering, etc. For example, in psychology, the correct regulation of a person's stress state allows her to withstand life difficulties, adverse pressure of circumstances, maintain health and efficiency.

The benefit of analysing the stability of systems is that, having determined the degree of stability of the designed system, it is possible to develop measures and determine means to optimize its structure and parameters, make the system workable and useful. The advantage of using graphoanalytic methods over analytical ones lies in their clarity and simple interpretation.

In this paper, models of control objects are considered, and the task of analyzing the stability of the system according to the Nyquist criterion is presented. This criterion allows us to assess the stability of a closed automatic control systems based on the frequency characteristics of an open system. An algorithm for constructing a Nyquist hodograph is also provided, which makes it easy to determine the stability of the system according to the schedule. The paper also provides a comparative analysis of a stable and unstable object, as well as the features of their management. The models presented in this paper can be applied to solving applied management problems in the field of medicine, psychology, technology, economics, etc.

Keywords: control object, stability, Nyquist criterion, hodograph, graphoanalytic method.

А.А. Умарова¹, Г.А. Шукенова², А.А. Умаров³

¹Врач-кардиолог, 7-ая городская клиническая больница Алматы
(Казахстан, г. Алматы), e-mail: amankelgikyzy15@gmail.com

²старший преподаватель, Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави (Казахстан, г. Туркестан), e-mail: gshukenova@list.ru

³PhD, Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: uaa_77@mail.ru

Анализ устойчивости объекта управления с использованием критерия Найквиста

Аннотация. Устойчивость – одно из основных качеств систем управления, выражающая способность системы сохранять текущее состояние при влиянии внешних воздействий. Исследование устойчивости системы играет ключевую роль в медицине, психологии, технике, и т.д. Например в психологии, правильная регуляция стрессового состояния личности дает ей противостоять жизненным трудностям, неблагоприятному давлению обстоятельств, сохранять здоровье и работоспособность.

Польза от исследования устойчивости систем состоит в том, что, определив степень устойчивости проектируемой системы, можно выработать меры и определить средства для оптимизации ее структуры и параметров, сделать систему работоспособной и полезной. Преимущество применения графоаналитических методов перед аналитическими заключается в их наглядности и простой интерпретации.

В настоящей работе рассматриваются модели объектов управления, приводится задача анализа устойчивости системы по критерию Найквиста. Этот критерий позволяет оценить устойчивость замкнутой систем автоматического регулирования по частотным характеристикам разомкнутой системы. Также приводится алгоритм построения годографа Найквиста, по которому легко определить устойчивость системы по графику. В работе также дается сравнительный анализ устойчивого и неустойчивого объекта, а также особенности их

управления. Приведенные в настоящей работе модели можно применить при решении прикладных задач управления в области медицины, психологии, техники, экономики, и т.д.

Ключевые слова: объект управления, устойчивость, критерий Найквиста, годограф, графоаналитический метод.

Кіріспе

Орнықтылық ұғымы – басқару теориясының негізгі ұғымдарының бірі, себебі ол - басқару жүйелерінің негізгі қасиеті болып саналады да, жүйенің сыртқы күш әсерінен ішкі күйін сақтау қабілетін білдіреді. Орнықтылық заңдарын, критерийлерін зерттеген ғалымдар: А.Ляпунов, А. Гурвиц, Г. Найквист, т.б. [1-4].

Кез келген жүйені (басқару нысанды (БН)) сипаттау оның математикалық моделі арқылы жасалады. Аналитикалық моделдер формула, заң, ереже, теорема, т.б. түрінде беріледі. Графикалық моделдер БН-ды графикалық схема, диаграмма, карта, т.б. түрінде беріледі [2, 3].

Орнықтылық критерийлері алгебралық (Гурвиц, Раус, Вышнеградский) және жиілікті (Михайлов, Найквист) болып екіге бөлінеді [4, 7, 8].

Найквист критеріі (1932) аналитикалық Гурвиц критеріінен артықшылығы – орнықтылықты зерттейтін графоаналитикалық әдіс, яғни, графиктік және аналитикалық модельдердің бірігуі. Оның ерекшелігі – тұйық емес жүйенің амплитудалы-фазалы сипаттама (АФС / годограф / Логарифмдік АФС) түріне қарап, тұйық жүйенің орнықтылығын / орнықсыздығын анықтап, орнықтылық шегін бағалайды [3].

Математикалық тұрғыдан, орнықтылық механикалық тепе-теңдікте тұрған жүйеге өте кіші ұйытқу берілгендегі жүйе реакциясын көрсетеді. Орнықтылық деңгейін оның шегі арқылы бағалайды [5, 6].

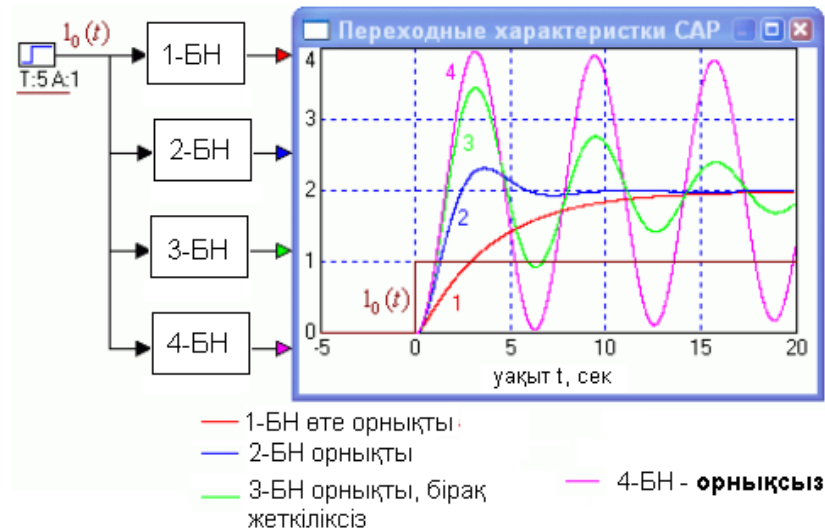
Жүйенің орнықтылығын зерттеу медицинада, психологияда, техникада және т.б. маңызды рөл атқарады. Мысалы, психологияда тұлғаның стресс (күйзеліс) жағдайын дұрыс реттеу оған өмірлік қиындықтарға, түрлі жағдайларда орын алатын қысымына қарсы тұруға, денсаулық пен өнімділікті сақтауға мүмкіндік береді. Психологиялық орнықтылықты (төзімділікті) зерттеуге үлес қосқандар Г.Селье, З. Фрейд, Х. Вольф, Д. Механик, т.б. [8-10].

Материалдар мен әдістер

Жүйе / басқару нысанының (БН) орнықтылығынталдауда VisSIM имитациялық моделдеу ортасы пайдаланылды. VisSIM кешені қарапайым интерфейсіне, функционалды қызметтері мол болғандықтан, басқару жүйелерін моделдеуде, синтездеуде жиі қолданылады.

БН-ң орнықтылығын график түрінде оның ө т п е л і функциясы (өтпелі сипаттама ӨС), амплитудалы-фазалы сипаттамасы (АФС / годограф) арқылы көрсетуге болады.

Ляпунов критеріі бойынша жүйе орнықты д.а., егер оған ұйытқу әсері беріліп, тоқтағанда, жүйе өзінің бастапқы күйіне келетін болса [1, 2]. Жүйенің бастапқы күйге өту процесін ӨС арқылы байқауға болады: *жүйе орнықты*, егер оның ӨС уақыт барысында бірқалыпты (монотонды) немесе тербеліп жатып белгілі тұрақты мәнге (*тапсырмаға*) ұмтылатын болса.



1-сурет. Орнықтылық деңгейі (орнықтылық шегі)

БН-ң өтпелі сипаттамасы жүйенің шығыс шамасының бір тұрақты күйден (0-күйі) екінші тұрақты күйге (1-күйі) өту тәртібін көрсетеді. Яғни, БН-ға $i_0(t)$ түріндегі басқару сигналы (тапсырма) беріледі, жүйе осы сигналға жауап реакциясын тудырады.

Өте баяу өтпелі процесс (1-ші БН – қызыл сызық) БН-ң үлкен инерциялы қасиеті бар екенін көрсетеді. Егер БН параметрлерін өзгертсек, жүйе орнықтылық шегіне жағындаса, ΘC тербелмелі сипатқа ие болады (3 және 4-ші БН, жасыл мен күлгін сызық), яғни, жүйе орнықтылық шегіне жақын болған сайын, оның тербеліс амплитудасы баяу төмендейді. Ең тиімді басқару жүйесінің ΘC - апериодты (2-ші БН): тербеліс қатты емес және оның амплитудасы тезірек сөнеді (1-сурет).

Найквист критеріі

Найквист годографын сызу үшін жүйенің АФС тұрғызамыз. Ол жүйенің шығыс спектрі мен кіріс спектрін байланыстырып, амплитудалы – фазалы жиіліктік сипаттаманы анықтайды:

$$W(j\omega) = P(\omega) + jQ(\omega) = A(\omega) \exp^{j\varphi(\omega)} \quad (1)$$

$$Y(j\omega) = W(j\omega) X(j\omega) \quad (2)$$

Мұндағы ω – комплекстік айнымалы, $W(j\omega)$ – комплекстік $P(\omega)$, $Q(\omega)$ – комплекстік беріліс коэффициенті (КБК), ω -ның сәйкесінше нақты (real) және жорамал (image) бөлігі, $X(j\omega)$ – кіріс сигнал спектрі, $Y(j\omega)$ – шығыс сигнал спектрі, A – сигнал амплитудасы.

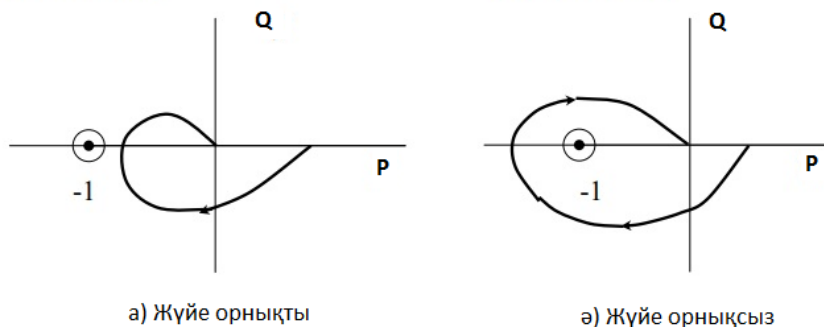
Жүйенің АФС келесі екі сипаттамаға, яғни, амплитуда мен фазаға бөлшектенеді:

$$Y = |W(j\omega)| X \quad (3)$$

$$\varphi = \varphi + \varphi_w(\omega) \quad (4)$$

мұндағы X , Y – сигналдың сәйкесінше кіріс / шығыс амплитудасы, φ – сигнал фазасы. Найквист критеріін пайдалану шарты – тұйық емес жүйе орнықты болу қажет.

Тұйық жүйе орнықты болып табылады, егер оның тұйық емес контургодографының комплексі беріліс коэффициенті (КБК) комплекс жазықтығының нақты осінде басталып, жиілік $(0; \infty)$ аралығында өзгергенде $(-1, 0j)$ нүктесінен айналып өтпесе (2-сурет).

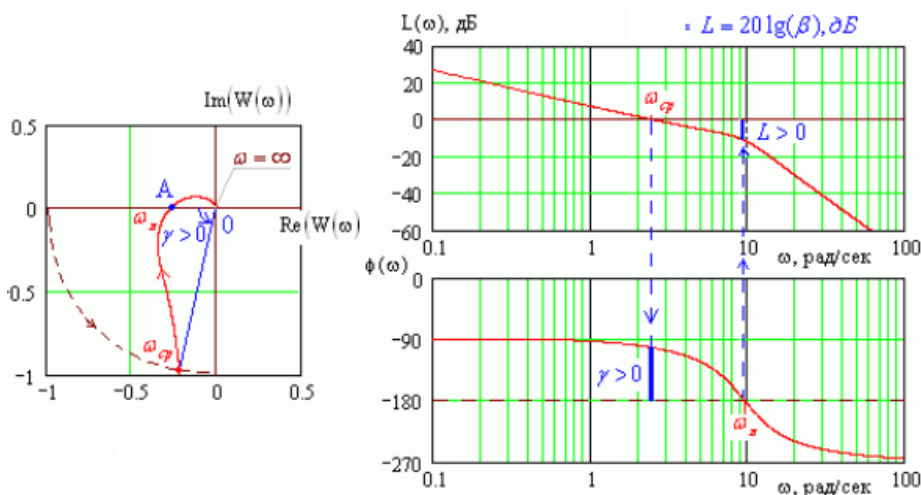


2-сурет. Жүйенің КБК годографы

Найквист критеріі жиі қолданылады, себебі ол жүйенің орнықтылық шектерін анықтай алады да келесі сұрақтарға жауап береді (3-сурет):

- Амплитуда бойынша орнықтылық шегі β : жүйенің күшейту коэффициентін қанша Дб-ге арттырсақ орнықтылық шегіне жетеміз.

- Фаза бойынша орнықтылық шегі γ : жүйенің фазасын қанша рад-ға (градуска) арттырсақ орнықтылық шегіне жетеміз.



Амплитуда б/ша орнықтылық шегі $\beta = \frac{1}{A0}$,

Фаза б/ша орнықтылық шегі γ , градус

3-сурет. Жүйенің орнықтылық шектерін анықтау

Найквист годографын құру алгоритмі

- 1) Жүйенің беріліс функциясы беріледі;
- 2) Беріліс функцияны комплекс түрге келтіру;
- 3) Жилікті $(0; \infty)$ аралығында өзгертіп КБК есептеу;
- 4) КБК бойынша график тұрғызу (абсцисса осімен КБК-ң нақты бөлігі, ал ордината осімен жорамал бөлігі көрсетіледі).

Есептің қойылуы

1-ші і м ы с а л

Берілгені: БН –ның беріліс функциясы:

$$K = 1$$

$W1(s) = K * 1/(s^2 + s + 1)$ –тұйық емес жүйенің беріліс функциясы (1-ші БН)

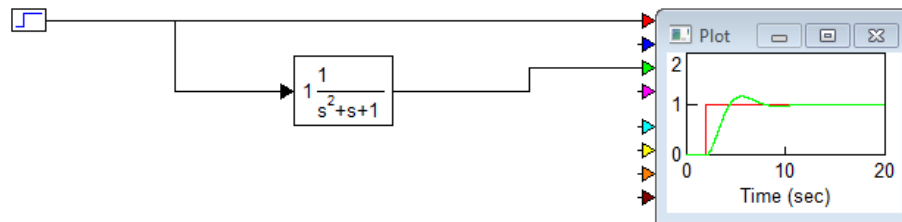
$W2(s) = K * 1/(s^2 + s - 1)$ – тұйық емес жүйенің беріліс функциясы (2-ші БН)

Табу керек: БН-ң орнықтылығын зерттеу.

Есептеу алгоритмі

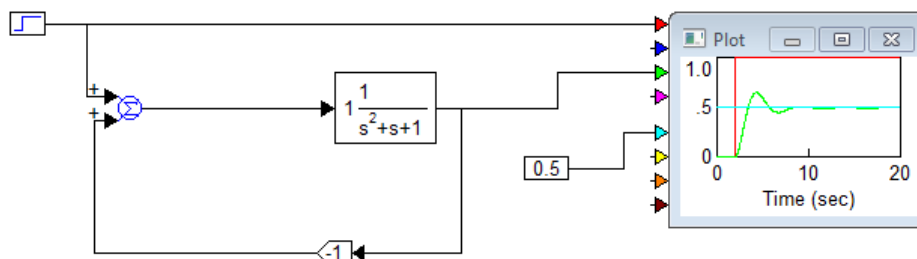
1. Берілген тұйық емес БН-дың өтпелі сипаттамасын алу (график);
2. Тұйық БН құру (кері теріс байланыс қосу) және өтпелі сипаттамасын алу (график);
3. Алынған сипаттама бойынша БН-ң орнықтылығын анықтау;
4. Тұйық БН Найквист критеріін қолданып орнықтылыққа зерттеу (график).

Төмендегі графиктерде осы алгоритм іске асырылған.



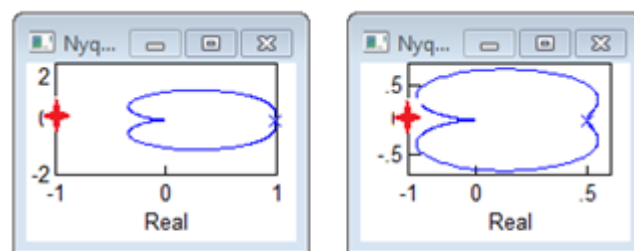
4-сурет. Тұйық емес 1-ші БН-ң өтпелі сипаттамасын алу

Тұйық емес 1-ші БН – Ляпунов критеріі бойынша орнықты (4-сурет).



5-сурет. Тұйық 1-ші БН-ң (кері байланысы бар) өтпелі сипаттамасын алу

Тұйық 1-ші БН – Ляпунов критеріі бойынша орнықты болып саналады (5-сурет).



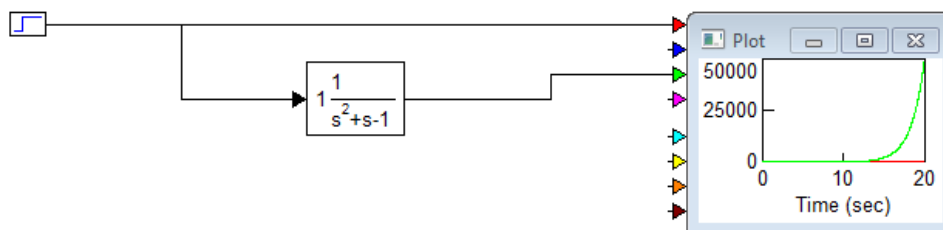
а) Тұйық емес БН годографы

ә) Тұйық БН годографы

6-сурет. Тұйық және тұйық емес 1-ші БН-ң годографы

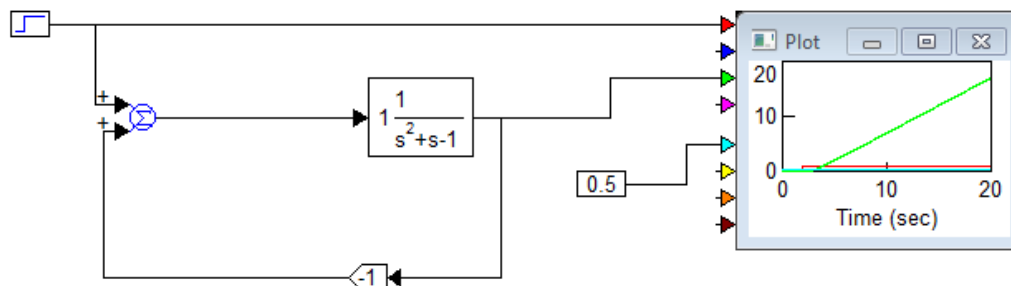
Тұйық және тұйық емес 1-ші БН-ң годографын сызамыз да Найквист критеріінің орындалуын тексереміз. 6-суретте (-1, 0j) нүктесі қызыл жұлдызбен бейнеленген. Тұйық және тұйық емес БН (-1, 0j) нүктесін айналып өтпейтіні айқын көрініп тұр, сондықтан жүйе – орнықты.

Дәл осылай 2-ші БН зерттейміз.



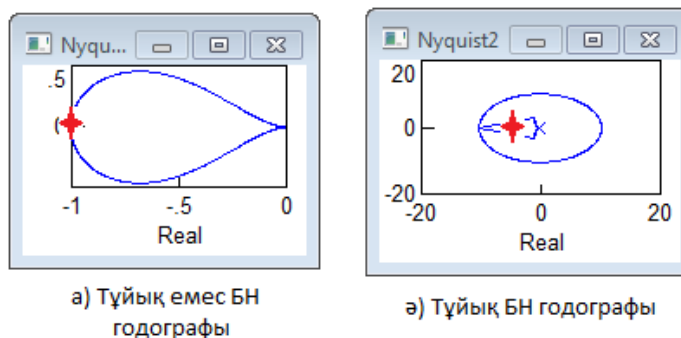
7-сурет. Тұйық емес 2-ші БН-ң өтпелі сипаттамасын алу

Тұйық емес 2-ші БН – орнықты емес екені көрініп тұр (7-сурет).



8-сурет. Тұйық 2-ші БН-ң (кері байланысы бар) өтпелі сипаттамасын алу

Тұйық 2-ші БН – орнықты емес екенін білеміз (8-сурет).



а) Тұйық емес БН
годографы

ә) Тұйық БН годографы

9-сурет. Тұйық және тұйық емес 2-ші БН-ң годографы

Тұйық және тұйық емес 2-ші БН-ң годографын сызамыз да Найквист критеріінің орындалуын тексереміз. 9-суретте $(-1, 0j)$ нүктесі қызыл жұлдызбен бейнеленген. а) тұйық БН – орнықтылық шегінде орналасқан (орнықты), ал ә) тұйық емес БН $(-1, 0j)$ нүктесін айналып өтетіні айқын көрініп тұр, яғни, орнықсыз.

Кез келген жағдайда осылай бола бермейді. Жүйенің пропорционал коэффициентін (П-буын) өзгертсек, тұйық емес орнықты жүйе тұйықталған кезде – орнықсыз болып кетуі мүмкін. Осы жағдайды қарастырамыз.

2 – ш і м ы с а л

Берілгені:

БН –ның беріліс функциясы:

$K1 = 2.5e+06$

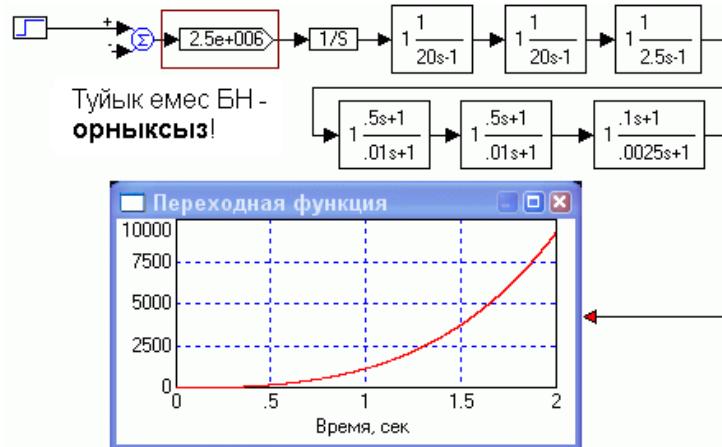
$K2 = 1e+05$

$W3(s) = K1 * 1/S * 1/(20s-1) * 1/(20s-1) * 1/(2.5s-1) * (.5s+1)/(.01s+1) * (.5s+1)/(.01s+1) * (.1s+1)/(.0025s+1)$ – 3-ші БН беріліс функциясы

Табу керек:

БН-ды орнықтылыққа зерттеу.

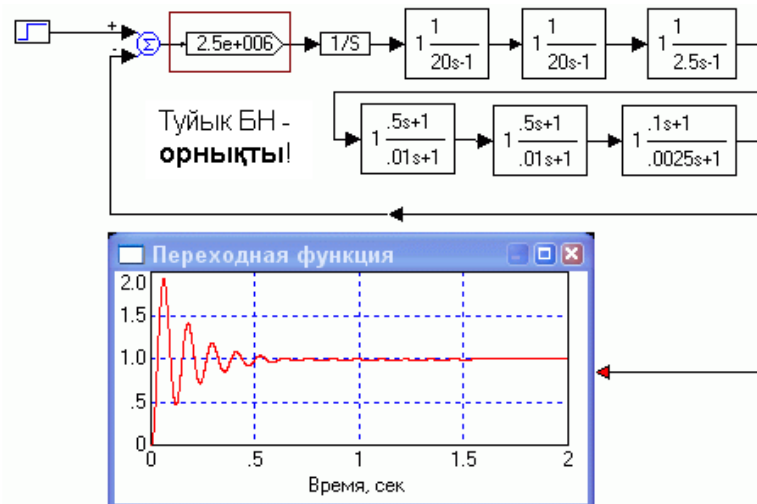
БН-ды талдаймыз: П-буын коэффициенті - $2.5e+06$, И-буын коэффициенті - $[20; 20; 2.5; 0.01; 0.01; 0.0025]$; И-буын бос мүшелері – $[-1; -1; -1; +1; +1; +1]$; Д-буын коэффициенті – $[0.5; 0.5; 0.1]$. Яғни, И-буын бос мүшелер саны – 3.



10-сурет. Тұйық емес БН-ң өтпелі сипаттамасы

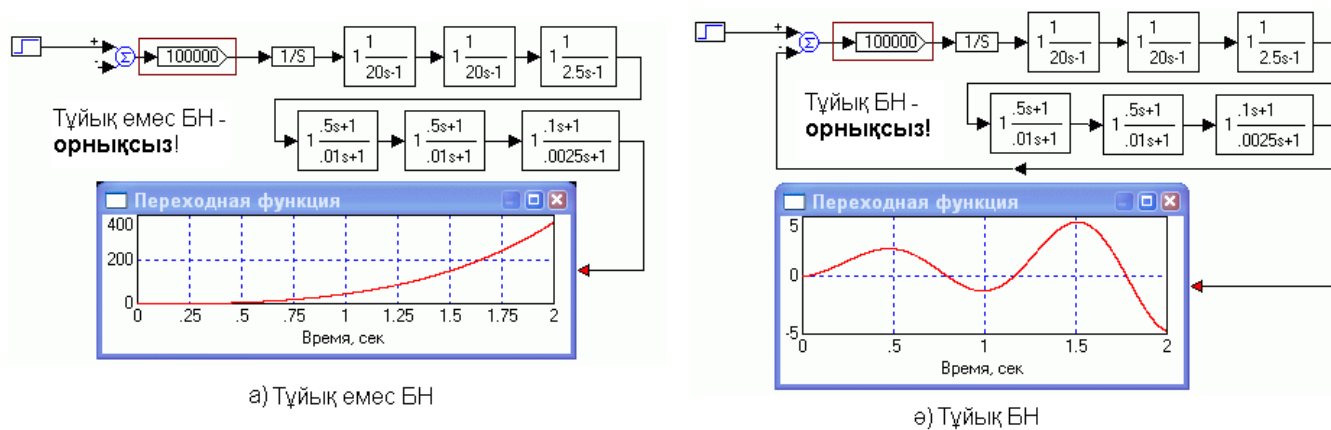
Тұйық емес БН – орнықсыз. Себебі, Стодола ережесіне сәйкес, интегратордан кейінгі алғашқы үш буынның теріс интегралды коэффициенттері бар. Яғни, жүйе құрамындағы осы үш буын тұтас жүйені орнықсыз етіп тұр.

Найквист критеріі бойынша – орнықсыз тұйық емес буынды / БН-ды тұйық етіп өзгертсек, яғни, оған теріс кері байланыс енгізсек, онда ол буын / БН – орнықты жүйеге айналады. $K1 = 2.5e+06$ болған жағдайда БН орнықты болады екен (11-сурет).



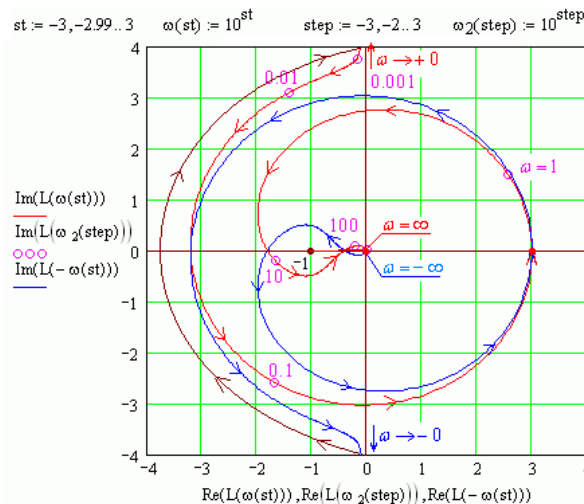
11-сурет. Тұйық басқару нысаны – орнықты

Бірақ, бұл жағдай әрдайым орындала бермейді. Мысалы, егер күшейту коэффициентін $K2 = 1e+05$ деп өзгертсек, онда БН – орнықсыз болады (12-сурет).



12-сурет. Тұйық емес және тұйық БН

Сөйтіп, орнықсыз жүйені орнықты ету (стабилизация) үшін, біріншіден, жүйеге теріс кері байланыс енгіземіз, екіншіден, жүйеге реттеуіш құралдарын енгіземіз. Одан соң Найквист критеріі бойынша тексереміз.



13-сурет. Тұйық және тұйық емес 2-ші БН-ң годографы

БН талдау нәтижесінде оның И-буын бос мүшелер саны 3-ке тең болғандықтан, БН-ң КБК годографы $(-1, 0j)$ нүктесін оң бағытта 3 рет айналады (13-сурет). Нәтижеде тұйық емес БН (қызыл сызық) орнықсыз болғанымен, оған теріс КБ енгізгенде пайда болған тұйық БН (көк сызық) – орнықты болып табылады.

3 – ш і м ы с а л

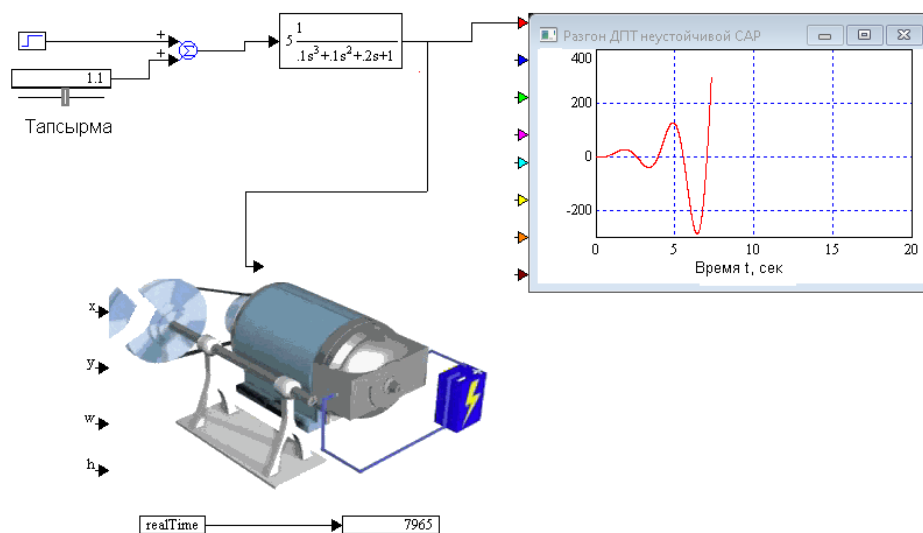
Берілгені:

БН –ның беріліс функциясы:

$K = 5$

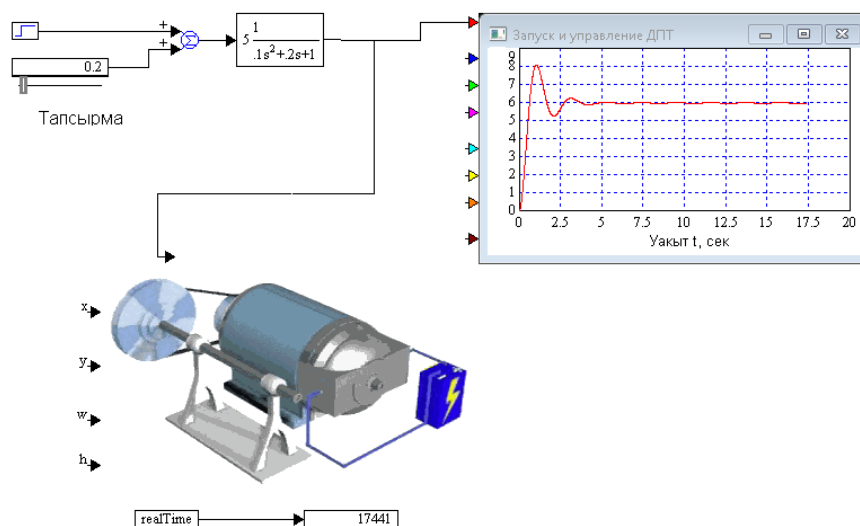
$W4(s) = 5 * 1 / (0.1s^3 + 0.1s^2 + 0.2s + 1)$ – 4-ші БН беріліс функциясы

$W5(s) = 5 * 1 / (0.1 s^2 + 0.2s + 1)$ - 5-ші БН беріліс функциясы



14-сурет. 4-ші БН өтпелі сипаттамасы

4-ші БН (тұйық емес жүйе) - орнықсыз. БН ретінде мотор берілген, ол орнықсыз болғандықтан, жүктемелік дискі сынып кетті (14-сурет).



15-сурет. 5-ші БН өтпелі сипаттамасы

5-ші БН (тұйық емес жүйе) - орнықты. БН ретінде басқа мотор берілген, ол орнықты болғандықтан, жүктемелік дискі бірқалыпты айналып тұр (15-сурет).

Нәтижелер және талдаулар

Бұл жұмыста техникалық басқару нысандардың модельдері сипатталып, бірнеше мысал келтірілген. Атап айтқанда, тұйық және тұйық емес басқару нысанының беріліс функциясы беріліп, оның өтпелі сипаттамасы алынады. Одан соң Найквист критерийін қолдана отырып жүйенің орнықтылығын талдау есебі келтіріледі.

Жүйенің орнықтылығын анықтаудың практикалық маңызы үлкен. Мысалы, психологияда тұлғаның стресс (күйзеліс) жағдайын дұрыс реттеу оған өмірлік қиындықтарға, түрлі жағдайларда орын алатын қысымына қарсы тұруға, денсаулық пен өнімділікті сақтауға мүмкіндік береді.

Техникада жобаланып жатқан құрылғыны алдынала орнықтылыққа тексеріп, оның

эксплуатациялық қасиеттерін анықтау маңызды.

3-ші мысалда екі түрлі БН моделі келтірілген. Нысанның $W4(s)$ беріліс функциясы орнықсыз болғандықтан, өтпелі кезең барысында БН апаттық шағдайға ұшырайды.

Ал, нысанның $W5(s)$ беріліс функциясы орнықты болғандықтан, өтпелі кезең барысында БН бірқалыпты қызмет етіп, нормал эксплуатациялық жағдайды сақтап тұрады.

Мысалда берілген БН орнықтылыққа зерттеліп, келесі тұжырымдалар алынды:

- Егер тұйық емес жүйе – орнықты болса, онда осы жүйеге теріс кері байланыс енгізгенде пайда болған тұйық жүйе де – орнықты болады.

- Егер тұйық емес жүйе – орнықсыз болса, онда осы жүйеге теріс кері байланыс енгізгенде пайда болған тұйық жүйе де – орнықсыз болады.

Қорытынды

Мақалада келтірілген бес есепте басқару жүйесінің орнықтылығы зерттелген. Таңдау критеріі ретінде графоаналитикалық Найквист критеріі алынған, себебі:

- графоаналитикалық әдістердің көрнекілігі жоғары және қарапайым интерпретация береді,

- алгербалық теңдеуді шешпей-ақ орнықтылықты анықтау мүмкін.

Найквист критеріі бойынша орнықтылықты анықтауда жүйенің амплитудалық-фазалық сипаттамалары (годограф) алынып, қорытынды жасалады.

Жұмыста пайдаланылған моделдерді медицинада, психологияда, экономикада, техникада, т.с.с көптеген салаларда кездесетін басқару есептерін шешуде пайдалануға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Емельянов С.В., Коровин С.К., Ильин А.В., Фомичев В.В., Фурсов А.С. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости - Физматлит, 2013. — 200 с.

2. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости. М.: Ленанд, 2022.

3. Федосов Б.Т. Задания и методические указания к выполнению курсовой работы на тему: Анализ и оптимизация системы автоматического регулирования. Рудный, 2004.

4. M. Amin, C. Zhang, A. Rygg, E. Unamuno, M. Molinas, and M. Belkhatat. Nyquist Stability Criterion and its Application to Power Electronic Systems // Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, John Wiley & Sons (pp.1-22). 2019.

5. Александров А., Тихонов А.. Анализ устойчивости механических систем с существенно нелинейными позиционными силами при наличии распределенного запаздывания // Автоматика и телемеханика, № 1, С.3-22. 2023.

6. Tikhonov A.A. Natural magneto-velocity coordinate system for satellite attitude stabilization: The concept and kinematic analysis // J. of Applied and Computational Mechanics. V. 7. No. 4. P. 2113–2119. 2021.

7. Александров А.Ю., Тихонов А.А. Анализ устойчивости механических систем с распределенным запаздыванием на основе декомпозиции // Вестник СанктПетербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. Т. 17. Вып. 1. С. 13–26. 2021.

8. Мельникова М. Психология стресса: теория и практика: учебно-методическое пособие / М. Л. Мельникова - Екатеринбург, 2018.

9. Umarova A., Umarov A. *State of psychological stress from the point of view of control theory*// II international scientific conference «The modern vector of the development of science», Tokyo. Japan. January 2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7560026>

10. Кубиддинова Р.А. Психология стресса (виды стрессовых состояний, диагностика, методы саморегуляции): учебно-методическое пособие. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2019. – 124 с.

МАЗМҰНЫ

МАТЕМАТИКА

БАКАНОВ Г.Б.

МЕЛДЕБЕКОВА С.К.

Гиперболалық теңдеу үшін дискретті кері есептің қойылымы, дискретті тура және көмекші дискретті есептер шешімінің қасиеттері

7-18

САПИЕВ Б.С.

МУРАТБЕКОВА М.А.

Жазық фигуралардың ауданын есептеуде геометрия қосымшасын қолданудың ерекшеліктері

19-31

ФИЗИКА

МЕЙРБЕК А.Н.

ШЕКТІБАЕВ Н.Ә.

Заманауи оқыту технологияларын пайдалана отырып, физика пәні бойынша сыныптан тыс оқыту шеңберіндегі экологиялық жобаларды әзірлеу

32-42

ХАЛИК С.Ш.

КУРБАНБЕКОВ Ш.Р.

Электролит-плазмалық өңдеу процесінде бу-газ қабығының вольт-амперлік характеристикасын модельдеу

43-52

ИНФОРМАТИКА

УМАРОВА А.А.

ШУКЕНОВА Г.А.

УМАРОВ А.А.

Найквист критерийін қолданып басқару нысанының орнықтылығын талдау

53-64

МАЗМҰНЫ

65-67

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

БАКАНОВ Г.Б.

МЕЛДЕБЕКОВА С.К.

Дискретная обратная задача для гиперболического уравнения, свойства
решения дискретной прямой и дискретной вспомогательной задач

7-18

САПИЕВ Б.С.

МУРАТБЕКОВА М.А.

Особенности применения приложения geogebra при расчете площади
плоских фигур

19-31

ФИЗИКА

МЕЙРБЕК А.Н.

ШЕКТИБАЕВ Н.А.

Разработка экологических проектов в рамках внеклассного обучения по
физике с использованием современных технологий обучения

32-42

ХАЛИК С.Ш.

КУРБАНБЕКОВ Ш.Р.

Моделирование вольт-амперных характеристик парогоазовой оболочки в
процессе электролитно-плазменной обработки

43-52

ИНФОРМАТИКА

УМАРОВА А.А.

ШУКЕНОВА Г.А.

УМАРОВ А.А.

Анализ устойчивости объекта управления с использованием критерия
Найквиста

53-64

СОДЕРЖАНИЕ

65-67

CONTENT

MATHEMATICS

BAKANOV G.B.

MELDEBEKOVA S.K.

Discrete inverse problem for a hyperbolic equation, properties of the solution to a discrete direct and auxiliary discrete problems 7-18

SAPIYEV B.S.

MURATBEKOVA M.A.

Features of using the geogebra application in calculating the area of flat figures 19-31

PHYSICS

MEYRBЕК A.N.

SHEKTIBAYEV N.A.

Development of environmental projects within the framework of extracurricular physics education using modern learning technologies 32-42

KHALIK S.SH.

KURBANBEKOV SH.R.

Simulation of voltage characteristics of vapor-gas shell during electrolyte-plasma treatment 43-52

COMPUTER SCIENCE

UMAROVA A.A.

SHUKENOVA G.A.

UMAROV A.A.

Stability analysis of the control object using the Nyquist criterion 53-64

CONTENT 65-67

**Қ.А. ЯСАУИ АТЫНДАҒЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚАЗАҚ-ТҮРІК УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРЛАРЫ
(МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА СЕРИЯСЫ)**

Редакцияның мекен-жайы:

*161200, Қазақстан Республикасы, Түркістан қаласы,
Б. Саттарханов даңғылы, 29В, ректорат, 404 бөлме.*

Байланыс тетіктері: 8 (725-33) 6-38-26 (19-60) e-mail: ayu-habarlari@ayu.edu.kz

Ғылыми редакторлар:

Қошанова М.Д., Жунисов Н.М.

Жауапты хатшы: Ахметова Ж.

Техникалық редактор: Тоқтасын А.

Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді.

Мақала мазмұнына автор жауап береді.

Қолжазбалар өңделеді және авторларға қайтарылмайды.

Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің хабарлары
(математика, физика, информатика сериясы) журналына жарияланған материалдарды сілтемесіз
көшіріп басуға болмайды.

30.06.2024 ж. баспаға жіберілді

Журнал Қожжа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің

«Тұран» баспаханасында көбейтілді.

Қағаздың пішімі: 70x100. Қағазы офсеттік А4.

Офсеттік басылым. Шартты баспа табағы 6.

Таралымы 110 дана. Тапсырыс 145.