

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

МАТЕМАТИК, 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 №4 (23), 2022

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 Ясауи*

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 (23) 2022 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/

ФИЗИКА

ЭОЖ 669.1;
МҒТАР 81.09.03

<https://doi.org/10.47526/2022-4/2524-0080.01>

Г.М. ӘБДІҚАДЫР¹, Н.А. ШЕКТИБАЕВ²

¹*Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің магистранты
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: bakirova.1399@inbox.ru*

²*PhD, Қожа Ахмет Ясауи атындағы
Халықаралық қазақ-түрік университетінің аға оқытушысы
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: nurdaulet.shektibaev@ayu.edu.kz*

Сu-Mn ЖҮЙЕСІНІҢ ЖОҒАРЫ ДЕМПФЕРЛЕНГЕН ҚОРЫТПАЛАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта технологияның қарқынды дамуы, жылдамдықтың артуы және машиналар мен жабдықтардың қуаттылығы артып жатыр. Бұл зиянды шу мен дірілдің өсуіне әкеледі, бұл еңбек жағдайына теріс әсер етеді. Зиянды шу мен дірілді азайтудың жоғары тиімді әдістерінің бірі демпферлік материалдарды пайдалану болып табылады. Осы материалдар тобына марганец-мыс жүйесінің қорытпалары жатады. Кейбір жағдайларда бұл әдіс шуды азайтудың жалғыз мүмкін әдісі болып табылады. Сондықтан жаңа материалдарды әзірлеу және зерттеу, жаңа мүмкіндіктер бере отырып, оларды қолдану өзекті болып табылады.

Зерттеу барысында рентгенофлуоресцентті спектроскопия әдісі, қатты емес үйкеліс кезінде материалдың тозуға төзімділігін сынау, гомогенизациялау әдісі, микроқұрылымды зерттеу әдістері қолданылды.

Mn-Cu-Ni-Al жүйесінің төрттік қорытпаларында ыдырау процестерін бәсеңдететін никельдің әсерін никель мен алюминийдің 2:1 қатынасында алюминиймен теңестіруге болатыны анықталды. Ni-Al фазасының қалыптасуы қорытпаны одан әрі күшейте алатыны белгілі болды. Циркониймен легирленген қорытпаның тозуға төзімділігіне сынақтардың алынған нәтижелері, Mn-Cu негізіндегі жаңа қорытпаларды игеруде әрі қарай зерттеулер жүргізуге негіз берді.

Термоөңдеуден бұрын және кейін қорытпаның құрылымы зерттелді, химиялық құрамы анықталды, қаттылық пен микроқаттылық өлшенді, тозуға төзімділік коэффициенті анықталды. Нәтижелер құрылымдық материалдар саласындағы одан әрі даму бағытын анықтау үшін қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: мыс, марганец, қорытпа, қорытпалар құрылымы, қорытпалар қасиеттері, демпферлік қабілеттілік, салыстырмалы тозуға төзімділік.

G.M. Abdikadyr¹, N.A. Shektibaev²

¹*Master's Student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: bakirova.1399@inbox.ru*

²*PhD, Senior Lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: nurdaulet.shektibaev@ayu.edu.kz*

Investigation of the structure and properties of highly damped alloys of the Cu-Mn system

Abstract. Currently, there is a rapid development of technology, an increase in speed and an increase in the power of machinery and equipment. This leads to an increase in harmful noise and vibration, which negatively affects working conditions. One of the highly effective ways to reduce harmful noise and vibration is the use of damping materials. Alloys of the manganese-copper system belong to this group of materials. In some cases, this method is the only possible noise reduction method. Therefore, the development and study of new materials, the provision of new opportunities, their application is relevant.

In the course of the study, methods of X-ray fluorescence spectroscopy, tests for the wear resistance of the material under unsteady friction, the method of homogenization, methods of microstructure research were used.

It has been found that in quaternary alloys of the Mn-Cu-Ni-Al system, the effect of nickel slowing down the decomposition processes can be balanced with aluminum in a nickel-aluminum ratio of 2:1. It is known that the formation of the Ni-Al phase can further strengthen the alloy. The obtained results of tests on the wear resistance of the zirconium-doped alloy provided the basis for further research in the development of new Mn-Cu-based alloys.

Before and after heat treatment, the alloy structure was studied, the chemical composition was determined, hardness and microhardness were measured, and the coefficient of wear resistance was determined. The results can be used to determine the direction of further development in the field of structural materials.

Keywords: copper, manganese, alloy, structure and properties of alloys, damping ability, relative wear resistance.

Г.М. Әбдікадыр¹, Н.А. Шектибаев²

*¹магистрант Междунaродного казахско-турецкого университета
имени Ходжи Ахмеда Ясауи*

(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: bakirova.1399@inbox.ru

²PhD, старший преподаватель

*Междунaродного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясауи
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: nurdaulet.shektibaev@ayu.edu.kz*

Исследование структуры и свойств высокодемпфированных сплавов системы Cu-Mn

Аннотация. В настоящее время происходит быстрое развитие технологий, увеличение скорости и увеличение мощности машин и оборудования. Это приводит к усилению вредного шума и вибрации, что негативно сказывается на условиях труда. Одним из высокоэффективных способов снижения вредного шума и вибрации является использование демпфирующих материалов. К этой группе материалов относятся сплавы марганцево-медной системы. В некоторых случаях этот метод является единственным возможным методом шумоподавления. Поэтому разработка и изучение новых материалов, предоставление новых возможностей, их применение является актуальным.

В ходе исследования использовались методы рентгенофлуоресцентной спектроскопии, испытания на износостойкость материала при нетвердом трении, метод гомогенизации, методы исследования микроструктуры.

Установлено, что в четвертичных сплавах системы Mn-Cu-Ni-Al влияние никеля, замедляющего процессы разложения, можно уравновесить с алюминием в соотношении никеля и алюминия 2:1. Известно, что образование фазы Ni-Al может еще больше укрепить сплав. Полученные результаты испытаний на износостойкость сплава, легированного цирконием, дали основание для дальнейших исследований в разработке новых сплавов на основе Mn-Cu.

До и после термообработки изучалась структура сплава, определялся химический состав, измерялись твердость и микротвердость, определялся коэффициент износостойкости. Результаты могут быть использованы для определения направления дальнейшего развития в области конструкционных материалов.

Ключевые слова: медь, марганец, сплав, структура и свойства сплавов, демпфирующая способность, относительная износостойкость.

Кіріспе

Қолданыстағыдан негізінде өзгеше техникалық тоқтам үшін, сапа жағынан жаңа бұрын соңды болмаған материалдарды жасап шығару. Мысал үшін электрлік және магниттік жүйедегі жаңа буын ойлап табу үшін жоғары температурадағы асқан өткізгіштікті қолдану, оптикалық компьютер үшін микрондық жартылай өткізгіштік лазерлер жасау тағы да басқа көптеген жаңа техниканың жетістігін пайдалану.

Бұл саланы дамыту үшін, машина мен механизмдердің шу мен зиянды тербелісімен күресуіне арналған материалдарды жасау және қолдануға ең көлемді түрде кірісу керек.

Қазіргі жағдайда бұл мәселені шешу үшін:

- Конструкциялық демпферлеу – шу мен зиянды тербеліс деңгейін төмендететін машина мен механизмнің арнайы конструкциясын жасау. Бірақ бұл әдіс конструкцияны аса күрделендіруге, бағасын жоғарылатуға, ең негізгісі, көп жағдайда проблеманы шеше алмайды.

- Материалдарды іріктеу арқылы демпферлеу – яғни конструкцияға таңбасы өзгеріп отыратын кернеу энергиясын жұтуға жоғарғы қасиеті бар, мысалы резина, пластик сияқты материалдарды ендіру және т.с.с. Өкінішке орай, бұл әдісті қолданудың шегі бар басқаша айтатын болсақ қолдану алабы өте кішкентай, себебі бұл көрсетілген материалдар керекті конструкциялық қатандыққа төзе алмайды.

- Пассивті демпферлеу – таңбасы өзгеріп отыратын кернеу энергиясын ішінде жұту деңгейі жоғары болатын жаңа конструкциялық материалдардан машиналар мен механизмдерді жасау. Айдан анық, бұл көзқарас өте перспективті себебі, пайда болған шу мен зиянды тербелістерден қорғануды қарастырмайды, шу мен зиянды тербелістерді шығармайтын, болдырмайтын машина мен механизмдерді жасап шығарады.

Жоғағы демпферлік қасиеті бар қорытпалар, конструкциялық қорытпалардың жаңа класы ретінде, қазіргі демпферлік қасиетті материалдардан принципіалды түрде айрмашылығы бар материалдарды жасау, құрал-саймандардың шулық және тербелістік сипатын жақсарту мақсатында традициялық конструкциялық материалдарды алмастыру үшін қолдануға болады

Жоғары демпферлік қасиеті бар қорытпалар көпшілікке арналған жаңа материал болғандықтан, жоғарғы демпферлік және механикалық қасиеттерінен басқа тағы екі шартқа ие болуы қажет.

- Қорытпалар жоғарғы технологиялық сипатты болуы және стандартты металлургиялық өңдеу әдісіне оңай көнуі керек – ковқаға, ыстық және суық прокатқаға, тағы басқа да металлургиялық өңдеуге келуі керек.

- Қорытпалардың құны жоғары болмау керек және бұл қорытпалардың негізі оңай қол жеткізетін металдардан болуы қажет.

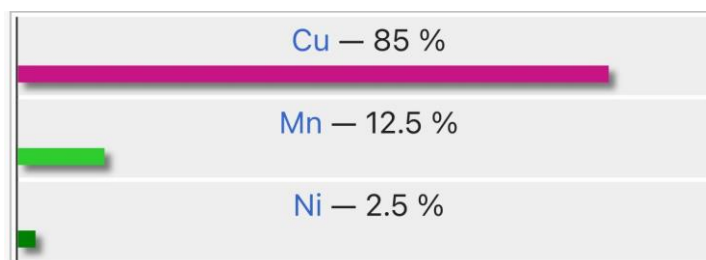
Қазіргі кездегі бар материалдарды сараптағаннан, жоғарыда айтылған шарттарға толық жауап бере алатын екі класты метал материалдары бар – олар магнитомеханикалық демпферлік қасиеті бар ЖДҚҚ-лар және мартенситтік өтімділігі бар қорытпа негізіндегі ЖДҚҚ-лар.

Жоғары демпферлік қасиеті бар қорытпалар ішінде заманауи конструкциялық материалдардың базасын құрауда ерекше орын алатыны, олар мартенситті класты қорытпалар.

Қазіргі уақытта марганец-мыс жүйесінің қорытпалары циклдік жүктеме жағдайында жұмыс істейтін құрылымдарды өндіруде сұранысқа ие. Марганец-мыс жүйесінің қорытпалары қасиеттерінің бірегей үйлесімі арқасында басқа қорытпалар арасында ерекше орын алады. Марганец-мыс қорытпалары басқа жүйелердің қорытпаларының арасында кездеспейтін өте құнды физикалық-механикалық қасиеттер жиынтығына ие, бұл олардың бірқатар салалар үшін маңызды техникалық маңыздылығын анықтайды. Олар деформациялардың шағын және маңызды амплитудаларында жоғары демпферлік қабілетімен сипатталады ($\psi = 7 - 10\%$ $\gamma = 1 \cdot (10 - 6 - 10 - 7)$; $\psi = 30 - 40\%$ кезінде $\gamma = 1 \cdot 10 - 3$), сондай-ақ жеткілікті беріктік ($\sigma_b \approx 350 - 500$ МПа) жақсы пластикалық ($\delta \approx 20 - 30\%$), жоғары электр кедергісі, төмен, ал кейбір қорытпалар үшін тіпті электр кедергісінің теріс температуралық коэффициенті, төмен жылу өткізгіштік және магнитті емес [1, 376].

Марганец-мыс қорытпаларының сипаттамалары қорытпаның құрылымына, химиялық құрамына және өндіру технологиясына, сонымен қатар термиялық өңдеуге байланысты. Марганец құймалары айқын дендритті құрылыммен сипатталады, ол жер және инвестициялық құймаларда ірірек, ал салқындатылған құймаларда жұқа болады [2, 216].

Манганин – марганец (11,5-13,5 %) және никель (2,5-3,5 %) қосылған мыс негізіндегі дәл қорытпа (шамамен 85%).



1-сурет – Манганин қоспасының құрамы

Қорытпаны ашушы туралы ғылым тарихшыларының ортақ пікірі жоқ.

Ағылшын тіліндегі әдебиеттерде манганинді алғаш рет американдық өнертапқыш Эдвард Вестон Германияда ойлап тапқан константан деп аталатын қорытпаның теріс ТКС-ін тапқан деп хабарлайды. Осы зерттеу негізінде манганин ойлап тапты. Қосулы химиялық құрам және резисторлардың кедергісі температураға тәуелді емес дәл электр өлшеу құралдарының резисторлары үшін материал ретінде өнертапқыш патент алды 1888 жылы патентте 70% мыс пен 30% марганецтен тұратын қорытпа сипатталған (оны төмендету үшін ферромарганецпен ауыстыру ұсынылады). Өнертапқыш оны «№3 қорытпа» деп атады, бірақ ол жаңа материалдан сым жасауға тапсырыс берген неміс өндірушілері оған өзінің «Манганин» атауын берді, оның астында ол кеңінен танымал болды.

Неміс тілді және отандық әдебиеттерде неміс ғалымдары мен өндірушілерінің қорытпасын ойлап табудағы басымдық туралы мәлімдеме басым. Осы нұсқа бойынша манганинді 1889 жылы немесе 1892 жылы Императорлық физика-техникалық институттың қызметкерлері Карл Фойзнер мен Стефан Линдек isabellenhütte heusler компаниясымен бірлесіп зерттеу жүргізген. Manganin® сауда маркасына құқықтар Isabellenhütte Heusler компаниясына берілді. Кейбір дереккөздер Фойзнер мен Линдектің өз жұмыстарында Вестонның нәтижелеріне сүйенгенін көрсетеді, бірақ көптеген дереккөздерде мұндай сілтемелер жоқ.

Ол өлшеу техникасында қосымша резисторлар мен шунттарды жасау үшін кеңінен қолданылады (электр өлшеу құралдарының бөлігі немесе тәуелсіз өнім түрінде). Электр кедергісі манганиннен жасалады, мысалы, қарсылық дүкендері.

Бұл қосымшаларда манганиннің константанға қарағанда айтарлықтай артықшылығы бар-манганин мыспен (1 мкВ/К аспайтын) жұпта өте аз термоэдске ие, сондықтан жоғары дәлдіктегі аспаптарда немесе өте аз кернеулерді өлшеуге арналған аспаптарда тек манганин қолданылады. Сонымен қатар, манганин, константаннан айырмашылығы, құрамында қышқылдар, аммиак булары бар атмосферадағы коррозияға қарсы тұрақсыз, сонымен қатар ауа ылғалдылығының өзгеруіне сезімтал.

Легірлеуші элементтер марганец-мыс күй диаграммасындағы тепе-теңдік сызықтарының жағдайына да, осы жүйенің қорытпаларын термиялық өңдеу кезіндегі фазалық түрленулердің кинетикасына да айтарлықтай әсер етеді [1, 88-б.].

Цирконий сирек кездесетін металл және алғаш рет 1824 жылы ғана оқшауланған. Сонда ғана XX ғасырда қоспасыз таза цирконий алу мүмкін болды. Цирконий коррозияға төзімділігі жоғары болғандықтан қара және түсті металлургияда легірлеуші элемент ретінде жиі қолданылады. Цирконийдің мыспен қорытпалары беріктігі мен электр өткізгіштігінің жоғарылауымен сипатталады.

Құрамында 2,5% Fe-ге дейінгі темірмен легирленген марганец-мыс қорытпалары дендритті құрылымды көрсетеді және жаңа құрылымдық өзгерістерді көрсетпейді [3, 523-б.].

Mn-Cu-Ni-Al жүйесінің төрттік қорытпаларында ыдырау процестерін бәсеңдететін никельдің әсерін никель мен алюминийдің 2:1 қатынасында алюминиймен теңестіруге болады. Ni-Al фазасының қалыптасуы қорытпаны одан әрі күшейте алады. Қатты ерітінділер түзбейтін элементтермен және марганец-мыс қорытпаларының негізгі компоненттерімен химиялық қосылыстармен легірлеу, матрицадағы құрылымдық өзгерістердің табиғаты мен кинетикасына әсер етпесе де, қорытпа құрылымының табиғатын айтарлықтай өзгертуі мүмкін [1, 91-б.].

Марганец-мыс жүйесінің үлкен практикалық маңызы бар, өйткені бұл жүйенің көптеген қорытпалары маңызды қасиеттерімен ерекшеленеді. Бұл жүйе бойынша шолу жұмысын Дин, Лонг, Гранхэм, Поттер және Хейс жүргізді [4].

Льюистің алғашқы жұмыстарында минимум ликвидус қисығында n , u ~50% Mn табылды; автор солидус сызығы шамамен 50-ден 80% Mn-ге дейін көлденең болады деп ұсынды. Вологдиннің айтуынша, құрамында 80% Mn бар қорытпаның ликвидациялық сызығы минимум емес, максимумға ие. Минимум, оның пікірінше, құрамында 90% Mn бар қорытпаға сәйкес келеді. Жемчужный, Уразов және Руковский дендритті сегрегацияны азайтумен айналыса отырып, ~30% Mn ликвидус қисығында минимумды тапты және бұрынғы зерттеушілерге қарағанда, солидус пен ликвидус арасындағы өте аз алшақтықты тапты. Замен Льюистің нәтижелеріне сәйкес келетін нәтижелерді жариялады. Ишивара 35 және 75% арасында эвтектикалық горизонталь болуын ұсынды. Бұл Льюис пен Ауыстыру деректеріне қайшы келмейді және оны кейінірек Брониевский мен Жаслан растады [5].

Марганец-мыс қорытпаларының қасиеттері негізінен АҚШ тау-кен комитетіндегі әріптестердің егжей-тегжейлі зерттеу нысаны болды және электрлік және механикалық қасиеттердің шектен тыс тәуелділіктері табылды [6].

Барлық келтірілген жұмыстарда қорытпаларды дайындау үшін қолданылатын марганецтің тазалығы төмен болды. Жоғары тазалықтағы қорытпаларды алғаш зерттеу Пирсонның жұмысы болды. Ол рентгендік дифракция әдісін пайдаланған.

Сонымен қатар, неміс компаниясы Isabellenhütte Heusler GmbH & Co.KG мыс пен марганец негізіндегі дәл Noventin қорытпасын жасады. Новентиннің меншікті кедергісі 90 МОм×см, ол Isaohm қорытпасының (133 МОм×см) және Манганин қорытпасының (43 МОм×см) меншікті кедергісінің мәндері арасында орналасқан. Нәтижесінде Noventin

қорытпасы төмен температураға тәуелділіктің кедергісін қамтамасыз ететін артықшылықтарға ие ($\pm 20 \text{ ppm/K}$ 20°C -тан 50°C -қа дейінгі температура диапазонында).

Бұл қорытпа ұзақ мерзімді тұрақтылыққа ие және мысқа қатысты термоздс мәні төмен ($\text{EMF} + 20^\circ\text{C}$ кезінде $\pm 0,3 \text{ мкВ/к}$ құрайды). Мысты байланыс материалы ретінде жиі қолданатындықтан, соңғы артықшылық ұзақ жолға түседі, өйткені ол температура айырмашылығынан болатын зақым токтарын болдырмайды. Мыс-марганец қорытпалары төмен балқу нүктелері, жоғары икемділік деңгейі, механикалық тұрақтылық және коррозияға төзімділік сияқты жақсы технологиялық қасиеттеріне байланысты көптеген жылдар бойы әртүрлі салаларда қолданылып келеді. 19 ғасырдың аяғында мыс пен марганец негізіндегі Isabellenhütte Heusler компаниясы жасаған Manganin қорытпасы осы уақытқа дейін жоғары дәлдіктегі қарсылықтар үшін ең танымал қорытпалардың бірі болып қала береді.

Isabellenhütte heusler GmbH компаниясы & Co.KG өзінің сынақ орталығында тұтынушылардың талаптарына сәйкес металл қорытпаларының кең ассортиментін шығарады. Компанияның сынақ орталығы тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды және әртүрлі әзірлемелерді орындау процестерінде, тәжірибелік үлгілер мен прототиптерде, сондай-ақ арнайы қолдану салаларында пайдалануға арналған аз мөлшерде қорытпалар жасауға арналған.

Компания мамандары салмағы 100 г-нан 25 кг-ға дейінгі партияларда қорытпалар шығаруға дайын. сынақ орталығында әртүрлі атмосферада немесе вакуумда балқу процестерін жүргізуге арналған жабдық бар. Сонымен қатар, бұл сынақ орталығы термиялық өндеудің кең спектрін және металл қорытпаларының әртүрлі қималы сыммен немесе таспамен үйлесімін қалыптастыру мүмкіндіктерін ұсынады. Тапсырыс берушінің өтініші бойынша компания материалдарды олардың электрлік, механикалық және металлургиялық сипаттамаларын ескере отырып профильдейді. Жоғары сапалы заманауи аналитикалық сынақ жабдықтарымен жабдықталған сынақ орталығының арқасында isabellenhütte heusler GmbH компаниясы & Co.KG түсті металл қорытпалары саласындағы жоғары деңгейлі сарапшы ретінде орналастырылған. Компанияның сонымен қатар EN17025 сәйкес Deutscher kalibrierdienst (DKD) неміс тексеру қызметімен аккредиттелген өзінің тексеру зертханасы бар.

Зерттеудің мақсаты: цирконий, никель, темір, алюминиймен легіріленген қорытпаның қасиеттерін зерттеу. Нәтижелерді әдеби деректермен салыстыру, құрамы мен термоөндеуіне байланысты құрылымы мен қасиеттерінің өзгеру заңдылықтарын зерттеу құрылымның жұмыс жағдайына байланысты пайдалану үшін жаңа қорытпалар жасау туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- қорытпаның химиялық құрамын анықтау;
- қорытпаның микроқұрылымын зерттеу;
- қаттылық пен микроқаттылықты өлшеу; салыстырмалы тозуға төзімділігін анықтау.

Зерттеу әдістері

Қорытпа кристалының микроқұрылымын зерттеу әдісі:

Қарастырылып отырған жоғарғы демпферлік қасиеті бар қорытпалардың кристалдық және магниттік құрылымын кристалқұрылымдық анализді тікелей, нейтронографиялық, рентгенографиялық әдістермен зерттеп қорытпа құрылымдары туралы мәліметтерді алып, электронмикроскопиялық зерттеу толық қарастырылмаған. Сол бағытта жұмыс істеу үшін, қойылған мақсатымызға жету үшін микроструктуралық зерттеулерді электрондық микроскопта жүргізу керек. Сонымен қатар нейтронографиялық зерттеуде бірқатар кемшіліктер болады, ол ең алдымен, спектр интенсивтілігінің анықтау қасиетінің төмендігі, мен алғашқы нейтрон шоқтарының интенсивтілігінің аздығы болып келеді. Оның үстіне

фазалық құрамы мен жұқа кристалдық құрылымын әдеттегіше рентгенографиялық әдісті қолданады.

Осының бәрі жоғары демпферлік қасиеті бар қорытпалардың құрылымының қалыптасуы мен демпферлік қасиетінің арасындағы байланысты көрсетіп бере алмайды. Осы сияқты мақсатқа жету жолындағы мәселені шешу үшін, яғни демпферлік қорытпалардың проблемаларын шешу барысында мартенсит фазасының морфологиясын зерттеу керек, сонымен қатар деформацияға түскен құрылымның ерекшеліктерін зерттеу жарық өтетін электронды микроскопты қолдану әдісін пайдалануды қажет етеді. Бұл әдіс материалдың құрылымын көрнекі етіп демпферлік механизмді түсіндіруге тиынақты қорытынды жасап өз үлесін қосады.

Электронномикроскопиялық зерттеу әдісі:

Қорытпалардың жұқа микроқұрылымдарын зерттеу, сонымен қатар қорытпалардағы түрлі деформациялық, термомеханикалық және термиялық сыртқы, ішкі әсерлердің қорытпа қасиеттеріне тигізетін өзгерістерін жарықты өткізетін (просвечивающей) үдеткіш кернеуі 120 кВ болатын Tesla BS – 540 электронды микроскоппен жүргізіледі.

Демпферлік қасиетті өлшеу әдісі:

Қорытпалардың демпферлік қасиетін зерттеу, олардың тербелістерінің логарифмдік декрементін өлшей арқылы орындалады.

Зерттеу объектісі марганец-мыс қорытпасының үлгілері темірмен, алюминиймен легирленген. Химиялық құрамы EDX-900HS рентгендік флуоресцентті энергия-дисперсиялық спектрометр көмегімен анықталынды.

Микроқұрылым NEOPHOT-21 микроскопының көмегімен зерттелді. Үлгілер кесілген диаметрі 20 мм, биіктігі 12 мм дайындамаларды. Содан кейін үлгілердің кесінділері механикалық тегістеу, содан кейін жылтырату арқылы жасалды. Жылтырату тегіс айна бетін жасау процесінің соңғы кезеңі болды. Мұндай бетті алу металлографиялық талдау жүргізудің қажетті шарты болып табылады.

Жіңішке кесінділерді жасаудың соңғы кезеңі химиялық ойып алу болды. Ол құрылым анықталғанша үлгіні реагентпен сұрту арқылы жүргізілді. Кейін ойып алынғаннан кейін үлгі ағынды сумен, содан кейін спиртке жуылады және кептіріледі [7, 152-б.].

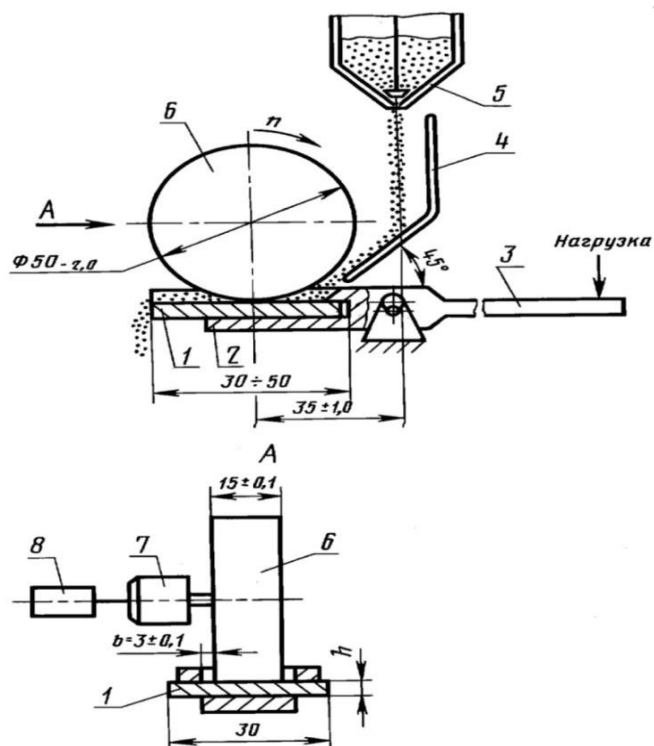
Дендриттердің гетерогенділігін жою және қасиеттерін жақсарту үшін жоғары температурада гомогенизациялау жасыту қолданылды.

Тозуға төзімділік сынақтары ГОСТ 23.208-79 «Әдіс борпылдақ бекітілген абразивті бөлшектерге қарсы үйкеліс кезінде материалдың тозуға төзімділігін сынау» [8].

Сынақтар сынақ үлгісіне қарсы басылған резеңке роликтің көлденең осі айналасында айналуы қамтамасыз ететін 2-суретте көрсетілген қондырғыда жүргізілді. Абразивті материал ролик пен үлгі арасында үздіксіз беріледі. Тозуға төзімділік көрсеткіші сыналғанға дейін және одан кейін үлгіні өлшеу, зерттелетін үлгі мен эталонның салмақ жоғалтуының орташа арифметикалық мәнін анықтау нәтижелері бойынша жасалады.

Құрамында марганеці жоғары марганец-мыс қорытпаларының ерекше демпферлік қабілеті бар, оны Дин, Поттер, Губер және Лукенс зерттеген.

Демпферлік қабілеттілік максималды деформация кезінде үлгідегі серпімділік энергиясына деформация (тербеліс) цикліндегі энергия тұрақтысының қатынасы (пайызбен) арқылы көрсетіледі. Сөндірілген күйде марганец құрамында ~75% дейін демпферлік қабілеттілік төмен болады, содан кейін айтарлықтай артады. Пешпен суытылатын қорытпаларда демпферлік қабілеттілік 40% Mn дейін өсе бастайды, содан кейін құрамына қарамастан өзгереді, бірақ содан кейін ~80% Mn құрамында максималды мәнге (17,5%) ие болады [9].



2-сурет – Орнату схемасы: 1 – үлгі; 2 – үлгі ұстаушы; 3 – рычаг; 4 – бағыттаушы науа; 5 – мөлшерлеуші құрылғы; 6 – резеңке ролик; 7 – жетек

Тербелісті тудыратын бастапқы қолданылған орташа кернеу артқан сайын демпферлік сыйымдылық айтарлықтай артты. Қолданылатын жүктеме артқан сайын демпферлік сыйымдылық айтарлықтай артады; 7,03 кг/мм² кезінде максималды мән 260%-дан айтарлықтай жоғары болады, бұл әдетте кез келген басқа материал үшін байқалатын мәндерден әлдеқайда жоғары: металл және металл емес [10].

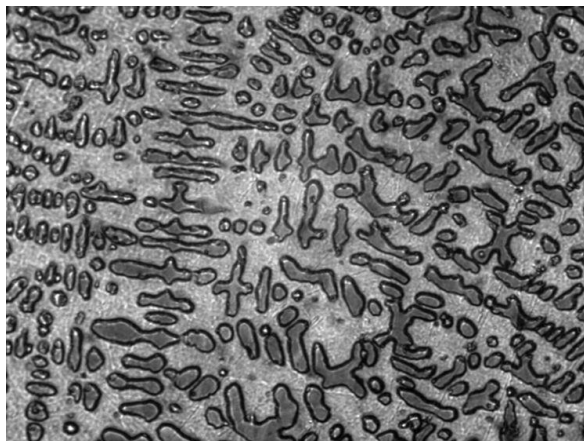
Талдау мен нәтижелер

Химиялық құрамын анықтау нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

1-кесте – Зерттелетін үлгінің химиялық құрамы

№	Қорытпа	Элементтер құрамы								
		Cu	Mn	Fe	Si	S	Zr	Cr	Al	Ni
1	Г61Д27Н2Ж2ЮЦр	27.40	61.37	1.63	0.03	0.06	0.5	0.18	0.9	2.21

Зерттеу барысында 3 – 4 суретте көрсетілген құрылымдар анықталды.



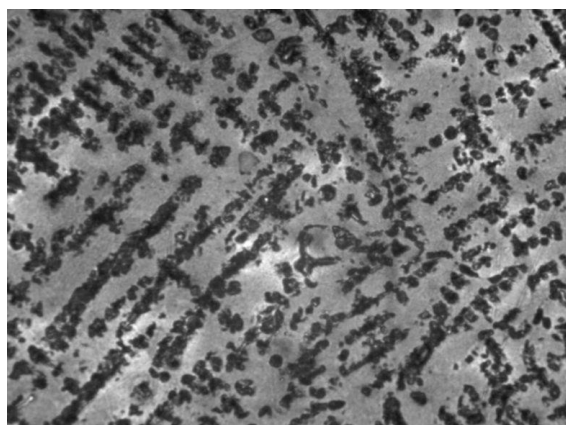
3-сурет – G61D27N2Zh2YuTsr қорытпасының жылтыратудан және оюдан кейінгі микроқұрылымы, x250

Тепе-теңдік диаграммасына сәйкес құрамында марганец-мыс қорытпасының құрылымы 75% марганец және 25% мыс, бөлме температурасында торы бар γ -қатты ерітіндіден тұрады. ГЦК және α -марганец. Алайда марганец-мыс қорытпаларында диффузиялық фазалық түрлендірулердің өте баяу жүруіне байланысты нақты құйма қорытпаларының құрылымы тепе-теңдік күйінен айтарлықтай ерекшеленеді.

G61D27N2Zh2YuTsr қорытпасының құрылымы байытылған марганецпен дендритті (85-90%) қараңғы аймақтар және марганец азайған (55-60%) ашық аймақтар. Жаңа құрылымдық өзгерістер анықталған жоқ. Бұл тұжырымдар әдебиет деректеріне ұқсас.

840°C күйдірілгеннен кейінгі металлографиялық талдау нәтижелері 3-суретте көрсетілген.

Ұсынылған микроқұрылымдарды талдау диффузиялық процестердің жүретінін көрсетеді. Гомогенизация кезінде қорытпа өте баяу. Дендриттер айқын шекаралары аз бола бастады, бірақ толығымен жойылған жоқ.



4-сурет – G61D27N2Zh2YuTsr қорытпасының микроқұрылымы термиялық өңдеуден, жылтыратудан және оюдан кейін, x250

Қорытпаның дендритті біртекті еместік дәрежесін айырмашылықпен де анықтауға болады дендрит және интердендриттер бөлімдерінің микроқаттылық мәндері. Не деп болжауға болады микроқаттылық шамасының айырмашылығы неғұрлым аз болса, қорытпаның химиялық біртектілігі соғұрлым жоғары болады. Сонымен, микроқаттылықты

өлшеу әдісі гомогенизацияны жасыту нәтижелерін жылдам бақылау үшін қолданылуы мүмкін.

Құрылымның ашық және қараңғы бөліктерінің микроқаттылығын өлшеу жоғарырақ көрсетті марганецпен байытылған компоненттің қаттылығы (жұқа кесіндідегі қараңғы жерлер).

Құйма қорытпасының құрылымының осы бөлімдерінің микроқаттылығын өлшеу (металл қалыпқа құю, содан кейін соғу 700-800 °С температурада және жоғарыда көрсетілген режим бойынша күйдіру) 2 және 3-кестелерде келтірілген.

2-кесте – Қаттылықты тексеру нәтижелері

	HRB	HV
Г61Д27Н2Ж2ЮЦр	95	226

3-кесте – G61D27N2Zh2YuTsr үлгісінің микроқаттылығын өлшеу нәтижелері

	HV (кг/мм²) дендриттер аралық аймақтар (жарық аймақтар)	HV(кг/мм²) дендриттер (қараңғы аймақтар)
Г61Д27Н2Ж2ЮЦр	107-110	141-152

Тозуға төзімділікке сынау кезінде сынауға дейінгі және 10 минуттан кейінгі үлгі массасының өзгеруі 4-кестеде келтірілген.

4-кесте – Салыстырмалы тозуға төзімділік (К_и)

Үлгі нөмірі	Марка	Үлгілердің салмақ жоғалтуы, г	Салыстырмалы тозуға төзімділік, К_и
Анықтама	Болат 45 (91 HRB)	0,015	-
Үлгі	Г61Д23Ж1,6Ю3,3Н2,2Ц3	0,008	1,95

Салыстырмалы тозуға төзімділікті есептеу мына формула бойынша жүргізілді:

$$\bar{g}_э = \frac{\sum_{i=1}^3 g_{эi}}{3}; \quad \bar{g}_и = \frac{\sum_{i=1}^m g_{иi}}{m},$$

Мұндағы $g_э, g_и$ – зерттелетін эталондық үлгілер мен үлгілерді сынау кезіндегі массалық жоғалтудың мәні, г; m – зерттелетін материалдың үлгілерінің саны [11].

Салыстырмалы тозуға төзімділік мына формула бойынша есептелді:

$$K_и = \frac{\bar{g}_э \rho_и N_и}{\bar{g}_и \rho_э N_э},$$

мұндағы $\rho_и$ және $\rho_э$ сыналатын және эталондық үлгінің тығыздығы;

Нәтижесінде салыстырмалы тозуға төзімділік коэффициенті:
 $K_{из}=(0,015 \cdot 7,7)/0,008 \cdot 7,4=1,95$

Қорытынды

Төменгі температурада қыздырылған марганецтің үлесі төмен Mn-Cu қорытпалар жүйесінің құрылымын зерттеу жарық өтетін электронды микроскоп әдісімен жасалады.

Төменгі температурада, яғни 4000-4500°С-де қыздырылған қорытпаларда марганецпен байытылған және марганецпен кемітілген концентрациялық ыдыраған ГЦК фаза болатындығын көрсетеді. Бұл қорытпаларда метастабильді тепетеңдік жағдайында екі фазалық құрылым ГЦК + ГЦТ қалыптасады ал орташа тор кубтық симетрияны сақтайды.

Сонымен қатар айта кететін жағдай, марганецтің үлесі аз қорытпаларда жоғары демпферлік қасиеті бар құрылым күйі марганецтің үлесі жоғары қорытпаларға сипатты демпферлік қасиеті бар құрылым күйінен айырмашылығы үлкен болады. Екі фазалы микроқұрылымда серпімді кернеу деңгейі төмендеу болады, бірақ олар стабилді болып келеді. Осыған байланысты марганецтің көлемдік үлесі төмен қорытпаларда марганецпен көлемдік үлесі жоғары қорытпаларға қарағанда демпферлік қасиеттің уақытқа байланысты тұрақтылығы үлкен болады, бөлме температурасында бір жылдық сақталу кезінде бұл қорытпаларда демпферлік қасиет жоғалмайды.

Бұл жұмыста жоғары демпферлік қабілеті бар қорытпаларды жасау мәселесі шешілді және олардың ұзақ қызмет ету мерзімі нәтижесінде төзімділігі, марганец-мыс жүйесі негізіндегі құймалардың құрылымы, амплитудаға тәуелсіз және амплитудаға тәуелді демпферлік диапазондардағы демпферлік қабілеті, мартенситті және магниттік фазалық түрлену температуралары, механикалық қасиеттері зерттелді.

Марганец-мыс қорытпасының құрылымын қалыптастырудың жалпы заңдылықтары белгіленді, әртүрлі құю әдістерінен және термиялық өңдеу режимдерінен кейін циркониймен легирленген. G61D27N2Zh2YuTsr қорытпасының құрылымы дендритті, жаңа фазалар анықталған жоқ; цирконийдің әсері өзгертуші сипатта болды.

Жалпы алғанда, зерттеу марганец-мыс жүйесінің демпферлік қорытпаларының физикалық-механикалық қасиеттеріне легірлеудің әсерін талдауға мүмкіндік берді.

Нәтижелер құрылымдық материалдар саласындағы одан әрі даму бағытын анықтау үшін қолданылуы мүмкін.

Циркониймен легирленген қорытпаның тозуға төзімділігіне сынақтардың алынған нәтижелері Mn-Cu негізіндегі жаңа қорытпаларды игеруде әрі қарай зерттеулер жүргізуге негіз береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фавстов Ю.К. *Металловедение высокодемпфирующих сплавов.* / Ю.Н. Шульга, А.Г. Рахштадт. – М.: *Металлургия*, 1980. – 272 с.
2. Рахштадт А.Г., Фавстов Ю.К., Кочеткова Л.П. Структурные превращения в марганцевомедных сплавах с высокой демпфирующей способностью. // *Киров. МиТОМ.* – 2019. – №2. – С. 19–23.
3. Лисовская О.Б., Терехихина И.Н. Структура и свойства сплавов высокого демпфирования системы марганец–медь. // *Общество, наука, инновации: Киров.* – 2018. – С. 517–524.
4. Блантер М.С., Головин И.С., Головин С.А. и др. *Механическая спектроскопия металлических материалов.* – М.: *Издательство Международной инженерной академии*, 1994. – 254 с.
5. Блантер М.С. *Метод внутреннего трения в металлургических исследованиях.* – М.: *Металлургия*, 2017. – 248 с.
6. Постников В.С. *Внутреннее трение в металлах.* – М.: *Металлургия*, 1974. – 352 с.
7. Панченко Е.В. *Лаборатория металлографии.* – М.: *Металлургия*, 1965. – 251 с.
8. ГОСТ 23.208-79. *Методика испытаний материала на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы.* – М.: *Стандартинформ*, 2019.
9. Фавстов Ю.К., Шульга Ю.Н. *Сплавы с высокими демпфирующими свойствами.* – М.: *Металлургия*, 2019. – 256 с.

10. Суворов Г.А., Старожук И.А., Цетлина Г.С., Лагутина А.В. Прогностическая оценка и риск развития вибрационной патологии от воздействия общей вибрации. // Медицина труда и промышленная экология. – 1996. – №12. – С. 1–10.
11. Вейнер Д., Цейтлин А.И. Вибрационные повреждения в промышленности и строительстве. Шведский Совет по исследованиям в промышленности и строительстве, научно-технический центр «Защита сооружений» Инженерной Академии России, Москва-Стокгольм, 2018. – 338 с.

REFERENCES

1. Favstov Yu.K. Metallovedenie vysokodempfiruyushchih splavov [Metallogogy of high-damping alloys]. / Y.N. Shulga, A.G. Ruhstadt. – M.: Metallurgia, 1980. – 272 s. [in Russian].
2. Ruhstadt A.G., Favstov Yu.K., Kochetkova L.P. Strukturnye prevrashcheniya v margancevomednyh splavah s vysokoj dempфирuyushchej sposobnost'yu. [Structural transformations in manganese-copper alloys with high damping ability] // Kirov. MiTOM. – Mitom. – 2019. – No.2. – s. 19–23. [in Russian]
3. Lisovskaya O.B., Terebihina I.N. Struktura i svojstva splavov vysokogo dempфированиya sistemy marganec–med [Structure and properties of high damping alloys of the manganese-copper system]. // Obshchestvo, nauka, innovacii. Kirov. 2018. – 517–524 s. [in Russian]
4. Blanter M.S., Golovin I.S., Golovin S.A. and other. Mechanical spectroscopy of metallic materials [Структура и свойства высокодемпфирующих сплавов системы марганец–медь]. M.: Publishing house of the International Engineering Academy, 1994.–254 s. [in Russian].
5. Blanter M.S. Metod vnutrennego treniya v metallovedcheskih issledovaniyah [Method of internal friction in metal studies]. M.: Metallurgy. 2017. 248 s. [in Russian].
6. V.S. Postnikov, Internal friction in metals. [Internal friction in metals] M.: Metallurgy, 1974. – 352 s. [in Russian].
7. Panchenko E.V. Laboratoriya metallografii [Metallography laboratory]. M.: Metallurgy. 1965. – 251 s. [in Russian].
8. GOST 23.208-79. Metodika ispytaniy materiala na iznosostojkost' pri trenii o nezhestko zakreplennye abrazivnye chasticy [Method of testing the material for wear resistance when rubbing against non-rigid abrasive particles]. M.: Standartinform. 2019. [in Russian].
9. Favstov Yu.K., Shulga Yu.N. Splavy s vysokimi dempфирuyushimi svojstvami [Alloys with high damping properties]. M.: Metallurgy, 2019. - 256 s. [in Russian]
10. Suvorov G.A., Starozhuk I.A., Tsetlina G.S., Lagutina A.V. Prognosticheskaya ocenka i risk razvitiya vibracionnoj patologii ot vozdejstviya obshej vibracii [Prognostic assessment and risk of development of vibration pathology from exposure to general vibration] // Occupational Medicine and Industrial Ecology. 1996. –№12 –1–10 s. [in Russian].
11. Weiner D., Zeitlin A.I. Vibracionnye povrezhdeniya v promyshlennosti i stroitelstve [Vibration damage in industry and construction]. // Swedish Council for Research in Industry and Construction, Scientific and Technical Center "Protection of Structures" of the Engineering Academy of Russia, Moscow–Stockholm–2018. – 338 s. [in Russian].

Е. ДОСЫМОВ¹, Д. МАХМУДОВ²

¹*PhD, Қожжа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық
қазақ-түрік университетінің аға оқытушысы*

(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: dossymov.elmurat@ayu.edu.kz

²*Қожжа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің магистранты
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: Dastan240797@mail.ru*

СТАТИСТИКАЛЫҚ ФИЗИКАНЫҢ АКСИОМАТИЯЛЫҚ ПРИНЦИПТЕРІНІҢ НЕГІЗГІЛІГІН ТАЛДАУ

Аңдатпа. Бұл мақалада ғылыми еңбектер мен зерттеулерді талдай келе, бүгінгі күні, заман талабына сәйкес жоғары оқу орындарында статистикалық физиканы оқытудың әдістемелік ерекшеліктері, білім алушылардың қызығушылығын қалыптастыратын оқу іс-әрекеттерін ұйымдастыру әдістері мен тәсілдері әлі де болса шешімін табу қажеттігіне көз жеткіздік.

Жоғары оқу орындарында статистикалық физиканың мүмкіндіктерін жоғары дәреже жүзеге асыру үшін оны оқу пәні ретінде оқытудың мақсаты, әдістері мен мазмұны білім алушының арнайы пәндерден алған білімі мен біліктігіне сәйкес пәнаралық байланыста болуы тиіс. Сондықтан, жоғары білім беру ұйымдарында статистикалық физиканы кәсіби бағытта оқытудың әдістемелік жүйесін құруда арнайы пәндермен пәнаралық байланысын жүзеге асыра отырып, көрнекілік интуитивті негіздері мен практикалық бағыттылығын дамытуға, білім алушының болашақ мамандығымен байланысқан ұғымдарды, тұжырымдарды және есептерді ойлау тәсілдерімен қабылдауға мүмкіндіктер жасау маңызды мәнге ие болып табылады.

Осылайша, жоғары оқу орындарында статистикалық физиканы кәсіби бағытта оқытудың қажеттілігімен және оның тәжірибеде қанағаттанғысыз шешім табуындағы қарама-қайшылық, зерттеу тақырыбының өзектілігіне себеп болды. Болашақ кәсіби мамандарды даярлау үшін статистикалық физика курсының мазмұнын таңдауда білім алушылардың болашақ кәсіби қызметіне қажетті әдістемелік біліктерін қалыптастыруға бағыттап жасау керек. Жоғарыда айтылғандардың барлығы зерттеу тақырыбын «Статистикалық физика курсы оқытуда инновациялық әдіс тәсілдерді қолдану арқылы студенттердің қызығушылығын қалыптастыру» деп таңдауымызға және оның көкейкестілігін айқындауға негіз болды. Жұмыстың мақсаты: Сабақтың әртүрлі кезеңдерінде оқытуды басқару жүйесін жетілдіру, оқуға деген ынтасын күшейту, білім мен тәрбие сапасын арттыру, статистикалық физика пәні бойынша студенттердің дайындық деңгейін арттыру.

Кілт сөздер: Зерттеулер, модель, модельдеу, компьютерлік модельдеу, статистикалық физика, аксиома.

Ye. Dossymov¹, D. Makhmudov²

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

²*Master student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan,
Turkistan), e-mail: Dastan240797@mail.ru*

Analysis of the feasibility of the axiomatic principles of statistical physics

Abstract. Analyzing scientific works and researches in this article, we were convinced that today, in accordance with modern requirements, there is still a need to find a solution to the methodological features of teaching statistical physics in higher educational institutions, the methods and ways of organizing educational activities that form the interest of students.

In order to realize the possibilities of statistical physics in higher educational institutions, the purpose, methods and content of teaching it as a subject should be interdisciplinary in accordance with the knowledge and skills of the student in special subjects. Therefore, in the creation of a methodological system of teaching statistical physics in a professional direction in higher education organizations, it is important to create opportunities for the development of visual intuitive foundations and practical orientation, to accept concepts, conclusions and problems related to the future profession of the learner with ways of thinking, while implementing interdisciplinary communication with special subjects.

Thus, the contradiction between the need to teach statistical physics in a professional direction and its unsatisfactory solution in practice has become the reason for the relevance of the research topic. In order to train future professionals, the content of the statistical physics course should be selected in the direction of forming the methodological skills necessary for the future professional activities of the students. All of the above was the basis for choosing the research topic "Creating the interest of students by using innovative methods in the teaching of the statistical physics course" and determining its importance. The purpose of the work: to improve the teaching management system at different stages of the lesson, to strengthen the motivation to study, to increase the quality of education and training, to increase the level of preparation of students in the subject of statistical physics.

Keywords: Research, model, simulation, computer simulation, statistical physics, axiom.

Е. Досымов¹, Д. Махмудов²

¹PhD, старший преподаватель

*Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясауи
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: dossymov.elmurat@ayu.edu.kz*

*²магистрант Международного казахско-турецкого университета
имени Ходжи Ахмеда Ясауи*

(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: Dastan240797@mail.ru

Анализ выполнимости аксиоматических принципов статистической физики

Аннотация. В данной статье представлены анализ научных работ и исследования аксиоматических принципов статистической физики, мы убедились, что и сегодня, в соответствии с современными требованиями, по-прежнему существует необходимость решения методических особенностей преподавания статистической физики в высших учебных заведениях, методов и способов организации учебного процесса. мероприятия, формирующие интерес учащихся.

Для реализации возможностей статистической физики в высших учебных заведениях цель, методы и содержание преподавания ее как предмета должны быть междисциплинарными в соответствии со знаниями и умениями студента по специальным предметам. Поэтому при создании методической системы преподавания статистической физики по профессиональному направлению в организациях высшего образования важно создать возможности для развития наглядно-интуитивных основ и практической направленности, принять концепции, выводы и проблемы, связанные с перспективой. профессия учащегося со способами мышления, при этом реализуя межпредметные связи со специальными предметами.

Таким образом, противоречие между необходимостью преподавания статистической физики в профессиональном направлении и неудовлетворительным ее решением на практике стало причиной актуальности темы исследования. Для подготовки будущих специалистов содержание курса статистической физики следует выбирать в направлении формирования методических умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности студентов. Все вышеизложенное послужило основанием для выбора темы исследования «Формирование интереса учащихся путем использования инновационных методов в преподавании курса статистической физики» и определения ее актуальности. Цель работы: усовершенствовать систему управления обучением на разных этапах урока, усилить мотивацию к учебе, повысить качество воспитания и обучения, повысить уровень подготовки студентов по предмету статистической физики.

Ключевые слова: Исследование, модель, имитационное моделирование, компьютерное моделирование, статистическая физика, аксиома.

Кіріспе

Өздеріңіз білетіндей, кез келген нақты жаратылыстану ғылымының (мысалы, физиканың кез келген саласының) негізгі мақсаттарының бірі бұрын жинақталған эмпирикалық (эксперименттік) тәжірибені жалпылау болып табылады. Әдетте математикалық тәуелділіктер түрінде көрсетілген мұндай жалпылаулар сәйкес ғылымның қарастыратын пәні болып табылатын белгілі бір объектілердің әрекетін болжауға мүмкіндік береді. Осылайша, бұл математикалық тәуелділіктер, сайып келгенде, зерттелетін табиғат құбылыстарының нақты сипаттамаларын азды-көпті сәтті жақындататын эмпирикалық регрессия тендеулерінен басқа ештеңе емес.

Алайда, қарабайыр эмпиризмнің шегінен шығатын өте күрделі математикалық модельдерді құру үшін эксперименттік мәліметтерді регрессиялық талдау нәтижелері ғана жеткіліксіз болып шығады. Көбінесе зерттелетін объектілерді терең және егжей-тегжейлі сипаттай отырып, кейбір қосымша іргелі ұғымдарды (негізгі принциптерді) тарту қажет болады. Бұл ұғымдарды қолданудың дұрыстығын оларға негізделген ғылыми пән шеңберінде дәлелдеу мүмкін емес. Демек, сәйкес қағидалар өзінен-өзі түсінікті деп болжанған априорлы кейбір болжамды болжамдар сипатына ие. Бұл постулаттар оларға негізделген ғылымның аксиоматикасын құрайды [1].

Жоғарыда айтылғандардан белгілі бір нақты құбылыстарды модельдеу нәтижелерінің сенімділігі сәйкес «эмпирикалық регрессия тендеулерін» құру шеңберіндегі жуықтау сапасымен де, белгілі бір нәрсені зерттеу үшін табылған тәуелділіктерді пайдаланудың негізділігімен де анықталады. пәндік аймақ. Жақындаудың сапасы бұрын жинақталған эмпирикалық материалдың көлеміне және оны өңдеуге қатысатын регрессиялық талдау әдісінің мүмкіндіктеріне байланысты. Алынған математикалық тәуелділіктерді қолданудың негізділігі нақты анықталған табиғи құбылысты модельдеу үшін ғылыми аппараттың аксиоматикасын қолданудың дұрыстығымен сипатталады.

Аксиоматиканың дұрыстығының мәні қолда бар эксперименттік деректер көлемінің өзі олардың негізінде алынған математикалық модельдердің қолданылу шегін әлі анықтамауымен түсіндіріледі: бұл немесе басқа регрессия жуықтауының қаншалықты сенімді табылғаны маңызды емес. кейбір бұрын зерттелген пәндік облыс үшін, егер қазіргі уақытта қарастырылатын құбылыс болса, бұл салаға, әрине, жатпайды. Осылайша, ғылыми теорияларды құрудың бар тәжірибесі былай дейді: эмпирикалық ақпараттың ерікті үлкен көлемі оларға негізделген тұжырымдардың әдістемелік сапасына көшуге кепілдік бермейді.

Кейбір ғылыми пәндердің негізгі постулаттарының қолданылу мүмкіндігінің шектеулі сипатын көрсететін өте айқын мысалдардың бірі Ньютонның қасиеттері туралы өте орынды және көрнекі болжамдарына негізделген классикалық механиканың дамуының салтанатты

(екі ғасырдан астам) тарихы болып табылады. кеңістік пен уақыт. Дегенмен, кез келген физикалық теория сияқты, Ньютон физикасы да оның негізгі гипотезаларының қолдану мүмкіндігі шеңберінде ғана шындыққа адекватты болып шықты. Релятивистік физиканың (Мишельсон тәжірибесі) және кванттық механиканың («ультрақұлгін апат») одан әрі пайда болуы осы жағдайдың тағы бір дәлелі болды: ешқандай теория белгілі эмпирикалық деректердің көпшілігімен тамаша үйлесетін болса да, абсолютті ақиқат рөлін талап ете алмайды.

Осы түрдегі тағы бір мысал ретінде сәйкес пәндік саладағы адамзаттың орасан зор тәжірибесіне негізделген атомдардың іргелі бөлінбейтіндігі туралы гипотезаны келтіруге болады. Бұл тәжірибе үш мың жылдан астам уақыт бойы жинақталған эмпирикалық білімді қорытындылады. Алхимиктердің «трансмутация» деп аталатын әрекетін (кейбір химиялық элементтердің басқаларына түрленуі) жүзеге асыруға деген көптеген ғасырлар бойғы әрекеттері толығымен сәтсіз аяқталды, өйткені бұл әрекеттер химиялық реакциялардың көмегімен, яғни. атомистік ілімнің қолданылуы. Оның үстіне, ұзақ уақыт бойы жұмсалған күш-жігердің айқын пайдасыздығы тіпті осы мақсатқа жетудің шындық идеясын да жаманатты. Тек ядролық реакциялар деп аталатындардың ашылуы ғана бірнеше ондаған ғасырлар бойы мүмкін емес деп саналған нәрсені жүзеге асыруға мүмкіндік берді.

Осы мақалада жоғарыда айтылғандардың бәрі өте тривиальды және белгілі. Дегенмен, тәжірибе көрсеткендей, адамдар өз тәжірибесін абсолютті етуге бейім.

Ғылыми білімді қабылдаудың осындай субъективті сипатына байланысты бұл жерде мынадай маңызды жағдайға ерекше тоқталуды жөн көрді: кез келген ғылыми пәннің қорытындылары, тіпті егер олар «табиғаттың негізгі заңдары» ретінде аянышты түрде жарияланған болса да, Чешир мысықтың күлкісі сияқты ауада өздігінен ілінбеңіз. Бұл тұжырымдар әрқашан толығымен белгілі аксиоматикаға және эмпирикалық ақпараттың жеткілікті шектеулі (бірақ, мүмкін, өте үлкен) санына негізделген. Бұл жағдайлар белгілі бір ғылыми талдау нәтижелерін қолдану шегін түбегейлі шектейді. Мұндай шектеулердің болу фактісінің өзі танымның ғылыми әдістемесінің ажырамас қасиеті болып табылады [2].

Бұл мақалада статистикалық физиканың формализмі құрылатын сол аксиоматикалық принциптердің қолданылу шегін нақтылауға талпыныс жасалған. Алынған қорытындылар, әрине, термодинамиканың дұрыс қолдану шегіне де қатысты.

Белгілі бір нақты жағдайларда осы аксиоматиканы қолданудың негізділігі мәселесі принципті маңызды мәселе болып табылады және статистикалық физиканың пайда болуынан (XIX ғасырдың ортасынан) бастап бүгінгі күнге дейін ең жақын қарастырылатын және көптеген талқылаулардың нысаны болды. Жоғарыда аталған мәселеге қызығушылық келесі екі себепке байланысты:

1. Статистикалық физика аксиоматикасы шынында да көптеген жағдайларда сапалық сипатта болатын елеулі қайшылықтардан бос емес. Бұл қайшылықтардың көпшілігі нақты физикалық процестердің қайтымсыздығын негіздеу әрекеттерімен, Больцманның H-теоремасының посттериорлық дәлелі (термодинамиканың екінші заңының статистикалық аналогы) және т.б., ол өзінің «Статистикалық механика» кітабында [3 б.] деп жазады: «Статистикалық механиканың негіздемесі. Физика нақты ғылымдар арасында жетекші орын алады, ал статистикалық механика оның негізгі тарауларының бірі болып табылады. Егер қазір статистикалық механиканы негіздеуде көптеген түсініксіз жағдайлар бар десек, бұл оқырманның танданысын тудыруы мүмкін. Осы салада жұмыс істей отырып, бұл кітаптың авторы өзін аздап ыңғайсыз сезінеді, бірақ жағдай шынымен солай.

2. Табиғатта мұндай макроскопиялық құбылыстардың даусыз болуы анық, олардың бар болуының өзі, мысалы, жоғарыда айтылған Больцманның H-теоремасымен анық қайшы келеді. Әрине, біз галактикалық және метагалактикалық масштабта астрономдар бақылайтын динамикалық процестердің табиғаты туралы айтып отырмыз. Әрбір дерлік физика оқулығында Ғаламның жылу өлімі теориясын сынауға арналған тарауды табуға болады. Бұл

сынның өзі Әлемнің физикалық жүйе ретіндегі ашықтығы туралы декларативті мәлімдемеден бастап (Больцманның Н-теоремасы мұндай объектілерге қолданылмайды), статистикалық физика заңдары шеңберінде іс жүзінде байқалған құбылыстарды қандай да бір жолмен түсіндірудің күрделі әрекеттеріне дейін. термодинамика: бұл бағытта өте ұзақ жол өтті - Больцманның қарапайым флуктуациялық гипотезасынан (бір ғасырдан астам бұрын) Әлемнің ең күрделі заманауи үлгілеріне дейін. Төменде «Термодинамика және статистикалық физика» [4] оқулығынан типтік дәйексөз келтірілген: «XIX ғасырдың екінші жартысындағы термодинамиктердің жұмысының дүниежүзілік тарихи нәтижесі термодинамиканың екінші заңының ашылуы, оқшауланған термодинамикалық жүйенің тепе-теңдігі мен орнықтылығының шарттары.

Термодинамиканың екінші заңын жасау мен тұжырымдаудағы ең маңызды нәтижелер Клаузиуска тиесілі. 1865 жылы ол термодинамиканың екінші заңын, энтропияның өсу заңын ғаламға таратып, «Дүниенің энергиясы тұрақты. Әлемнің энтропиясы максимумға ұмтылады.

Термодинамиканың екінші заңын негізсіз кеңейтіп, оны ғаламға қолдану арқылы Клаузий қате философиялық тұжырымдар жасады. Бұл ғаламның жылу өлімі теориясына негіз болды. Клаузиус пен Томсон Әлемде жылулық тепе-теңдікке қол жеткізілген кезде термиялық өлім пайда болады, барлық өздігінен жүретін процестер тоқтайды және Әлем жансыз тыныштықта қатып қалады деп дәлелдеді.

Больцман ықтималдық және статистикалық көріністерге сүйене отырып, Әлемнің жылу өлімінің теориясымен күресті. Оған қарсы қарсылық білдірді, ол Әлем тепе-теңдік күйге жақын болғанымен, оның жеке бөлімдерінде қоршаған адам мен дүниенің өлшемдерімен салыстырғанда өлшемдері үлкен болатын орасан ауытқулар болады. ол бақылайды және оның өмірінің ұзақтығымен салыстыруға келмейтін ұзақ. Бірақ сонымен бірге бұл флуктуациялық түзілімдер шексіз үлкен және мәңгілік бар Әлеммен салыстырғанда шексіз аз.

Дегенмен, бұл тұжырымдарды дұрыс деп тануға болмайды, өйткені бізді қоршаған әлем тұрғысынан Ғаламдағы осындай үлкен ауытқулардың ықтималдығы туралы идея ықтималдықсыздық идеясына тең.

Больцман гипотезасының көзқарасы бойынша, Әлемнің көрінетін бөлігінде байқалатын жаңа жұлдыз түзілімдері өте екіталай. Қазіргі кезде қалыптасқан қайшылықты нақтылау үшін түрлі көзқарастар алға тартылуда.

Дегенмен, бұл мәселе бойынша келіспеушіліктерді егжей-тегжейлі қарастырмай, біз келесі ескертулермен шектелеміз. Біріншіден, қазіргі уақытта бар эксперименттік деректер Ғаламның жылу өлімі теориясының дұрыс емес екенін көрсетеді; бүкіл адамзат тәжірибесі бізді қоршаған әлемде үздіксіз даму бар екенін растайды және процестер тоқтау бағытында әлсіреумен жүреді деп сенуге ешқандай негіздер немесе тіпті кеңестер жоқ. Ғылым материяның үздіксіз айналымы мен қозғалысын, қозғалыс формаларының дамуы мен өзгеруін, материяның кейбір түрлерінің басқаларға үздіксіз айналуын, олардың шексіз көп түрлілігін көрсетеді. Астрономдар мен астрофизиктердің сіңірген еңбегі – Ғаламда жұлдыздар мен жұлдыз аралық материя арасында үздіксіз күрделі, алуан түрлі байланыстар болып, жұлдызды құрылымдардың, галактикалардың, дүниелердің үздіксіз пайда болуына, дамуына және жойылуына әкелетінінің дәлелі» [5].

Осылайша, Больцманның Н-теоремасына қатысты, мысалы, Ферма теоремасымен ұқсастықты келтіру мүмкін емес: олар қатаң дәлел әлі табылмағанын айтады, алайда, қарастырылып жатқан ережелерден ерекшеліктер жоқ. Мұндай жағдай бұл дәлелдемелердің пайда болуы тек уақыт мәселесі деп санауға негіз береді. Керісінше, астрофизикалық бақылаулар деректері Ғаламның масштабында статистикалық физиканың талқыланған тұжырымдары орындалған жағдайларды ерекшелік деп санау керек екенін көрсетеді.

Бұл жерде, өкінішке орай, қозғалған қызықты тақырыптағы шығармаларға егжей-тегжейлі шолу жасау мүмкін емес. Сондықтан, біз өзімізді әлемдегі статистикалық физика

мен термодинамиканың қазіргі модельдік концепцияларына сүйене отырып елестетуден әлдеқайда күрделірек болатын әлемде өмір сүріп жатқандығымыздың айқын фактісін айтумен шектелеміз. Автор жоғарыда аталған ғылыми пәндердің аксиоматикасының қолданылу шегінде адекватты түрде сипатталуы мүмкін емес, әмбебаптан гөрі ауқымды емес масштабта да физикалық жүйелердің кейбір түрлері бар деген теориялық негізделген болжам жасады. Қазіргі жұмыс [6] «Эйлер» іздестіру жобасы аясында жүргізілген осы жүйелерді зерттеудің бастапқы кезеңіне арналған.

Зерттеу әдістері

Тепе-теңдіксіз процестер теориясының аксиоматикасы мағыналары бойынша бірдей әр түрлі постулаттардың бірқатар тұжырымдарын қамтиды, олардың ішінде ең әйгілісі молекулалық хаос гипотезасы (Stoßzahlansatz) деп аталады. Бұл гипотезаны Л. Больцман И. Лошмидтке (қайтымдылық парадоксы – Умкехрейнвард, 1876) және Э. Зермелоға (Пуанкаре қайталану теоремасы негізіндегі қайталану парадоксы – Видеркерейнвард, 1896 ж.) қарсылық ретінде алға тартты. Больцман статистикалық физика аппаратына термодинамиканың екінші заңының функционалдық аналогы ретінде енгізген Н-теоремасы [7].

Тепе-теңдіксіз процестер теориясының аксиоматикасын егжей-тегжейлі талдау бұл жұмыстың тақырыбы болып табылмайды. Дегенмен, молекулалық хаос гипотезасы, басқа мәселелерде, сол Больцманның эргодикалық гипотезасы сияқты, жиынтық теориясына қайшы келетінін атап өткен жөн. Классикалық молекулалық-кинетикалық теорияда (кванттық теориядан айырмашылығы) бөлшектердің динамикасы қатаң түрде анықталады. Физикалық жүйені сипаттаудың қатаң Лаплас формализмі бөлшектер қозғалысының параметрлерінде, мысалы, осы бөлшектердің бір-бірімен соқтығысуы нәтижесінде өзін көрсете алатын (және жинақталуы мүмкін) кез келген «кері серпіліс» мүмкіндігін түбегейлі жоққа шығарады. Бұл тұжырымдар жүйедегі бөлшектердің санына және оны бақылау уақытына байланысты емес. Жеке шашырау оқиғаларының нәтижесінде бөлшектердің импульсінің және (немесе) энергиясының релаксациясындағы кез келген интерминизм анықтама бойынша жоқ, яғни ол нөлдік өлшем жиынтығы болып табылады. Кез келген нөлдер санының қосындысы әрқашан нөл болып қалады, өйткені «жоқтан бірдеңе алуға болмайды». Осылайша, классикалық жүйенің күйі әрқашан қатаң түрде анықталады [8].

Асимптотикалық комбинаторикада әртүрлі Марков процестері үшін Янг кестелерінің мінез-құлқына байланысты мәселелерді зерттеудің әртүрлі әдістері бар. Бұл әдістерге, атап айтқанда, Робинсон-Шоенстед-Кнут (RSK) алгоритмін және Шутценбергер түрлендіруін қолдану жатады [9].

Бұл жұмыста келесі Марков процестерінің реттілік генераторлары іске асырылды:

- 2D және 3D Янг және Шур графиктеріндегі Ричардсон процесі;
- Екі өлшемді Янг және Шур графиктеріндегі Планшерель процесі;
- үш өлшемді Янг графындағы псевдо-Планшерель процесі болып табылады.

Янг диаграммаларының өлшемдері экспоненциалды түрде өсетіндіктен, олардың асимптотикалық қасиеттерін зерттеу үшін оларды белгілі бір жолмен нормалау керек. Екі өлшемді стандартты Янг диаграммалары үшін нормалау әдісі [10] енгізілген. Осы диссертацияның шеңберінде Schur графигі [11] және үш өлшемді Янг графы [12] бойынша нормаланған өлшемдер үшін формулалар ұсынылды [13].

Plancherel үлестірімі бар Янг диаграммаларының кездейсоқ тізбектерін модельдеудің әртүрлі әдістері бар. Атап айтқанда, [14], мұндай тізбектер Робинсон-Шенстед-Кнут алгоритмі арқылы жасалды. Осы диссертациялық зерттеуде бұл мәселе Марков тізбегін Янг графында енгізу арқылы шешілді, бұл әлдеқайда үлкен ұзындықтағы Янг диаграммаларының тізбегін құруға мүмкіндік берді.

Үшөлшемді Янг графында орталық стохастикалық процестің котрансляциялық ықтималдықтарын есептеу үшін Шутценбергер түрлендіруін қолдануға негізделген әдіс қолданылды. Диссертацияда оның рандомизацияланған модификациясы ұсынылды, оны қолдану біркелкі кездейсоқ үлестіріммен берілген пішіндегі кездейсоқ Young кестелерін құруға мүмкіндік берді [15].

Талдау мен нәтижелер

Максималды өлшемдері бар Янг диаграммаларының нормаланған өлшемдерінің асимптотикалық мінез-құлқын зерттеу асимптотикалық бейнелеу теориясындағы қызықты мәселе болып табылады. Бұл асимптотика симметриялы топтың максималды азайтылмайтын көріністерінің салмақтарының өсуін сипаттайды.

[11] стандартты Янг диаграммаларының нормаланған өлшемі туралы түсінік енгізілді және Планчерель өлшеміне тән диаграммалардың нормаланған өлшемдері үшін және максималды өлшем диаграммалары үшін екі жақты бағалаулар алынды. Сонымен қатар, сол мақалада қалыпты Планчерель диаграммалары үшін де, максималды өлшемдері бар диаграммалар үшін де нормаланған өлшемдердің жақындасуы туралы болжам (әлі толық дәлелденбеген) ұсынылды. Бұл гипотезалардың орындалуын компьютерлік тәжірибелер көмегімен тексеру [12]. Осы мақалаларда сипатталған эксперименттердің нәтижелері Вершик-Керов гипотезасын дұрыс деп санауға негіз береді. Нормаланған өлшемдер шектерінің шамамен бағалары [13] де келтірілген.

Мақалада [14] қазіргі әдебиетте TASEP (Total Asymmetric Simple Exclusion Process) деген атпен белгілі көпбөлшектік процестің моделі зерттелді. TASEP Ричардсон статистикасы бойынша Younggas диаграммаларының өсуі арқылы модельденген (1.7.2 қараңыз). Осы процеске сәйкес келетін ықтималдықтың таралу тығыздығы зерттеліп, Ричардсон бойынша бөлінген Янг диаграммаларының шекті формасы үшін формула алынды. Осы жұмыста компьютерлік тәжірибелер көмегімен нормаланған өлшемдердің өсу асимптотикасын зерттейміз.

Янг диаграммаларының нақты өлшемдері олардың өлшемімен экспоненциалды түрде өсетіндіктен, Янг диаграммаларының өлшемдерінің асимптотикалық тәртібін зерттеу үшін олардың нормалануын пайдалану ыңғайлы. [11]-де ұсынылған стандартты λ диаграммасының нормаланған өлшемі c_{sta} мына формуламен анықталады:

$$c_{sta}(\lambda) = \frac{-2}{\sqrt{n}} \ln \frac{\dim \lambda}{\sqrt{n!}}, \quad 1$$

мұндағы n – диаграмманың өлшемі, $\dim \lambda$ – диаграмманың өлшемі.

Нормаланған өлшемнің мәндері $[c_0, c_1]$ аралығымен шектелетіні [11] дәлелденді:

$$c_0 = \frac{2}{\pi} - \frac{4}{\pi^2} \approx 0.2313, c_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{6}} \approx 2.5651. \quad 2$$

Сондай-ақ, максималды өлшемдері бар диаграммалардың нормаланған өлшемдері белгілі бір шекке жақындау ұсынылды. Бұл болжам дәлелденген жоқ, бірақ көптеген компьютерлік тәжірибелер оның ақиқатына біршама сенімділік береді [15]. Қатаң диаграмманың өлшемі үшін [16] келесі нормалау қолданылды:

$$c_{str}(\lambda) = - \frac{\ln \dim(\lambda) - \ln \sqrt{n!} + \frac{\ln 2}{2} \cdot n}{\sqrt{n}}. \quad 3$$

Бекітілген n үшін нормаланған өлшемдердің екеуі үшін де (1), (2) диаграмманың өлшемі неғұрлым үлкен болса, оның нормаланған өлшемі соғұрлым аз болатынын ескеріңіз.

1-кестеде нормаланған өлшемдерді пайдалану ыңғайлылығын көрсететін мысалдар келтірілген.

1-кесте – $n = 45$ өлшемді екі стандартты жас диаграммалар үшін қарапайым және нормаланған өлшемдердің мәндері

	Өлшем	Нормаланған өлшем
Бірінші диаграмма	500283928761422348434320000	0.459847
Екінші диаграмма	492955458105064380984558000	0.462047
Айырмашылық	7328470656357967449762000	-0.0022

Компьютерлік тәжірибелер (1) және (2) нормаланған өлшемдердің қасиеттері өте жақын екенін көрсетті. Атап айтқанда, екі функцияның мәндері белгілі бір интервалмен шектеледі.

Қорытынды

Егер қандай да бір тұйық жүйе өзінің ең ықтимал макроскопиялық күйінде болса, онда статистикалық физиканың аксиоматикалық принципі осы жүйені оған қол жетімді микрокүйлердің кез келгенінде табудың тең ықтималдылығын постулатады. Бұл, өз кезегінде, көрсетілген жүйенің фазалық кеңістігінде анықталған аймақтардың әрбір жұбы арасында динамикалық тепе-теңдіктің болуын білдіреді: жүйенің бір аймақтан екінші аймаққа ауысуының уақыт бойынша орташа ықтималдығы тура және кері үшін бірдей болуы керек, осы ауысулардың бағыттары.

Микрокүйлер арасындағы элементар ауысулардың индукциялық (мәжбүрлі) сипатымен жүйенің фазалық кеңістіктің бір аймағынан екіншісіне ауысу ықтималдығы тек осы жүйе үшін бақылау уақытының ұзақтығымен ғана емес, сонымен қатар жеке әрекеттер санымен анықталады. Берілген уақыт аралығында жүзеге асырылатын сәйкес кванттық ауысулардың

– Тиісті түрде ұйымдастырылған жабық физикалық жүйелердің болуы болжанады, олардың әрқайсысы үшін ең ықтимал (тепе-теңдік) макроскопиялық күй әртүрлі қол жетімді микрокүйлерде болу уақытының тең емес ықтималдығымен жүзеге асырылады. Бұл, мысалы, мұндай жүйеде қамтылған кванттық газ бөлшектерінің қозғалыс бұрыштық бағыты мен жүйенің микрокүйлерінің бір таңдалған тобынан екінші топқа кванттық ауысулардың жеке оқиғаларын индукциялау ықтималдылығы арасындағы белгілі бір қатынасқа байланысты болуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Heisenberg W. Zur Theorie des Ferromagnetismus // Zeitschrift fur Physik. – 1928. – Sept. – Vol. 49, no. 9/10. – P. 619–636.
2. Baxter R.J. Partition function of the Eight-Vertex lattice model // Annals of Physics. – 1972. – Т. 70, № 1. – P. 193–228.
3. Baxter R.J. One-dimensional anisotropic Heisenberg chain // Annals of Physics. – 1972. – Т. 70, № 2. – P. 323–337.
4. Тахтаджян Л.А., Фаддеев Л.Д. Квантовый метод обратной задачи и XYZ модель Гейзенберга // УМН. – 1979. – Т. 34, 5(209). – С. 13–63.
5. Изюмов Ю.А., Скрыбин Ю.Н. Статистическая механика магнитоупорядоченных систем. – М.: Наука, 1987. – 264 с.
6. Tsilevich N.V. Spectral properties of the periodic Coxeter Laplacian in the two-row ferromagnetic case // Зап. научн. сем. ПОМИ. – 2010. – Vol. 378. – P. 111–132.

7. Tsilevich N.V. On the behavior of the periodic Coxeter Laplacian in some representations related to the antiferromagnetic asymptotic mode and continual limits // Зап. научн. сем. ПОМИ.– 2011. – Vol. 390. – P. 286–298.
8. Vershik A.M. Statistical mechanics of combinatorial partitions, and their limit shapes. // Funct. Anal. Appl. – 1996. – Vol. 30. – P. 90–105.
9. Вершик А.М., Павлов Д.А. Численные эксперименты в задачах асимптотической теории представлений // Зап. научн. сем. ПОМИ. – 2009. – Т. 373. – С. 77–93.
10. Rost H. Non-equilibrium behaviour of a many particle process: Density profile and local equilibria // Probability Theory and Related Fields. – 1981. – Vol. 58, no. 1. – P. 41–53.
11. Вершик А.М., Керов С.В. Асимптотика максимальной и типичной размерностей неприводимых представлений симметрической группы // Функциональный анализ и его приложения. – 1985. – Т. 19, № 1. – С. 25–36.
12. Cerf R., Kenyon R. The Low-Temperature Expansion of the Wulff Crystal in the 3D Ising Model // Communications in Mathematical Physics. – 2001. – Vol. 222, no. 1. – P. 147–179.100
13. Боголюбов Н.М. Перечисление плоских разбиений и алгебраический анзац Бете // ТМФ. – 2007. – Т. 150, № 2. – С. 193–203.
14. Feynman R.P., Hibbs A.R. Quantum Mechanics and PathIntegrals. – McGraw–Hill College, 1965. – 365 p.
15. Hoyle F., Narlikar J.V. Cosmological Models in a Conformally Invariant Gravitational Theory–II: A New Model // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 1972. – Vol. 155, no. 3. – P. 323–335.
16. Gersch H.A. Feynman’s relativistic chessboard as an Ising model // Int. J. Theor. Phys. – 1981. – Vol. 20, no. 7. – P. 491–501.

REFERENCES

1. Heisenberg W. Zur Theorie des Ferromagnetismus // Zeitschrift fur Physik. – 1928. – Sept. – Vol. 49, no. 9/10. – P. 619–636.
2. Baxter R.J. Partition function of the Eight-Vertex lattice model // Annals of Physics. – 1972. – Т. 70, № 1. – P. 193–228.
3. Baxter R.J. One-dimensional anisotropic Heisenberg chain // Annals of Physics. – 1972. – Т. 70, № 2. – P. 323–337.
4. Tahtadzhyan L.A., Faddeev L.D., Kvantovyy metod obratnoj zadachi i XYZ model' Gejzenberga [The quantum method of the inverse problem and the XYZ Heisenberg model]. // UMN. – 1979. – Т. 34, 5 (209). – S. 13–63. [in Russian].
5. Izyumov YU.A., Skryabin YU.N. Statisticheskaya mekhanika magnitouporyadochen nyh sistem [Statistical mechanics of magnetically ordered systems]. – М.: Nauka, 1987. – 264 s. [in Russian].
6. Tsilevich N.V. Spectral properties of the periodic Coxeter Laplacian in the two-row ferromagnetic case // Zap. научн. сем. ПОМИ. – 2010. – Vol. 378. – P. 111–132.
7. Tsilevich N.V. On the behavior of the periodic Coxeter Laplacian in some representations related to the antiferromagnetic asymptotic mode and continual limits // Зап. научн. сем. ПОМИ. – 2011. – Vol. 390. – P. 286–298.
8. Vershik A.M. Statistical mechanics of combinatorial partitions, and their limit shapes. // Funct. Anal. Appl. – 1996. – Vol. 30. – P. 90–105.
9. Vershik A.M., Pavlov D.A. Chislennye eksperimenty v zadachah asimptoti cheskoj teorii predstavlenij [Numerical experiments in problems of asymptotic representation theory]. // Зап. научн. сем. ПОМИ. – 2009. – Т. 373. – S. 77–93. [in Russian].

10. Rost H. Non-equilibrium behaviour of a many particle process: Density profile and local equilibria // Probability Theory and Related Fields. – 1981. – Vol. 58, no. 1. – P. 41–53.
11. Vershik A.M., Kerov S.V. Asimptotika maksimal'noj i tipichnoj razmerno stej neprivodimyh predstavlenij simmetricheskoj gruppy [Asymptotics of maximal and typical dimensions of irreducible representations of a symmetric group]. // Funkcional' nyj analiz i ego prilozheniya. – 1985. – T. 19, № 1. – S. 25–36. [in Russian].
12. Cerf R., Kenyon R. The Low-Temperature Expansion of the Wulff Crystal in the 3D Ising Model // Communications in Mathematical Physics. – 2001. – Vol. 222, no. 1. – P. 147–179.100
13. Bogolyubov N.M. Perechislenie ploskih razbienij i algebraicheskij anzac Bete [Enumeration of plane partitions and the algebraic Bethe ansatz]. // TMF. – 2007. – T. 150, № 2. – S. 193–203. [in Russian].
14. Feynman R.P., Hibbs A.R. Quantum Mechanics and PathIntegrals. – McGraw-Hill College, 1965. – 365 P.
15. Hoyle F., Narlikar J.V. Cosmological Models in a Conformally Invariant Gravitational Theory–II: A New Model // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 1972. – Vol. 155, no. 3. – P. 323–335.
16. Gersch H.A. Feynman's relativistic chessboard as an Ising model // Int. J. Theor. Phys. – 1981. – Vol. 20, no. 7. – P. 491–501.

А.А. ЖУМАЛИЕВА¹, Ш.Р. КУРБАНБЕКОВ², И.Б. УСЕМБАЕВА³

¹*Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің магистранты
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: zhumaliyeva.aidana98@mail.ru*

²*PhD, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің доценті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: sherzod.kurbanbekov@ayu.edu.kz*

³*PhD, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық
қазақ-түрік университетінің аға оқытушысы
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: indira.usembayeva@ayu.edu.kz*

БОЛАТТАРДЫҢ ФИЗИКА МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТІНЕ ЭЛЕКТРОЛИТТІ ПЛАЗМАЛЫҚ ӨНДЕУДІҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Бұл мақалада әртүрлі зерттеу жұмыстарының электролиттік плазмалық термиялық өңдеу беттік қабатты өңдеу процессінде жалпы атауымен жіктелген салыстырмалы түрде жаңа электрохимиялық өңдеу процестері бойынша зерттеу деректеріне шолу берілген. Шолу осы жаңа өнеркәсіптік көзқарас процессі және оны қамту бойынша зерттеу жұмысын кеңейту үшін жасалады. Беткі қабатты өзгерту және жабу үшін оны пайдалану перспективаларына ерекше назар аударылады. Әртүрлі металдардың беткі қасиеттерін жақсарту процесінің мүмкіндіктерін көрсету үшін электролиттік плазмалық өңдеудің әртүрлі түрлері талқыланды. Қолданыстағы термиялық өңдеу процестерімен салыстырғанда өңдеу аз уақытты алады, үнемді, экологиялық таза және динамикалық болып табылады. Оның динамикалық қабілеті кішкене өзгерістерді енгізу арқылы бір эксперименттік қондырғыда қатайту үшін цементтеу, азоттау, жабу, тазалау, жылтырату және т.б. операцияларды орындауға мүмкіндік береді. Электролиттердің өңдеу режимдері мен құрамы, өңделген қабаттардың құрылымдық ерекшеліктері, олардың микроқаттылығы мен бетінің кедір-бұдырлығы, әртүрлі орталарда трибологиялық және коррозияға қарсы, яғни физика механикалық қасиеттері бойынша сынау деректері көрсетілген. Жалпы болаттар тозуға қарсы және коррозияға төзімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік беретін өңдеу жағдайлары анықталды. Электролиттік-плазмалық өңдеудің болашағы туралы тұжырым жасалды, осы әдістің артықшылықтары мен кездесетін шектеулері, оның ішінде одан зерттеудің одан ары күтілетін бағыттары атап өтілді.

Кілт сөздер: Электролиттік-плазмалық өңдеу, цементтеу, азоттау, борлау, тозуға төзімділігі, микроқаттылық.

A.A. Zhumaliyeva¹, Sh.R. Kurbanbekov², I.B. Usembaeva³

¹*Master's student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: zhumaliyeva.aidana98@mail.ru*

²*PhD, associate professor of*

*Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: sherzod.kurbanbekov@ayu.edu.kz*

³*PhD, senior lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: indira.usembayeva@ayu.edu.kz*

Influence of electrolytic plasma treatment on the physical and mechanical properties of steels

Abstract. This article presents an overview of research data on new electrochemical processing processes, classified under the general name of the process of electrolytic-plasma surface heat treatment from various research papers. The review is made to expand the research work on this new process of industrial vision and coverage. Particular attention is paid to the prospects of its use for modifying and coating surfaces. Various types of electrolytic plasma treatment have been discussed to illustrate the possibilities of the process for improving the surface properties of various metals. Compared to existing heat treatment processes, the treatment takes less time, is economical, environmentally friendly and dynamic. Its dynamic capabilities include carburizing, nitriding, plating, cleaning, polishing, etc. to harden in one pilot plant by making small changes to enable operations. The processing modes and composition of electrolytes, structural features of the processed layers, their microhardness and surface roughness, tribological and anticorrosion, i.e. physical and mechanical properties in various environments. In general, processing modes have been determined that allow a significant increase in the antiwear and corrosion resistance of steels. A conclusion is made about the prospects of electrolytic-plasma treatment, the advantages and limitations of this method are noted, including the proposed directions for further research.

Keywords: Electrolyte-plasma treatment, cementation, nitriding, boration, wear resistance, microhardness.

А.А. Жумалиева¹, Ш.Р. Курбанбеков², И.Б. Усембаева³

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

(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: zhumaliyeva.aidana98@mail.ru

*²PhD, доцент Международного казахско-турецкого университета
имени Ходжи Ахмеда Ясауи*

(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: sherzod.kurbanbekov@ayu.edu.kz

³PhD, старший преподаватель

Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясауи

(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: indira.usembayeva@ayu.edu.kz

Влияние электролитной плазменной обработки на физико-механические свойства сталей

Аннотация. В данной статье представлен обзор данных исследований относительно новых процессов электрохимической обработки, классифицируемых под общим названием процесса электролитно-плазменной термической обработки поверхности из различных исследовательских работ. Обзор сделан для расширения исследовательской работы по этому новому процессу промышленного зрения и охвата. Особое внимание уделено перспективам его использования для модификации и покрытия поверхностей. Были обсуждены различные виды электролитно-плазменной обработки, чтобы проиллюстрировать возможности процесса улучшения свойств поверхности различных металлов. По сравнению с существующими процессами термообработки обработка занимает меньше времени, является экономичной, экологически чистой и динамичной. Его динамические возможности включают цементирование, азотирование, покрытие, очистку, полировку и т.д. для упрочнения в одной экспериментальной установке путем внесения небольших изменений позволяет выполнять операции. Показаны режимы обработки и состав электролитов, особенности строения обрабатываемых слоев, их микротвердость и шероховатость поверхности, трибологические и антикоррозионные, т.е. физико-механические свойства в различных средах. В целом определены режимы обработки, позволяющие значительно повысить противозносную и коррозионную стойкость сталей. Сделан вывод о перспективах

электролитно-плазменной обработки, отмечены преимущества и ограничения этого метода, в том числе предполагаемые направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: Электролитно-плазменная обработка, цементация, азотирование, борирование, износостойкость, микротвердость.

Кіріспе

Болаттан жасалған бұйымның беткі қабаты бор, азот, цемент арқылы қаныққан өңдеу өнеркәсіптік ауқымда салыстырмалы түрде кеңінен қолданыла бастады. Электролит-плазмалық металдар мен қорытпаларды өңдеу жаңа технологиялық мүмкіндіктерімен зерттеушілердің назарын аударатыны белгілі [1]. Металдардың бетін өңдеу қызмет ету мерзімін ұзарту, пайдалану сипаттамаларын жақсарту және металл компоненттеріне эстетикалық көрініс беру үшін жүзеге асырылады. Болаттың тозуға төзімділігі, қаттылығы және коррозияға төзімділігі сияқты беттік қасиеттерін қатайту, азоттау, карбюризация және нитрокарбонизацияны қамтитын бетті өзгерту процестері арқылы жақсартуға болады. Сол сияқты, белгілі бір материалдың қорғаныс қабатын металдардың бетіне де қолдануға болады [2].

Болат әр компонентті өндіруде қолданылатын өнеркәсіпте беткі қабатты жақсарту болатқа қажетті механикалық қасиеттер беруде маңызды рөл атқарады. Пресс-кұралдар цехтары, автомобиль компаниялары, пресс бөлшектерін өндірушілер, аэроғарыш өнеркәсібі, кеме жасау, биомедициналық жабдықтар өндірісі, қару - жарақ өнеркәсібі, бұның барлығы болат қарапайым металл болып табылатын салалар, сондықтан болаттың қасиеттерін әр түрлі әдістермен жақсарту маңызды болады [3].

Дәстүр бойынша, тек болатты жылыту және салқындату уақыт өте келе бетті өңдеудің ең кең таралған әдісі болды, бетті өңдеудің әртүрлі әдістері дамыды. Кәдімгі термиялық өңдеу металды пеште қыздырудан және ауаны, суды немесе майды салқындатудан тұрады. Болат бетінің қасиеттері жаңарту үшін қолданылатын басқа термиялық өңдеу процестері де бар, мысалы, азоттау, көміртектендіру, вакуумдық термиялық өңдеу, криогендік термиялық өңдеу, лазерлік термиялық өңдеу, иондық сәулелік термиялық өңдеу және т.б. [4]. Бұл процестердің барлығы қымбат конфигурацияны қажет етеді, өңдеу уақыты ұзағырақ, кейбір процестер экологиялық таза емес, ал кейбіреулері көлемді жабдықты қажет етеді.

Электролиттік плазмамен өңдеу - бұл барлық кемшіліктерді жоюдың жаңа әдісі. Бұл оның қажетті механикалық қасиеттерді сәтті жақсарту алатынын дәлелдейді. Сағат пен күнді қажет ететін дәстүрлі термиялық өңдеу процестерімен салыстырғанда уақыт әлдеқайда аз, шамамен бірнеше минут. Сонымен қатар, өте арзан жабдық қажет және процестің өзі экологиялық таза болып табылады.

Бұл процесс арқылы машина бөлшектерінің атмосфералық жағдайда қажалу мен тот басуға төзімділігін арттыру және өңдеу жағдайында өте үлкен градууста беріктілік қалпын сақтау өзекті мәселе. Осы себептен аз уақыт аралығында жоғары температурада болаттың беткі диффузиялық қабатының беріктілік қасиетін жоғарылату үшін осы тақырып таңдалынды.

Бұл шолудың мақсаты – өнеркәсіп саласында машина бөлшектері үшін беткі қабатын бормен, цементпен және азотпен толтыру әдісін электролиттік плазмалық ортада жүзеге асыру кезіндегі болаттың трибологиялық қасиеттерін зерттеу және оның қолдану аясын анықтау және проблемалар туындайтын аймақтарды зерттеу үшін плазмалық-электролиттік өңдеу деп аталатын жаңа термиялық өңдеу әдісінің әртүрлі аспектілерін зерттеу және назар аудару.

Осы тақырып бойынша шетелдік зерттеушілер орташа көміртекті болаттың тозуға төзімділігі мен коррозияға төзімділігіне плазмалық электролиттік азоттау, цементтеу, борлау және жылтыратудың технологиялық параметрлерінің әсерін қарастырған. Жалпы кез келген

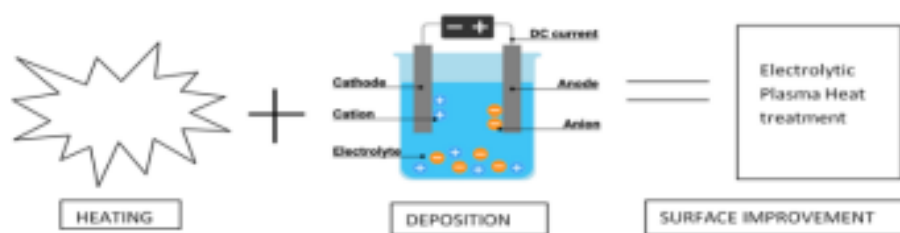
болаттарды цементтеу, азоттау, карбониттеу, борлау процесстерін жүргізу режимдері АҚШ, Қытай, Ұлыбритания, Жапония, Ресей, Беларусь және басқа елдердің зерттеулерімен анықталған[1-3].

Бұл электролиттік плазмалық процесс металды жоғары температурада қыздыру үшін плазма жасау үшін жоғары кернеуде жүзеге асырылатын электролиз процесі. Плазма мен электролиздің тіркесімі 1-суретте көрсетілгендей бетті термиялық өңдеу технологияларына жаңа үлес қосты.

Заттың үш күйі бар: қатты, сұйық және газ тәрізді. Сонымен қатар, газ күйінен тыс төртінші күй бар және ол плазма деп аталады. Егер жылу қолданылса сұйықтыққа айнала отырып, ол жоғары температурада буланып, сұйық күй газ күйіне өтеді. Бұл газ тәрізді зат одан әрі қызған кезде бос электрондар бөлшектерден бөлініп, бос электрондары бар оң иондар түзіледі. Бұл бос электрондар электр тогын өткізеді. Плазманың пайда болу фазасы өте қысқа уақыт ішінде жану разрядымен белгіленеді және бұл жарқыл металды 2000°C дейін қыздыруы мүмкін. Бұл жылу металдардың бетін өзгерту үшін қолданылады [5].

Болат бетін өзгерту үшін сыртқы байланыспен болат бетіне көміртегі немесе азот бөлшектерін қолдану қажет болуы мүмкін. Мұны электролиз арқылы жасауға болады, онда көміртегі немесе азот атомдары электродқа белгілі бір электролитке батырылған электродқа жоғары кернеу беру арқылы тұндырылады. Бұл электролит электр тогын өткізуде маңызды рөл атқарады. Плазма мен электролиздің комбинациясы бетті электролиттік плазмалық өңдеу деп аталатын бетті өңдеудің жаңа әдісін жүзеге асыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Кәдімгі электролиз процесінде электродтарға берілетін кернеу электролиттік плазма әдісімен салыстырғанда айтарлықтай аз, оның кернеуі 200В-тан 400В-қа дейін болады. Дайындама катод немесе анод болуы мүмкін. Егер катод дайындама ретінде жұмыс істесе, онда бұл катодты плазмалық электролиттік термиялық өңдеу, ал егер анод үлгі ретінде жұмыс істесе, онда бұл анодты плазмалық электролиттік термиялық өңдеу процесі болады. Кәдімгі электролизге қарағанда электрлік потенциалды қолдану өте үлкен болғандықтан, электрод бетіндегі газдың бөліну тығыздығы өте жоғары, бұл электр разрядымен бірге электродтың айналасындағы үздіксіз газ қабығына әкеледі. Бұл электр разряды үлгіні бірнеше секунд ішінде қайта кристалдану температурасынан жоғары қарқынды қыздыруға жауап береді. Үлгі содан кейін қуат көзін өшіру арқылы сол электролитте сөндіруге болады. Өртүрлі зерттеу жұмыстары плазмалық-электролиттік термиялық өңдеуден кейін болат бетінің қасиеттері айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді.

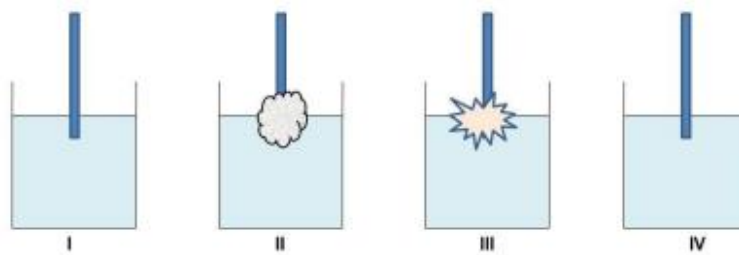


1-сурет – Электролит пен плазманың үйлесімінің материал бетінің қасиеттерін жақсартуы [6]

Қазіргі уақытта мамандар электролиттік-плазмалық тәсілмен қорғаныш жабындарын жоюдың бірегей технологиясын жасауға бағытталған зерттеулермен белсенді айналысады. Бұл технология Электрохимиялық өңдеудің жетілдірілген нұсқасы болып табылады. Электролит ретінде Бейорганикалық тұздар негізінде дайындалған улы емес ерітінділер қолданылады. Негізгі мазмұны электролит компоненті – 10%-дан аспайды. Өңдеу импульстік немесе тұрақты кернеудің (200-400В) әсерінен жүзеге асырылады, оның белгілі бір мәні материалдың маркасына байланысты таңдалады. Егер электролитке батырылған өңделетін

бөлік жоғары кернеуге ұшыраса, онда оның бетінде бу-газ қабаты пайда болады, ол бөліктің беті мен электролит арасындағы интерфейс қызметін атқарады. Бу-газ қабатының қалыңдығы ~ 50 мкм, сондықтан жоғары кернеудің әсері беттің микро шығыңқы жерлерінде импульстік микро разрядтардың пайда болуына әкеледі. Микроразрядтардың әсерінен қорғаныс жабыны ериді және бұзылады [7]. Электролитті-плазмалық өңдеу тұрақтылықтың әртүрлі деңгейімен сипатталады, көбінесе қалыптасқан бу-газ қабатының монолиттілігі мен тұрақтылығымен анықталады. Бұл сапа өз кезегінде электролитті электролиттің гидродинамикалық көрсеткіштері, жылу факторлары және басқа параметрлер молекулалық қасиеттеріне байланысты. Электролитті-плазмалық өңдеу технологиясы бетті одан әрі жабуға дайындауда белсенді қолданылады. Өңдеу процесінде беттің кедір-бұдырлығын екі есе азайтуға және материалға қажетті жылтыр беруге болады. Баламалы әдістермен салыстырғанда электролиттік-плазмалық өңдеудің белгілі бір артықшылықтары бар, олардың арасында өнімділіктің жоғарылауын, сондай-ақ өңделетін материалдың беткі қабатының құрылымының өзгеру белгілерінің болмауын атап өтуге болады. Сонымен қатар, өңдеуден кейін бетті алдын-ала майсыздандырусыз жабынды қайта жағуға болады [8].

Электролитті-плазмалық өңдеу процесін төрт негізгі фазаға бөлуге болады, олар өңделетін электродтың айналасында бу түзуден басталады. 2-суретте электролиттік плазма процесінің кезеңдері көрсетілген, онда қуат берілгеннен кейін температура көтеріле береді және плазма пайда болған кезде ең жоғары нүктеге жетеді. Плазма жарқырай бастағаннан кейін қуат көзі сөніп, электрод сол электролитте қатаяды.



2-сурет – Электролиттік плазмалық өңдеу кезеңдері: I) қоректендіруді қосу; II) будың пайда болуы; III) плазманың пайда болуы; IV) қатаю [6]

Катодты сөндіру мақсаттары үшін кернеу көзін өшіргеннен кейін сол электролитте салқындатуға болады, бұл сөндіру процесінің талабы. Үздіксіз плазмалық қабық фазасында электролиттердің бетіне көміртек пен азот атомдарын қолдануға болады.

Анодты беттік қабаттарды металл болып табылмайтын элементтермен (1-кестеде көрсетілген) қанықтыру әдетте жай ғана бейорганикалық тұздардың сулы ерітінділерімен, тиісті элементтері мен кейбір органикалық қосылыстары бар қажетті тұздармен жүзеге асырылады [8].

1-кесте – Электролит плазмалық өңдеу процестеріне арналған электролит құрамы

Процесс	Мақсаты	Электролит құрамы
Азоттау	Беттік қаттылықты, тозуға және коррозияға төзімділікті, шаршауға төзімділікті жақсарту	NaNO ₃ , 45%
Карбюрзация	Беттік қаттылықты, тозуға төзімділікті, шаршауға төзімділікті жақсарту	C ₃ H ₅ (OH) ₃ , 15%; Na ₂ CO ₃ , 5%

Байланыстыру	Беттік төзімділікті, ыстыққа төзімділікті және тозуға төзімділікті жақсарту	Na ₂ B ₄ O ₇ , 3%; NaOH, 45%
Карбюризация+азоттау	Беттік қаттылық пен тозуға төзімділікті жақсарту	C ₃ H ₅ (OH) ₃ , 15%; Na ₂ NO ₂ , 45%
Карбюризация+бормен қанықтыру	Беттік қаттылық пен тозуға төзімділікті жақсарту	Na ₂ B ₄ O ₇ , 3%; NaNO ₂ , 45%
Азоттау+бормен қанықтыру	Беттік қаттылық пен тозуға төзімділікті жақсарту	C ₃ H ₅ (OH) ₃ , 15%; Na ₂ B ₄ O ₇ , 3%; NaNO ₂ , 45%

Шойын негізіндегі тарату білігінің катодты-электролиттік плазмалық қатаюы жүргізілді және шойын негізіндегі автомобиль тарату білігінің қаттылығы 5 мм қаттылық тереңдігімен 60HRC дейін жоғарылағаны байқалды [9]. Қалыңдығы 20 мкм, қаттылығы шамамен 460HV болатын қабат 850°C температурада плазмалық-электролиттік азоттау арқылы титан қорытпасы жағдайында 5 минут ішінде ғана алынды [3]. 950HV ең жоғары микроқаттылыққа плазмалық электролиттік азоттау арқылы қол жеткізіледі, сонымен қатар бетінің кедір-бұдырлығы 4,5-тен 1,9 мкм-ге дейін төмендеді [10].

Плазмалық электролиттік жылтырату өңделмеген болатпен салыстырғанда беттің кедір-бұдырлығын 2 есе, азотталғанмен салыстырғанда 2,8 есе азайтуды қамтамасыз ететіні анықталған. Оңтайлы технологиялық параметрлерде аралас өңдеу өңделмеген болатпен салыстырғанда микроқаттылықтың 1130 HV дейін жоғарылауына, тозуға төзімділіктің 70 есе артуына және коррозия тығыздығының 3 есеге жуық төмендеуіне әкеледі [11]. Тағы бір шетелдік зерттеушілердің жұмысы бойынша Ce-Nd қорытпаларын 650°C температурада 25 сағат бойы диффузиялық жұптық сынаудың 72 сағаттық азотталған хром жабынының диффузиялық ауданы 17,500мкм² дейін байқалатын өңделмеген хром жабынынан айырмашылығы – көзге көрінетін өзара қатынасы бар диффузиясыз тамаша тосқауылдық қасиеттерге ие екенін көрсетті [12]. Орташа ток күші 2,6 А және электрон энергиясы 200 эВ бірдей үздіксіз және импульстік режимдерде түзілетін электронды сәуленің плазмасында 12X18H10T тот баспайтын болатты төмен температурада 400°C азоттау кезінде шыңдалған қабаттың түзілуі зерттелді. Импульс кезінде беттің қарқынды ионды шашырауына қарамастан, азоттаудың екі режимінде де қабат қалыңдығы мен қаттылығының бірдей мәндері алынды, бұл азоттау процесінде бейтарап атомдық азоттың басым рөлін көрсетеді [8].

Электролиттік плазма процесі тұрақты ток әдісімен және импульстік ток әдісімен зерттелді. AISI 1050 болатының беттік қатаюы үшін импульстік ток әдісі тұрақты ток әдісімен салыстырғанда аз кернеу мен уақытты қажет ететіні дәлелденді [13]. Карбонил темір ұнтағының коррозияға төзімділігі плазмалық электролиттік тұндыру арқылы карбонил бетіне SiO₂ қабатын қолдану арқылы жақсарды [14]. SS304 коррозиялық әрекеті де зерттелді, онда шар диірменінде ұнтақталған үлгілер алдымен күйдіріліп, содан кейін электролиттік плазмамен өңделді. Коррозияға төзімділік айтарлықтай жақсарғаны анықталды [15]. Магний қорытпасына оксидті жабынның тұндыру жылдамдығы импульстік поляризация режимінде электролиттік плазма процесін қолдану арқылы артады. Электролиттік плазма процесін қолдана отырып, дәйекті жабу және жылтырату мүмкін, бұл процесті динамикалық және көп функциялы етеді. Құрылымдық болат пен титан қорытпаларын борирлеу электролит-плазмалық процесті қолдану арқылы жүзеге асырылды. Құрылымдық болат және титан

қорытпасы жағдайында коррозияға төзімділік айтарлықтай жақсарды, сондай-ақ тозуға да төзімділік байқалды [16].

Отандық зерттеушілер электронды микроскопиялық зерттеулерді бағалау және өлшеулерді талдау арқылы беткі қатаюу сәйкесінше 60% және 40% көлемдік үлестері бар пакеттік-пластиналық мартенситтің және тиісінше пакеттік-пластиналық мартенсит кристалдарындағы 5% және 7% үлестері бар қалдық аустенит түріндегі γ -фазаның, сондай-ақ фазалық Карбид бөлшектерінің, атап айтқанда 0,6 пластиналық мартенсит кристалдарындағы үлестері бар цементиттің пайда болуына әкелді, тиісінше 0,6% және 1,5%, және $M_{23}C_6$ кешенді карбиді, сәйкесінше 0,15% және 0,35% пакеттік-пластиналық мартенсит кристалдарындағы үлестері бар. Электролитті плазмалық қатайтудан кейінгі пакеттің және плиталық мартенситтің скалярлық тығыздығы (ρ) сәйкесінше $3,78 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$ және $3,0 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$, бұл бастапқы күйден 1,5 есе жоғары; пакеттің және плиталық мартенситтің ұзақ әсер ететін ішкі кернеулерінің амплитудасы $\sigma_d = 285 \text{ МПа}$ және $\sigma_d = 270 \text{ МПа}$ құрайды. ал пакеттің ығысу кернеулерінің амплитудасы мен пластиналық мартенсит $\sigma_L = 390 \text{ МПа}$ және $\sigma_L = 345 \text{ МПа}$ мәндеріне ие, яғни $\sigma_L > \sigma_d$ шарты орындалады, бұл өз кезегінде иілудің, кристалл торының бұралуының пластикалық сипатын растайды[6]. Басқа да отандық зерттеушілердің еңбегі бойынша, модификацияланған бет құрылымын алу үшін $20\text{Cr}_2\text{Ni}_4\text{A}$ болатты плазмалық электролиттік цементтеу әдісін қолданып, беттік қатайту процесі 20% натрий карбонаты мен 20% сулы электролит ерітіндісінде жүргізілген. Үлгі ферритті-перлиттік құрылымнан тұрады, яғни бөлік өзінің тұтқыр өзегін сақтайды, ал беткі қабатында карбид бөлшектері болған. Қатайту процесі мартенситтің өзгеруін және беткі қабатта карбид бөлшектерін құруды тудыра отырып, беткі қабаттарда карбид бөлшектерінің болуы трибомеханикалық көрсеткіштерге оң әсер еткен. Ұзындығы 600 мкм шыңдалған құрылым 520 ВВ-қа дейін қаттылықты арттырып, тозуға төзімділігі 2,5 есе жоғары болатын көрсеткішке қол жеткізген [17].

Электролиттік плазмалық өңдеу болаттың тозуға төзімділігі мен коррозияға төзімділігін сәтті арттыра алатыны дәлелденді. Сонымен қатар, аспаптық болат жағдайында құралдың қызмет ету мерзімін ұзарту үшін қаттылықтың айтарлықтай тереңдігіне қол жеткізуге болады. Тәжірибенің бір қондырғысы қатайту, азоттау, карбонитрлеу, қаптау, жылтырату және тазалау сияқты бетті өңдеудің әртүрлі түрлерін орындай алады. Дегенмен, процесс болаттың, сондай-ақ алюминийдің әртүрлі түрлері үшін орындалса да, бүгінгі күнге дейін материал тұрғысынан стандартталған термиялық өңдеу циклі жоқ. Сонымен қатар, плазманың түзілуі лездік процесс болғандықтан және бірнеше секунд ішінде жүретіндіктен, біздің қажеттіліктерімізге сәйкес шығыс параметрлерін алу үшін процестің кіріс параметрлерін тұрақтандыру қиынға соғады. Қолданыстағы техникалық мәселелерге байланысты бұл процесс әлі де дамып келеді және криогеника және вакуумдық термиялық өңдеу сияқты басқа процестер сияқты бүкіл әлемде коммерцияланбаған.

Құрал-саймандар мен машина бөлшектерінің бетін қатайтатын термиялық өңдеу үшін технологиялық лазерден, электронды зенбіректерден немесе жоғары жиіліктегі токтардан жылу қолданылады. Бірақ жабдықтың жоғары құны және материалдық-энергетикалық ресурстарды пайдаланудың төмен тиімділігі осы технологияларды қолдануды шектейді. Коррозиялық ортадағы компоненттердің тозуға төзімділігін плазмалық электролиз арқылы жақсартуға болады. Мысалы, Жақсы тозуға төзімділік құрамында гидрокөміртекті және фосфорлы қосылыстар бар ортада алынады. Мұнда оксид қабаттарының тозу механизмі металдың өзінен ерекшеленеді [18]. Металдардың механикалық және коррозиялық қасиеттерінің нашарлауы бір уақытта болуы мүмкін. Керісінше, оксид бетінде бұл процестер бөлек жүруі мүмкін. Тозу контртелмен жанасатын жерлерде болады, ал коррозия оксид қабатының тесіктерінде болады [19].

Борланған болаттар қатты темір боридтерінің түзілу есебінен түзілген цементтеумен немесе нитроцементтеуден салыстырғанда тозуға төзімділік бойынша өте жақсы көрсеткішке

ие болады. Сонымен қатар, бордың диффузиялық қанығуы қаттылықтың (800°C дейін), ыстыққа төзімділіктің ($900-950^{\circ}\text{C}$ дейін), сонымен қатар көміртекті болаттардың бейорганикалық қышқылдардың сұйылтылған сулы ерітінділерінде (атап айтқанда күкірт, тұз, азот және фосфор) коррозияға төзімділігі жоғарылауына ықпал етеді, Борлау әр түрлі ортада жүзеге асырылуы мүмкін. Дәстүрлі әдістерге ұнтақ қоспаларында (қатты борлау), электролизді, сұйық (электролизсіз) және газды борлау жатады [14-15]. Қатты фазадан бормен қанықтыру ферробор немесе аморфты бор және бор карбиді ұнтақтарында жүзеге асырылады. Еріткіштер ретінде кремний карбиді мен алюминий оксидін пайдаланады және активаторлар ретінде аммоний хлорид, натрий карбонаты, аммоний, калий немесе натрий фторобораттары қызмет етеді. Мысалы, 6 сағат ішінде 950°C температурада орташа көміртекті болат (0,45% C) қаттылықты 261РМ ден 1193РМ дейін арттыру арқылы Fe_2B боридінің пайда болуына әкеледі [20]. Электролиздік борлау Шығыс Еуропа елдерінде кең таралған, $0,2-0,25 \text{ A/cm}^2$ ток тығыздығында катод ретінде қызмет ететін бор балқымаларында өткізіледі. Кері токты қолдану катодты және анодты импульстардың әртүрлі ұзақтығында ток тығыздығын $0,03-0,04 \text{ A/cm}^2$ дейін төмендетуге мүмкіндік береді және пассивті тұнбаның пайда болуына жол бермеудің алдын алады.

Газбен борлау диборан немесе үш хлорлы бормен сутегі қоспасында жүзеге асырылады және оны төмен температурада жүргізуге болады. Әдістің кемшілігі-улылығы және газдардың жарылыс қаупі.

Соңғы жылдары жаңа борлау әдістері немесе қосымша дәстүрлі процестерге әсер ету ұсынылған. Ең алдымен, жану разрядында плазмалық борлауды атап өткен жөн. Бор хлориді, сутегі және аргон қоспаларында 550°C қыздыру және $1,7 \text{ МПа}$ қысым кезінде армкотемірді өңдеу Fe_2B қабатының жақсы адгезиясымен және FeB қосылымдарын жоюмен микроқаттылықтың 2000 HV дейін жоғарылауына әкеледі. Электронды-сәулелік өңдеуден кейін борланған үлгілер оң нәтиже береді. $10^{-3}-10^{-5} \text{ Па}$ қысым кезінде электрондардың сәулеленуі 940°C кезінде 3 сағат ішінде бор карбиді ұнтағында боризациядан кейін пайда болған кристалдық құрылымды модификацияны 10 с уақыт аралығында тудырады [21].

Қарастырылған әдістер, әдетте, балқымалар немесе газдарда, ұнтақтарда борлау кезінде бірнеше сағатқа созылатын технологиялық цикл айтарлықтай ұзақтығымен сипатталады. Жылдам, бірақ қымбат болатын электрондық әдістер – сәулелік немесе лазерлік жабынды өңдеу процесі жабу процедураларын қоса есептемегенде бірнеше минут ішінде орындалады. Соңғы жылдарда белгілі бір артықшылықтарға ие қорытпаларды және металдарды электролитпен плазмалық борлау әдісі сәтті дамуда. Бұл процесс бірнеше минут ғана уақытты алады және алдын ала дайындықты қажет етпейді, сонымен қатар оңай өңделетін бетті кейіннен улы заттарды қолданбай арзан жабдықтар арқылы электролизбен сол күйінде қатайтады.

Ұсынылған шолудағы нәтижелерді талдау дәстүрлі тәртіпте, яғни бір жағынан өңдеу шарттары мен әдістері мен алынған құрылымдар арасындағы байланысты анықтай отырып, екінші жағынан, содан кейін өзгертілетін металдар мен қорытпалардың қасиеттері талқыланады. Одан әрі қарай, электролитпен плазмалық борлау негізгі әдістері, атап айтқанда, қуат көздерінің түрлері, тандалған гидродинамикалық жағдайлар және процестің полярлығы қарастырылады және жіктеледі. Содан кейін алынған құрылымдар, олардың элементтік және фазалық құрамы, сондай-ақ бор мен басқа элементтермен қанықтырудың әртүрлі жағдайларындағы микроқаттылық талданады. Тозуға төзімділікке айтарлықтай әсер ететін беткі қабаттың маңызды трибологиялық қасиеттерінің бірі – қаттылық [22].

Электролиттік-плазмалық борлау әдістерін, осы жағдайларда басқа диффузиялық қанықтылық сияқты, әртүрлі белгілерге қарай жіктеуге болады. Ең алдымен, бұл қыздыру және қанықтыру бу-газ қабығы ортасының күйін анықтайтын өңделетін бөліктің полярлығы. Катодтық процестер жеткілікті ток тығыздығымен доғаға айналуы мүмкін жану түріндегі дамыған электр разрядтарымен сипатталады. Бұл бөліктің температурасын реттеуді

қиындатады, қызып кету және оның кедір-бұдырының жоғарылауымен бетінің сөзсіз эрозиясы оған қауіп төндіреді. Кез-келген полярлықта электролиттердің сулы ерітінділерінде өңдеу жүргізілсе, су буының едәуір мөлшері болады. Дегенмен тотығу дәрежесі катодты өңдеу кезінде бөліктің материалы айтарлықтай аз, мүмкін сутегінің болуы және оттегінің болмауы әсер береді.

Анодпен өңдеу кезінде бөліктің температурасы 1000-1100⁰С-ден аспайды, өйткені металл катодсыз доғалық разряд мүмкін емес, ал разрядтардың басқа түрлері маңызды рөл атқармайды. Бұл жағдайда бу газды қабық өткізгіштігі негізінен сулы ерітіндіден шығарылған электролит аниондарымен жүзеге асырылады. Анод бөлігінің бетіндегі электрохимиялық реакциялар маңызды рөл атқарады.

Қатайтылған қабаттардың тозуы

Борлау. Н13 болатының тозуға төзімділігі құрамында бор мен натрий гидроксиді бар ерітіндідегі электролиттік-плазмалық борлаудан кейін, өңдеу температурасы 900⁰С-ден 960⁰С-ге дейін жоғарылағанда айтарлықтай артады. Үлгілер сыналды абразивті тозу кремний карбидінің қарсы корпусы бар саусақ-диск схемасы бойынша қалыпты жүктеме 50Н, тұрақты айналу жылдамдығы 200 айн/мин [23]. Жаппай тозу өңделмеген үлгіге қарағанда 12 есе төмендеді. Тиісінше, бақылау үлгісінің үйкеліс жолындағы зақымданулар соңғысының бетінде нанокұрылымдық қабаттың пайда болуына байланысты боратталғанға қарағанда едәуір жоғары. Болаттан жасалған үлгілер бор қышқылы (5%) және аммоний хлориді (10%) ерітіндісінде бортқа алынды [24]. Сынақтар диаметрі 6,35 мм мойынтіректі болаттан жасалған шармен 5 Н жүктемеде және 9,4 м/с сырғанау жылдамдығында жүргізілді. Үйкеліс жолының радиусы 5 мм, үйкеліс жолы 240 м болды. «Литол» майлау сынақтарында контртеле 45 болаттан жасалған диск ретінде қызмет етті, 59 HRC дейін қатайтылды, 209 Н жүктеме және 0,49 сырғу жылдамдығы үйкеліс жолындағы 500м/с борланған үлгілердің үйкеліс коэффициенті майлаумен де, құрғақ үйкеліспен де бақылау үлгісіне қарағанда әрқашан төмен екенін көрсетеді [25]. Минималды үйкеліс коэффициенті 0,13-ке тең, электролиттік-плазмалық борлаудан борлаудан кейін 850⁰С температурада, қабаттағы микроқаттылық пен бор концентрациясының ең үлкен мәндеріне қол жеткізілген кезде байқалады. 900⁰С және 950⁰С өңдеу температураларында үйкеліс коэффициенттері беттің кедір-бұдырының жоғарылауына байланысты біршама артады [26].

Бороцементтеу. Глицерин боракс ерітіндісіндегі электролиттік-плазмалық өңдеу цементациядан кейінгі Q235 болат үлгілері 1-3 мкм жоғарғы қабатын алып тастай отырып, құрғақ үйкеліс сынақтарына дейін жылтыратылды [27]. Үлгілердің тозуы диаметрі 4,763 м болатын ZrO₂ керамикалық шарымен жүзеге асырылды, ол 5Н жүктеме мен бөлме температурасында 300 айн/мин жылдамдықпен айналды. Цементтелген үлгілер бюросының үйкеліс коэффициенті бақылау үлгісіне қарағанда тезірек тұрақтанады және электролиттік-плазмалық өңдеу цементация ұзақтығының жоғарылауымен төмендейді. Мұнда микроқаттылықпен корреляция бар. Микроқаттылық неғұрлым жоғары болса, контртелмен нақты жанасу аймағы соғұрлым төмен болады, бұл электролиттік-плазмалық өңдеу цементация ұзақтығының әсерін түсіндіреді [28]. Сонымен қатар, микроқаттылықтың жоғарылауы сынақтар кезінде үйкеліс коэффициентінің шамалы өзгеруімен процесті тұрақтандыруға ықпал етеді.

Жылыту мен салқындатудың балама әдісі.

AISI4140 электролиттік плазмалық термоциклді өңдеуден өткенде, материалдың көлденең қимасының стереомикроскопиялық көрінісі қатаю аймағын және әсер етпейтін аймақты анық көрсетті [29]. Бұл әдісте 300-320В жоғары кернеу бірнеше секундқа беріледі, содан кейін 230-250В төмен кернеу беріледі. Жоғары және төмен кернеуді кезектесіп қолдану қыздыру мен салқындатуға әкеледі, нәтижесінде қалыңдығы небәрі 42 секундта қатайтылған қабат пайда болады. Осылайша, өте қысқа уақыт ішінде процесс параметрлерін оңтайландыру арқылы жоғары қалыңдықты алуға болады. Өңделген үлгінің микроқұрылымы

электролиттік плазмалық сөндіру кезінде қыздыру және салқындату циклдеріне байланысты. Циклдердің аз болуы екі қабаттың пайда болуына әкеледі, атап айтқанда негізгі материалдағы күшейтілген аймақ және өтпелі аймақ [30]. Циклдердің көп болуы үш аймақтың пайда болуына әкеледі, атап айтқанда негізгі материалда балқу аймағы, қатаю аймағы және өтпелі аймақ. Қаттылық тереңдігі циклдар санының артуымен артады. Дегенмен, оңтайлы күй талабы бар.

Конструкциялық болат үлгілерін электролитті плазмалық азоттау катод режимінде 20% натрий карбонаты мен 10% карбамидтің электролитті сулы ерітіндісінде жүргізілді. Болатты азоттау температурасына дейін қыздыру үшін электродтар арасында 2с ішінде 320В кернеу берілді, содан кейін кернеу өшірілді, ал болат үлгісі жылу бетінен материалдың негізіне және ағып жатқан электролитке байланысты тез салқындатылды. Нәтижесінде өңделмеген болатпен салыстырғанда қалыңдығы 35мкм болатын жаңа қабат пайда болды, сонымен қатар микроқаттылықтың 1200 HV дейін жоғарылауына, тозуға төзімділіктің 75 есе, жылдамдығының 4,6 есе артуына және коррозия тығыздығының 2 есеге жуық төмендеді [31]. Бұл жердегі морттылық, сынғыштық – жылдам өңдеу кезінде металдың жарылып, сыну процесінің сипаттамасы. Бұл кемшілік болаттың қыздырылған күйде әртүрлі механикалық өзгерістерге төтеп беруіне, соғуға, дәнекерлеуге төзімділігін азайтады [32].

Тұндыру әдістері

Болат бетіне көміртект, азот, бор тұндыру электролиттік плазмалық термиялық өңдеу арқылы сәтті жүзеге асырылды. Q235 болатты өндегеннен кейін электролиттік плазмалық карбонитрлеу кезінде 75 мкм ең үлкен қалыңдығы 750HV дейінгі қаттылық мәнімен небәрі 75 секундта алынғаны анықталды [33]. Уақыт пен қаттылық арасындағы байланыс зерттелгенде, жоғары уақыт кезінде қаттылық тереңдігі-жоғары қаттылық профилі аз өңдеу уақытының профиліне қарағанда кеңірек болғаны байқалды. 75с-тан асатын ұзақ өңдеу уақытында карбид қабаттың сапасы торлы үлгіге байланысты нашарлады [34]. Аспаптық болатты электролиттік плазмалық азоттау арқылы өңдеу кезінде максималды микроқаттылыққа коррозияға төзімділіктің жақсаруымен 1280HV кезінде қол жеткізілетіні анықталды [35].

Борлау. Құрамында бор бар ең көп таралған компонент-натрий тетрабораты (боракс), бірақ оның ерітінділерінің меншікті электр өткізгіштігі тиімді қанықтыру үшін әрдайым жеткіліксіз болады. Осы себепті катодты электролиттік плазмалық борлау үшін жұмыс істейтін электролиттер ереже бойынша, қосымша құрамында натрий гидроксиді бар. Төмен көміртекті және орташа көміртекті болаттарды өңдеу, оның ішінде төмен легирленген 4340, 4140, 1045, 3215 және 1020 (ASTM a29/A29M стандарты), кернеуі 600-ге байланысты 10-15 мин уақыт аралығында микроқаттылығы 900 HV-ден төмен емес қабат боратталған алуға мүмкіндік береді. Авторлар болатта хромның болуы бордың диффузиясына ықпал ететінін, ал көміртегі немесе никельдің алдын алатынын анықтады. 1600 HV максималды микроқаттылығы натрий гидроксиді жоқ 15% боракс бар сулы ерітіндіде 1020 төмен көміртекті болаттан алынады [36].

Бороцементтеу. Қалыңдығы 50 мкм 40X болатта (900°C, 5 мин), 120 мкм 40 болатта (900°C, 10 мин) және армко-темірде 40 мкм (850 мин/с, 5 мин) қатайтылған қабаттар құрамында 8% калий карбонаты, 41% глицерин бар ерітіндіде катодты өндеуден кейін алынды. Q235 болатының катодты электролитті-плазмалық бороцементтеу процесі 290В глицеринмен боракс ерітіндісінің (15%) мысалында зерттелген [37].

Болатты азоттау – қаттылықты, тозуға төзімділікті және коррозияға төзімділікті арттыру үшін болат бөлшектерінің беткі қабатын азотпен толтыру әдісі болып табылады [38]. Сонымен қатар жоғары сапалы электролит-плазмалық азоттау үрдісі кезінде болаттың беткі қабаттарының сипаттамалары жақсырақ трибологиялық қасиеттерге ие болады, яғни үйкеліс коэффициенті төмендейді. Nb және V компоненттерін қосу ыстық соғылған болаттың микроқұрылымы мен механикалық қасиеттеріне және сәйкес қатайту

механизмдеріне әсері әртүрлі әдістермен зерттеледі, беткі қабатты тазартуды, дислокацияны шыңдауды, ерітіндіні қатайтуды және тұндыруды қамтиды [39].

Электролитті-плазмалық борозоттау және боронитроцементтеу. Бор, азот және көміртекті қанықтырудың әртүрлі нұсқалары Н13 болатты катодты өндеуде зерттелген [40]. Электролиттік-плазмалық нитроцементтеу карбамид ерітіндісінде, Электролитті-плазмалық борозоттау борак пен нитрит ерітіндісінде жүргізіледі. Барлық үлгілер 15 минут ішінде 900°C температурада қаныққан, содан кейін электролитте қатайтылған. Қалыңдығы 20 мкм нитроцементтелген қабат алынды, оның тұтастығы төмен және жарықтары бар болған.

Борозоттау және боронитроцементтеу. Н13 болатының тозуға төзімділігі оның әр түрлі электролиттердегі электролитті-плазмалық нитроцементтеу, борозоттау, бороцементтеу және боронитроцементтеуден кейін зерттелді [41]. Сынақтар SiC контртелімен «саусақ-диск» схемасы бойынша және бөлшектердің өлшемдері шамамен 4,5 мкм болатын абразивті-кварц құмын беру кезінде жүргізілді. Қалыпты жүктеме әрбір 500 м сайын жаппай тозуды өлшей отырып, үйкеліс жолында 200айн/мин үлгілердің айналу жылдамдығы 3500 м-ге дейін 50 Н құрады. Электролиттік-плазмалық азоттаудан кейінгі өңделген болаттың тереңдігі бойынша микроқаттылықтың өзгеруі көрсетілген. Болаттың микроқаттылық туралы деректер құрылымның қалыптасуын растады. Микроқаттылық болаттың бетіне жақын жерде айтарлықтай артады. Өтпелі аймақтың табиғаты қатайтылған қабаттан негізге тегіс ауысуды қамтиды, ал өтпелі аймақтың микроқаттылығы негізге қарағанда сәл аз, ал негіздің микроқаттылығы өзгермейді [42]. Трибологиялық қасиеттер дегеніміз тозу, үйкеліс және қажалу, тоттану, майлау туралы сипаттайтын қасиеттер, табиғи және жасанды жүйелерде өзара әрекеттесетін беттер мен басқа трибоэлементтер салыстырмалы қозғалыста қалай әрекет ететінін қамтиды. Трибологиялық сынақ нәтижелері плазма-электролиттік қатайту процесі арқылы анықталған беттің кедір-бұдырына байланысты үйкеліс коэффициентінің айырмашылығын көрсетеді [43].

Зерттеу жұмыстарының нәтижелері электролиз плазмасындағы металдар мен қорытпалардың диффузиялық қанығу мүмкіндіктері туралы түсініктерді айтарлықтай кеңейтті. Кейбір болаттар мен титан қорытпаларының қаттылығын, тозуға төзімділігін және коррозияға төзімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік беретін электролиттерді өндеу режимдері мен композициялары анықталды. Дегенмен модификацияланған беттің құрылымдық ерекшеліктерінің оның қасиеттерінің өзгеруімен байланысы мәселелері бірқатар аспектілер зерттелмеген. Белгілі композициялардың боридтік потенциалы сенімді түрде анықталмаған, сонымен қатар жұмыс электролиттеріндегі боракс немесе бор қышқылының көрсетілген концентрациясы жұмыс камерасының көлемі бойынша орташа мәндерді сипаттайды, мұнда ерітіндінің температурасы айтарлықтай ерекшеленеді. Осы себепті борид қабатының сенімді анықталған фазалық құрамы көп фазалы орта арқылы бордың диффузия процесін зерттеумен негізделмеген. Міндет болаттар мен қорытпалардың бор және басқа элементтермен көп компонентті қанығуы жағдайында күрделене түседі. Сондай-ақ бұл беткі қабат құрылымының оның үйкеліс сипаттамаларымен байланысына қатысты болғандықтан көптеген жағдайларда беттік қаттылық, кедір-бұдыр және үйкеліс коэффициенті арасында байланыс жоқ. Ақырында, өндеу сапасының жоғарылауы олардың кедір-бұдырын азайту немесе оксид қабатының бос бөлігін кетіру үшін өнімдерді қосымша жылтыратумен байланысты болуы мүмкін. Электролиттік тәжірибе назар аударарлық бөлшектің жекелеген бөліктерін плазмалық қатайту бүкіл беттің тозуға төзімділігін арттыру, ол борлау және басқа да қанықтыру түрлеріне таралуы мүмкін [44].

Авторлардың жұмыстары бойынша 12X18H10T аустенитті болаттың беткі модификацияланған қабатының механикалық қасиеттері мен коррозияға төзімділігін зерттеу болып табылады, плазмалық нитроцементтелген және электролитте азотталған, содан кейін қатайтылған. Зерттеу үшін 12X18H10T болаттан жасалған табақ прокатынан 30x30x5мм³ өлшемді пластиналық үлгілер жасалған. Электролиттік-плазмалық нитроцементтеу және

азоттау алдымен үлгіні 320В кернеуде және ток күші 20-25А температурада 700-900⁰С температурада қыздырып, 10-12 секундқа шыдаған. Үлгілерді қыздыру плазмалық ортада жүзеге асырылды, ал үлгілер ішінара электролитке 4-5 мм тереңдікке батырылған, содан кейін кернеу 170В дейін және ток күші 10-12А дейін төмендеді, 750-850⁰С температурада 5-7 минут ұсталды, содан кейін салқындатылған электролит ағынында қатайтылды. 12Х18Н10Т болатты жылдам азоттау және нитроцементтеу арқылы, содан кейін қатайту арқылы бастапқы күймен салыстырғанда беткі қабаттың микроқаттылығын 3 еседен астам арттыруға болатындығы анықталды. Электролит плазмасында өңдеуден кейін Болат үлгілерінің модификацияланған бетінің үйкеліс коэффициенті 5 есе азаяды, тозу жылдамдығы бастапқы күймен салыстырғанда 2 есе азаяды [45]. Нитроцементтеу мен азоттаудан кейін коррозия жылдамдығы төмендегені, карбидтер мен темір нитридтерінің ірі және ұсақ бөлшектерінің қосылуымен мартенситтің пайда болуына байланысты коррозияға төзімділігі артқаны анықталды.

Бұл жұмыста электролиттік-плазмалық карбонитрлеу мен азоттаудан кейін 12Х18Н10Т аустенитті Болаттың беткі модификацияланған қабатының фазалық құрылымын зерттеген. Карбонитрлеу және азоттау, содан кейін қатайту карбид пен нитрид фазаларын құрайтыны анықталды. Сондай-ақ, электролиттік плазмалық өңдеуден кейін 12Х18Н10Т болатының қаттылығы жоғары екендігі анықталды. Үлгілер бетінің микроқұрылымы мартенсит пен қалдық аустенитпен ұсынылған. 12Х18Н10Т болатты карбониттеудің және электролиттік-плазмалық тәсілмен азоттаудың оңтайлы режимдері анықталды. 12Х18Н10Т болатты электролиттік-плазмалық өңдеу кезінде 750-800⁰С температура шегінде азоттау арқылы 7 минут ішінде қалыңдығы 55-тен 60 мкм-ге дейін, 850-900⁰С температурада 65-тен 70 мкм-ге дейін нитроцементтеу арқылы беттік модификацияланған қабат түзілетіні анықталды. Электролитті-плазмалық азоттау мен нитроцементтеуден кейін Болаттың модификацияланған беткі қабаты азот пен көміртегімен байытылған. 12Х18Н10Т болатты жоғары жылдамдықпен азоттау және нитроцементтеу кезінде кейіннен қатайту кезінде бастапқы күймен салыстырғанда беткі қабаттың микроқаттылығының 3,2-3,8 есе максималды жоғарылауы анықталғаны анықталды [46].

12Х18Н10Т болаттың электролиттік плазмалық өңдеу кезінде 800-900⁰С температура жағдайында 3 минут ішінде қалыңдығы 30-дан 40 мкм-ге дейін, 850-950⁰С кезінде 5 минут ішінде 42-ден 55 мкм-ге дейін, ал 7 минут өңдеу кезінде қалыңдығы 49-65 мкм-ге дейін қабат түзілетіні анықталды. Көміртектелген модификацияланған қабатта көміртектің тереңдігі бойынша өзгермелі концентрациясы бар, ол бетінен үлгінің өзегіне дейін азаяды, бұл беттің қаттылығы мен беріктігін арттыруға көмектеседі. 3,5 және 7 минут ішінде 800-950⁰С температурада өңделген кезде Fe₃C бөлшектерінде әдетте дәндердің айналасында пайда болатын темір карбиді фазасы бар, осылайша астықтың өсуіне жол бермейді, сонымен қатар аустениттің негізгі фазасы γ-Fe және мартенсит α-Fe бар. Электролитті-плазмалық өңдеу уақыты мен температурасының артуы анықталды. Болат 12Х18Н10Т бастапқы болатпен салыстырғанда микроқаттылықты 2-2,5 есе және тозуға төзімділікті арттыруға көмектеседі [47].

Алынған нәтижелер металлтану ғылымының негізгі аспектілерін, яғни модификацияланған қабаттардың құрылымы мен фазалық құрамын, өңдеу режимдері мен электролит құрамын, өңделетін материалдардың микроқаттылығы мен бетінің кедір-бұдырлығын, трибологиялық және коррозиялық қасиеттерін қамтиды. Модификацияланған қабатта толтырудың перспективті әдістерінің бірі азотқа, цементке, борға негізделген жабындарды тұндыру үшін қолданылатын электронды-плазмалық өңдеу әдістері тиімді нәтижеге қол жеткізді. Оларды дамыту және жетілдіру, сондай-ақ беттік трибологиялық қасиеттерін басқару күрделілігі әртүрлі құрылымдарды азотқа, цементке, борға негізделген жабындарды толтыру кезінде физикалық-механикалық қасиеттерді өзгертуге мүмкіндік беретін ауқымды кеңейтті, мысалы, тұрақты және ауыспалы құрамды жабындар, қатты

заттар негізіндегі жабындар. Трибологиялық параметрлерді электролит-плазмалық азотпен өңдеу нәтижелерін өңделмеген болатпен салыстырғанда қалыңдығы 35мкм болатын жаңа қабат пайда болды, сонымен қатар микроқаттылықтың 1200 HV дейін жоғарылауына, тозуға төзімділіктің 75 есе, жылдамдығының 4,6 есе артуына және коррозия тығыздығының 2 есеге жуық төмендеді. Азотпен толтырылған қабат көптеген коррозиялық орталарға өте төзімді: ауада, суда, сұйылтылған және концентрлі қышқылдарда. Электролит-плазмалық өңдеу көмегімен жұмсақ болаттың ыстыққа төзімділігін 600⁰C дейін арттыру мүмкіндігі көрсетілген [48].

Өңдеудің әртүрлі саладағы болашағы

1. Пресс-құрал өндірісі.

Электролиттік плазмалық өңдеу аспаптық болаттардың әртүрлі түрлерінде айтарлықтай оң нәтижелер көрсетті. Пресс-құралдарды өндіруде тозуға төзімділік пен коррозияға төзімділік қажет және бұл қасиеттерге электролиттік плазма процесі арқылы қол жеткізуге болады. Көміртекті электролиттік плазмалық цементтеу арқылы төмен көміртекті болат бетіне сәтті тасымалданды, бұл қаттылықтың 700HV дейін жоғарылауына әкеледі, сонымен қатар анод процесі бетінің кедір-бұдырының төмендеуіне әкеледі [49]. Күрделі компоненттер үшін процесті өзгертуге болады, онда компоненттің кішкене бөлігінде ғана карбюризация қажет.

2. Биомедициналық имплантаттар.

Титан қорытпасы негізінен биомедициналық импланттарда қолданылады және көптеген зерттеушілер плазмалық электролиттік жабын мен жылтырату арқылы титан бетін модификациялауды сәтті жүзеге асырды. V22 титан қорытпасының беттік қасиеттері 460HV қаттылығымен және 20 мкм қатайтылған қабатымен плазмалық-электролиттік азоттау арқылы айтарлықтай жақсарды [50].

3. Автомобиль өнеркәсібі.

Шойын негізіндегі білік электролиттік плазмалық сәндіруден кейін 50-60HRC көрсетті. Тарату біліктері сияқты автомобиль компоненттерін қажетті қаттылық пен тозуға төзімділік беру үшін электролиттік-плазмалық процестермен өңдеуге болады.

Қара және түсті металдар электролиттік плазмалық беттік өңдеу арқылы өңделді. Болатқа назар аударылады, өйткені ол өңдеу өнеркәсібінің негізгі материалы болып табылады. Болаттың әртүрлі маркалары бетті өңдеудің әртүрлі түрлерінде оң нәтиже көрсетті, мысалы, карбюризация, азоттау, бор, қатайту, жабу, тазалау және жылтырату. Әрине, электролиттік-плазмалық диффузиялық қанығудың басқа да артықшылықтары – қанығу ұзақтығын бірнеше минутқа дейін қысқартатын жоғары өңдеу жылдамдығы, қанықтыруды қыздырусыз сәндірумен байланысты, электролитке немесе ағынды қыздыруға ішінара батыру арқылы жергілікті бетті өзгерту ыңғайлылығы, улы заттардың және қымбат жабдықтардың болмауы болып табылады.

Қорытынды

Қазіргі кезде электролиттік плазма технологиясы – төмен, орташа және жоғары көміртекті болаттардың беткі қасиеттерін жақсартудың жаңа әдісі болып табылады. Жабдықтың, машиналардың сенімді жұмысын қамтамасыз ететін коррозияға төзімді жабындарды жасау және оның коррозиядан жоғалтуын азайту әдістерін жетілдіру кезек күттірмейтін міндет болып табылады. Атап айтқанда, болатты әртүрлі қоспалармен легирлеуге, коррозиялық ортаның құрамын өзгертуге, бұйымдардың бетіне қорғаныс беткі жабындарын қаптауға негізделген әдістер тиімді. Әртүрлі материалдардан жабын қабатын жасауда оң нәтиже көрсетеді. Бұл процесс үшін қажет қондырғы үнемді және қоршаған ортаға қауіп төндірмейтіндігі анықталды. Тиімді физика механикалық қасиеттерге қол жеткізу үшін қажетті уақыт 60с-тан 5 минутқа дейін болады, бұл қазіргі беткі өңдеу технологияларымен салыстырғанда айтарлықтай аз. Электролиттік плазма технологиясы – бұл динамикалық процесс, яғни өңдеу, тұндыру, жабу, тазалау, жылтырату бір қондырғыда

аздаған өзгерістермен жүзеге асырылуы айқындалды. Ғылыми зерттеу жұмыстарынан алынған деректер бойынша белгілі болғандай, электролит-плазмалық өңдеу әсерінен пайда болған болаттардың беткі жаңа қабаттың коррозияға және тозуға төзімділігі артатындығы белгілі болды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фетисов Г.П., Гарифуллин Ф.А. Материаловедение и технология металлов: учебник. – Москва: Изд-во Оникс, 2007. – 161 с.
2. Уильям Д., Дэвид Дж. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры). – Санкт-Петербург: Изд-во Научные основы и технологии, 2011. – 894 с. ISBN 978–5–91703–022–7 ISBN 978–0–471–71046–2 (англ.)
3. 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. <https://doi.org/10.3103/S106837551705012X>
4. Luk S.F., Leung, T.P., Miu W.S., Pashby I. Heating performance of electrolytic heat-treatment in aqueous solution by pulse current. *Journal of Materials Processing Technology* 1997. – 63. – 833–838. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(96\)02734-3](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(96)02734-3)
5. Belkin P.N., Yerokhin A., Kusmanov S.A. Plasma-Electrolytic nitriding of 0.3Cr–1Mn–1Si–Fe construction steel // *Metal*. – 2019. – № 989. – P. 1174–1180.
6. Vitthal R., Jumbad Arvind Chel, Updesh Verma, Geetanjali Kaushik Application of Electrolytic Plasma Process in Surface Improvement of Metals: A Review // 2020. – № 9. – P. 1249 – 1262. <https://doi.org/10.33263/LIANBS93.12491262>
7. Rakhadilov B., Satbayeva Z., Ramankulov S., Shektibayev N., Zhurerova L., Popova N., Uazyr Khanov G., Sagdoldina Zh. Change of 0.34Cr–1Ni–Mo–Fe Steel Dislocation Structure in Plasma Electrolyte Hardening // *J. of Materials*. – 2020. – №14(8). – P. 1928. [<https://doi.org/10.3390/ma14081928>]
8. 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. – №4. – С. 273–344.
9. Dayanç A., Karaca B., Kumruoğlu L. The Cathodic Electrolytic Plasma Hardening of Steel and Cast Iron Based Automotive Camshafts. // *Acta Physica Polonica*. – 2017. – №131. – 374–379.
10. Kusmanov S., Zhirov A., Kusmanova I., Belkin, P. Aspects of anodic plasma electrolytic polishing of nitrided steel. *Surface Engineering* // 2019. – №35. – P. 507–511. <https://doi.org/10.1080/02670844.2017.1406574>
11. Rakhadilov B.K., Vladimir V.B., Satbayeva Z.A., Sagdoldina Zh.B., Pogrebnyak A.D. The cathodic electrolytic plasma hardening of the 20Cr2Ni4A chromium-nickel steel // *J. of Materials Research and Technology*. – 2020. – №9(4). – P. 6969–6976. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.05.020>
12. Rita C.C., Nilson C.C., Elidiane C.R. Role of the Plasma Activation Degree on Densification of Organosilicon Films // *Materials*. – 2020. – № 13(1). – P. 25. <https://doi.org/10.3390/ma13010025>
13. Yongfu Zhang, Aiming Bu, Yan Xiang, Yunjie Yang, Weiwei Chen, Huanwu Cheng, Lu Wang. Improving corrosion resistance of carbonyl iron powders by plasma electrolytic deposition, *Materials & Design*. – 2020. – Vol 188. – 108480, ISSN 0264-1275.
14. Klapkiv M.D., Chuchmarev O.S., Sydor P.Y., Posuvailo V.M. Thermodynamics of the interaction of aluminum, magnesium, and zirconium with components of an electrolytic plasma. *Materials Science*. – 2000. – №36. – 66–79. <https://doi.org/10.1007/BF02805119>

15. Luk S.F., Leung T.P., Miu W.S., Pashby I. Development of electrolytic heat-treatment in aqueous solution. *Journal of Materials Processing Technology*. – 1998. – № 84. – P. 189–192.
16. Ayday A., Durman M. Wear performance of ductile iron after electrolytic plasma hardening. *Metallic Materials*. – 2019. – №57. – 19–26. https://doi.org/10.4149/km_2019_1_19
17. Apelfeld A., Borisov A., Dyakov I., Suminov I., Tambovskiy I. Enhancement of medium-carbon steel corrosion and wear resistance by plasma electrolytic nitriding and polishing // *J. of metals*. – 2021. – №11. – P. 1599.
18. Yeo S., Min Lee C., Soo Yoon H., Hwan Kim J. Synthesis of plasma-nitrided Cr coatings on HT9 steel for advanced chemical barrier property in a nuclear cladding application // *J. of Applied Surface Science*. – 2022. – №579.
19. Гаврилов Н.В., Мамаев А.С., Чукин А.В. Азотирование нержавеющей стали в плазме импульсного электронного пучка // *Письма в журнал технической физики*. – 2016. – №9. – P. 416–422.
20. Яцюк И.В., Добрынин Д.А., Доронин О.Н., Павлова Т.В. Методы удаления жаростойких покрытий (обзор) // *Труды Виам*. – 2020. – №10. – С. 92.
21. Çelikkan H., Öztürk M.K., Aydin H., Aksu M.L. Boriding titanium alloys at lower temperatures using electrochemical methods. // *Thin Solid Films*. – 2007. – № 515. – P. 5348–5352.
22. Под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. Термическая обработка в машиностроении. Справочник. – М.: Машиностроение. – 1980. – P. 783.
23. Лахтин Ю.М., Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов. – М.: Металлургия. – 1985. – 424. – С. 2.
24. Kunst H., Naase B., Malloy J.C., Wittel K. et al. *Metals, Surface Treatment. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2012, p. 782–783.
25. Taheri P., Dehghanian Ch., Aliofkhazraei M., Rouhaghdam A.S. *Plasma Process. – Polym.* // 2007. – С. 711–716.
26. Kilic A., Kartal G., Urgen M., Timur S. *Surf Eng Appl Electrochem*. 2013, 49 (2), 80–86.
27. Суминов И.В., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В., Людин В.Б. и др. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. – М.: Техносфера. – 2011. – №2. – С. 512.
28. Wang B., Xue W.B., Wu J., Jin X.Y. // *J. Alloy Compd*. – 2013. – №578. – С.162–169.
29. Taheri P., Dehghanian Ch., Aliofkhazraei M., Rouhaghdam A.S. *Plasma Process. – Polym.* // 2007. – №4. – С.721–727.
30. Гуляев А.П. *Металлургия*. – Москва: Металл, 1977. – 6 том.
31. Погребняк А.Д., Тюрин Ю.Н., Ивченко А.П., Понарядов В.В., Рузимов Ш.М. *Металлофиз. новейшие технол.* – 2003. – №25. – С. 1329.
32. Никитин В.Н., Еретнов К.И., Артемьев А.В. *Электронная обработка материалов*. М., Металлургия – 1983. – №2. – 35.
33. Weijian Chen, Pengfei Gao, Wang Shuai, Xiaolong Zhao, Zhengzhi Zhao. Strengthening mechanisms of Nb and V microalloying high strength hot-stamped steel // *Materials Science and Engineering*. – 2020. – №797. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140115>
34. Ivanov S.V., Salmanov N.S., Salmanov M.N. *Met Sci Heat Treat*. – 2002. – №44. – 405–406.
35. Tavakoli H., Khoie S.M., Rasooli F., Marashi S.P.H. et al. Electrochemical and physical characteristics of the steel treated by plasma-electrolysis boronizing, // *Surf Coat Technol.* – 2015. – №276. – 529–533.
36. Kusmanov S.A., Tambovskiy I.V., Sevostyanova V.S., Savushkina S.V. et al. Anode plasma electrolytic boriding of medium carbon steel // *Surf Coat Technol.* – 2016. – №291. – 334–341.

37. Терентьев С.Д. ЭОМ. – 1982. – №2. – 83–84.
38. Wei X., Chen Z.G., Zhong J., Wang L. et al. J Alloy Compd. – 2017. – №717. – 31–40.
39. Савицкий Е.М., Поварова К.Б., Макаров П.В. Металловедение вольфрама. – М.: Металлургия, 1978. – 224 с.
40. 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. – №350. – 813–822. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2018.04.044>
41. Luk S.F., Leung T.P. Miu W.S., Pashby I. A study of the effect of average preset voltage on hardness during electrolytic surface-hardening in aqueous solution. // Journal of Materials Processing Technology. – 1999. – №91. – P. 245–249. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(98\)00441-5](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(98)00441-5)
42. Shen D.J., Wang Y.L., Nash P., Xing G.Z. A novel method of surface modification for steel by plasma electrolysis carbonitriding. // Materials Science and Engineering. – 2007. – №458. – P. 240–243. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2006.12.067>
43. Bartsch K., Leonhardt A. Surf Coat Technol. – 1999. – №116–119. – 386–390.
44. Чечулин Б.Б., Ушков С.С., Разуваева И.Н., Гольдфрайн В.Н. Титановые сплавы в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1977. – 248 с.
45. Кусманов С.А., Тамбовский И.В., Наумов А.Р., Дьяков И.Г. и др. Анодная электролитно-плазменная бороцементация малоуглеродистой стали // Физикохимия поверхности и защита металлов. – 2017. – №53 (3). С. – 321–328.
46. Скаков М.К., Курбанбеков Ш.Р. Повышение механических свойств и коррозионностойкости нержавеющей стали с помощью плазменной обработки // V конференция «Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии». – Плес, Ивановская обл., Россия. – 2013 г.
47. Скаков М.К., Курбанбеков Ш.Р., Табиева Е.Е., Заманбекулы Е. Модификация поверхностных слоев нержавеющей сталей азотированием и нитроцементацией. – Томск. – 2013. – 147.
48. Sherzod Kurbanbekov, Mazhyn Skakov, Michail Scheffler, Azret Naltaev. Changes of Mechanical Properties of Steel 12Cr18Ni10Ti After Electrolytic-Plasma Cementation. – 2013. – №601. – P. 59–63. <https://doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.601.59>
49. Béjar M.A., Henríquez R. Surface hardening of steel by plasma-electrolysis boronizing. // Materials & Design. – 2009. – №30. – 1726–1728. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.07.006>
50. Dyakov I.G., Burov S.V., Belkin P.N., Rozanov E.V., Zhukov S.A. Increasing wear and corrosion resistance of tool steel by anodic plasma electrolytic nitriding. // Surface and Coatings Technology. – 2019. – №362. – 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.01.107>

REFERENCES

1. Fetisov G.P., Garifullin F.A. Materialovedeniye i tekhnologiya metallov: uchebnik [Materials Science and Technology of Metals: textbook]. – Moscow: Oniks, 2007. – 161 s. [in Russian]
2. William D., David J. Materialovedeniye: ot tekhnologii k primeneniyu (metally, keramika, polimery) [Materials science: from technology to application (metals, ceramics, polymers)]. – St. Petersburg: Izd-vo Scientific foundations and technologies, 2011. – 599 s. [in Russian]
3. 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. <https://doi.org/10.3103/S106837551705012X> [in English]

4. Luk S.F., Leung T.P., Miu W.S., Pashby I. Heating performance of electrolytic heat-treatment in aqueous solution by pulse current. *Journal of Materials Processing Technology*, 1997, 63, 833–838. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(96\)02734-3](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(96)02734-3) [in English]
5. Belkin P.N., Yerokhin A., Kusmanov S.A. Plasma Electrolytic nitriding of 0.3Cr–1Mn–1Si–Fe construction steel: article. – *Metal*, 2019. – 989, 1174–1180. [in English]
6. Vitthal R., Jumbad Arvind Chel, Updesh Verma Geetanjali Kaushik Application of Electrolytic Plasma Process in Surface Improvement of Metals: A Review, 2020, 9, 1249 – 1262. <https://doi.org/10.33263/LIANBS93.12491262> [in English]
7. Rakhadilov B., Satbayeva Z., Ramankulov S., Shektibayev N., Zhurerova L., Popova N., Uazyrkhanov G., Sagdoldina Zh. Change of 0.34Cr–1Ni–Mo–Fe Steel Dislocation Structure in Plasma Electrolyte Hardening. *Materials*, 2020. – 8, 1928. [in Russian]
8. Pogrebnyak A.D., Tyurin Yu.N., Boyko A.G., Zhadkevich M.L., Kalyskhanov M. K., Ruzimov Sh.M. Elektrolitno-plazmennaya obrabotka i nanesenie pokrytij na metally i splavy [Electrolytic plasma treatment and coating on metals and alloys]. *Advances in metal physics*, 2005, 6, 4, 273–344 s. [in Russian]
9. Dayana A., Karaka B., Kumruoglu L. The Cathodic Electrolytic Plasma Hardening of Steel Andean Caste Based Automotive Camshafts. // *Acta Physica Polonica*, 2017, 131, 374 – 379. [in English]
10. Kusmanov S., Zhirov A., Kusmanova I., Belkin P. Aspects of anodic plasma electrolytic polishing of nitrided steel. *Surface Engineering*, 2019, 35, 507–511. <https://doi.org/10.1080/02670844.2017.1406574>
11. Rakhadilov B.K., Vladimir V.B., Satbayeva Z.A., Sagdoldina Zh.B., Pogrebnyak A.D. The cathodic electrolytic plasma hardening of the 20Cr2Ni4A chromium–nickel steel. *Materials Research and Technology*, 2020, 9 (4), 6969–6976. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.05.020>
12. Rita C.C., Nilson C.C., Elidiane C.R. Role of the Plasma Activation Degree on Densification of Organosilicon Films. *Materials*, 2020, 13 (1), 25. <https://doi.org/10.3390/ma13010025>
13. Yongfu Zhang, Aiming Bu, Yan Xiang, Yunjie Yang, Weiwei Chen, Huanwu Cheng, Lu Wang. Improving corrosion resistance of carbonyl iron powders by plasma electrolytic deposition. *Materials & Design*, 2020, 188, 108480, ISSN 0264–1275. [in English]
14. Klapkiv M.D., Chuchmarev O.S., Sydor P.Y., Posuvailo V.M. Thermodynamics of the interaction of aluminum, magnesium, and zirconium with components of an electrolytic plasma. *Materials Science*, 2000, 36, 66–79. <https://doi.org/10.1007/BF02805119>
15. Luk S.F., Leung T.P., Miu W.S., Pashby I. Development of electrolytic heat–treatment in aqueous solution. *Journal of Materials Processing Technology*, 1998, 84, 189–192.
16. Ayday A., Durman M. Wear performance of ductile iron after electrolytic plasma hardening. *Metallic Materials* 2019, 57, 19–26. https://doi.org/10.4149/km_2019_1_19
17. Apelfeld A., Borisov A., Dyakov I., Suminov I., Tambovskiy I. Enhancement of medium–carbon steel corrosion and wear resistance by plasma electrolytic nitriding and polishing. *Metals*, 2021, 11, 1599. [in English]
18. Yeo S., Min Lee C., Soo Yoon H., Hwan Kim J. Synthesis of plasma–nitrided Cr coatings on HT9 steel for advanced chemical barrier property in a nuclear cladding application. *Applied Surface Science*, 2022, 579.
19. Gavrilov N.V., Mamaev A.S., Chukin A.V. Azotirovaniye nerzhaveyushchey stali v plazme impul'snogo elektronogo puchka [Nitriding of stainless steel in pulsed electron beam plasma]. *Pis'ma v zhurnal tekhnicheskoy fiziki. Letters to the Journal of Technical Physics*, 2016, 9, 416–422 s. [in Russian].
20. Yatsyuk I.V., Dobrynin D.A., Doronin O.N., Pavlova T.V. Methods of removing heat-resistant coverings (review). *Proceedings of Viam*, 2020, 10, 92.

21. Çelikkan H., Öztürk M.K., Aydın H., Aksu M.L. Boriding titanium alloys at lower temperatures using electrochemical methods. // *Thin Solid Films*. – 2007. – № 515. – P. 5348–5352.
22. Edited by Yu.M. Lakhtin, A.G. Rakhshadt. *Termicheskaya obrabotka v mashinostroenii* [Heat treatment in mechanical engineering]. Guide. Moscow: Mashinostroenie, 1980, 783 s. [in Russian].
23. Lakhtin Yu.M., Arzamasov B.N. *Himiko-termicheskaya obrabotka metallov* [Chemical and thermal treatment of metals]. M.: Metallurgy, 1985, 424s. 2. [in Russian].
24. Kunst H., House B., Maloy J.C., Witte K. et al. *Metals, Surface Treatment*. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. WileyVCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2012, 782–783.
25. Taheri P., Dehghanian Ch., Aliofkhaezai M., Rouhaghdam A.S. Plasma Process. – Polym. // 2007. – C. 711–716.
26. Kilic A., Kartal G., Urgen M., Timur S. *Surf Eng Appl Electrochem*. 2013, 49 (2), 80–86.
27. Suminov I.V., Belkin P.N., Epelfeld A.V., Lyudin V.B. et al. *Plazmenno–elektroliticheskoe modifitsirovanie poverhnosti metallov i splavov* [Plasma-electrolytic modeling of reliability of metals and alloys]. M.: Technosphere, 2011, 2, 512.
28. Wang B., Xue W.B., Wu J., Jin X.Y. *J. Alloy Compd*, 2013, 578, 162–169.
29. Taheri P., Dehghanian Ch., Aliofkhaezai M., Rouhaghdam A.S. *Plasma Process Polym*. 2007, 4, s. 721–727.
30. Gulyaev A.P. *Metallurgiya* / [Metallurgy]. – Moskva: Metall, 1977. – 6 tom. [in Russian]
31. Pogrebnyak A.D., Tyurin Yu.N., Ivchenko A.P., Ponaryadov V.V., Ruzimov Sh.M. *Metallofiz. novejschie tehnologii* [Metallophys. new technologies]. 2003, 25, 1329. [in Russian].
32. Nikitin V.N., Yeretnov K.I., Artemyev A.V. *Elektronnaya obrabotka materialov* [Electronic processing of materials]. M., Metallurgiya – 1983, 2, 35. [in Russian].
33. Weijian Chen, Pengfei Gao, Wang Shuai, Xiaolong Zhao, Zhengzhi Zhao. Strengthening mechanisms of Nb and V microalloying high strength hot–stamped steel. *Materials Science and Engineering*, 2020. – 797. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140115>
34. Ivanov S.V., Salmanov N.S., Salmanov M.N. *Met Sci Heat Treat* 2002, 44, 405–406.
35. Tavakoli H., Khoie S.M., Rasooli F., Marashi S.P.H. et al. Electrochemical and physical characteristics of the steel treated by plasma-electrolysis boronizing, // *Surf Coat Technol.* – 2015. – №276. – 529–533.
36. Kusmanov S.A., Tambovskiy I.V., Sevostyanova V.S., Savushkina S.V. et al. Anode plasma electrolytic boriding of medium carbon steel // *Surf Coat Technol.* – 2016. – №291. – 334–341.
37. Terentyev S.D. *EOM*. 1982, 2, s. 83–84. [in Russian].
38. Wei X., Chen Z.G., Zhong J., Wang L. et al. *J Alloy Compd*, 2017, 717, 31–40.
39. Savitsky E.M., Povarova K.B., Makarov P.V. *Metallovedenie volframa* [Metallography of tungsten]. M.: Metallurgy, 1978 – 224 s. [in Russian]
40. 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, 350, 813–822. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2018.04.044>
41. Luk S.F., Leung T.P., Miu W.S., Pashby I. A study of the effect of average preset voltage on hardness during electrolytic surface–hardening in aqueous solution. *Journal of Materials Processing Technology*, 1999, 91, 245–249. [https://doi.org/10.1016/S0924–0136\(98\)00441–5](https://doi.org/10.1016/S0924–0136(98)00441–5)
42. Shen D.J., Wang Y.L., Nash P., Xing G.Z. A novel method of surface modification for steel by plasma electrolysis carbonitriding. *Materials Science and Engineering*, 2007, 458, 240–243. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2006.12.067>

43. Bartsch K., Leonhardt A. Surf Coat Technol, 1999, 116–119, 386–390.
44. Chechulin B.B., Ushkov S.S., Razuvaeva I.N., Goldfine V.N. Titanovye splavy v mashinostroenii [Titanium alloys in mechanical engineering]. L.: Mechanical Engineering, – 1977 – 248 s. [in Russian].
45. Kusmanov S.A., Tambovsky I.V., Naumov A.R., Dyakov I.G. Anodnaya elektrolitno-plazmennaya borocementaciya malouglerodistoj stali [Anodized electrolytic-plasma borocementation of maloglerodist Stali] // Fizikohimiya poverhnosti i zashita metallov. – 2017– 53 (3), 321–328 s. [in Russian].
46. Skakov M.K., Kurbanbekov Sh.R. Povyshenie mehanicheskikh svojstv i korrozionnostojkosti nerzhaveyushej stali s pomoshyu plazmennoj obrabotki [Improving mechanical properties and corrosion resistance using plasma treatment]. // In the conference "Modern methods in theoretical and experimental electrochemistry" – Russia – 2013. [in Russian].
47. Skakov M.K., Kurbanbekov Sh., Tebieva E.E., Zamanbekuly E. Modifikaciya poverhnostnyh sloev nerzhaveyushih stalej azotirovaniem i nitrocementaciej [Modification of surface layers by stainless steel nitriding and nitrocementation]. Tomsk – 2013 – 147 s. [in Russian].
48. Sherzod Kurbanbekov, Mazhyn Skakov, Michail Scheffler, Azret Naltaev. Changes of Mechanical Properties of Steel 12Cr18Ni10Ti After Electrolytic-Plasma Cementation. – 2013. – №601. – P. 59–63. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.601.59>
49. Béjar M.A., Henríquez R. Surface hardening of steel by plasma–electrolysis boronizing. // Materials & Design. – 2009. – №30. – 1726–1728. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.07.006>
50. Dyakov I.G., Burov S.V., Belkin P.N., Rozanov E.V., Zhukov S.A. Increasing wear and corrosion resistance of tool steel by anodic plasma electrolytic nitriding. // Surface and Coatings Technology. – 2019. – №362. – 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.01.107>

Б.У. ЭРГАШБАЕВ¹, Н.А. ШЕКТИБАЕВ², Б.А. КУРБАНБЕКОВ³

¹*Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің магистранты
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: bekzat.ergashbaev@mail.ru*

²*PhD, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық
қазақ-түрік университетінің аға оқытушысы
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: Nurdaulet.Shektibaev@ayu.edu.kz*

³*PhD, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық
қазақ-түрік университетінің аға оқытушысы
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz*

ФИЗИКАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада физика сабақтарында ақпараттық технологияларды қолданудың аспектілері, атап айтқанда оқушылардың компьютерлік модельдермен жұмысы келтірілген. Бұл жұмыс оқушылардың пәнді оқуға деген қызығушылығы және ойлау деңгейінің артуына көмектеседі.

Тақырып өзектілігі әр түрлі физикалық процестер мен құбылыстардың компьютерлік модельдерін қолдану оқушыларға физика пәнін оқытудың тиімділігіне ықпал етіп, физикалық құбылыстардың механизмдерін түсінуге мүмкіндік бере отырып, көбінесе адам көзіне көрінбейтін, ал кейбір жағдайларда іс жүзінде және өмірде мүмкін емес құбылыстарды көруге мүмкіндік береді.

Компьютерлік модельдеудің артықшылықтарын айқындау мақсатында 9-сынып оқушыларының екі тобына (бақылау және эксперименттік) зерттеулер жүргізілді, компьютерлік модельдеуді қолдануда олардың жалпы түсінігі зерттелініп, компьютерлік модельдеудің дене қозғалысындағы жылдамдық пен үдеу ұғымдарын түсінудегі рөлі анықталды. Екі топқа бірдей осы тақырып бойынша дәстүрлі оқыту түрі қолданылды, ал ерекшелігі эксперименттік топ компьютерлік модельдеуді қосымша ретінде қолданды.

Зерттеулерде келтірілген нәтижелер бойынша компьютерлік модельдеудің көмегімен жұмыс істейтін оқушылардың тапсырмаларында айтарлықтай жоғары балл жинағандығын көрсетеді. Нәтижелерді талдай келе компьютерлік модельдеу оқушылардың ойлау деңгейлерін арттыруға, және физикадағы құбылыстар туралы жүйелік түсініктерін дамытуға көмектесетін қосымша оқу құралы ретінде қолдануға болатындығын растайды. Зерттеулер барысында модельдеуді қолдану орташа есеппен 10 білімгердің 6-ы жақсы нәтижеге қол жеткізген. Компьютерлік модельдерді қолдана отырып оқыту, оқушының белсенді зерттеу қызметіне қатысу үшін модельмен өзара әрекеттесуін ұйымдастыру маңыздылығы айқындалды. Сонымен қатар компьютерлік модельдерді қашықтықтан оқытуда да, дәстүрлі оқытуда да, соның ішінде желілік қолдаумен де қолдануға болатындығы анықталды.

Зерттеулер нәтижесі физика мұғалімдерін компьютерлік модельдеуге үйрету олардың зияткерлік қабілеттерін арттырып, ақыл-ой операцияларын жасауға және жалпы зияткерлікті дамытуға ықпал етіп, болашақ физика мұғалімдерін даярлау кезінде халықаралық деңгейде қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: Оқыту әдістемесі, модель, модельдеу, компьютерлік модельдеу, физикадағы оқу-тәжірибелер, жылдамдық, үдеу, еркін түсу үдеуі.

B.U. Ergashbayev¹, N.A. Shektibaev², B.A. Kurbanbekov³

¹*master's student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: bekzat.ergashbaev@mail.ru*

²*PhD, Senior lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: Nurdaulet.Shektibaev@ayu.edu.kz*

³*PhD, Senior lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz*

Computer modeling of physical phenomena

Abstract. This article presents aspects of the use of Information Technology in physics lessons, in particular, the work of students with computer models. This work helps to increase students' interest in studying the subject and the level of thinking.

Topic relevance the use of computer models of various physical processes and phenomena contributes to the effectiveness of teaching physics to students, allowing them to understand the mechanisms of physical phenomena, often invisible to the human eye, and in some cases impractical and impossible in life.

In order to identify the advantages of computer modeling, studies were conducted on two groups of 9th grade students (Control and experimental), their general understanding in the use of computer modeling was studied, and the role of computer modeling in understanding the concepts of speed and acceleration in body movement was determined. The two groups were applied the same traditional type of training on this topic, and the peculiarity was that the experimental group used computer simulations as a complement.

Based on the results presented in the studies, it is shown that students working with the help of computer modeling scored significantly higher scores in their tasks. After analyzing the results, it is confirmed that computer modeling can be used as an additional teaching tool that helps to increase the level of thinking of students, as well as to develop systemic ideas about phenomena in physics. In the course of research using modeling, on average, 6 out of 10 students achieved good results. The importance of teaching using computer models, organizing the student's interaction with the model to participate in active research activities is revealed. It was also found that computer models can be used both in distance learning and in traditional learning, including with network support.

The result of the research is that the training of physics teachers in computer modeling can be used internationally in the training of future physics teachers, enhancing their intellectual abilities, contributing to the performance of mental operations and the development of intelligence in general.

Keywords: teaching methods, computer modeling, training experiments in physics, speed, acceleration, free fall acceleration.

Б.У. Эргашбаев¹, Н.А. Шектибаев², Б.А. Курбанбеков³

¹*Магистрант Международного казахско-турецкого университета
имени Ходжи Ахмеда Ясауи*

(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: bekzat.ergashbaev@mail.ru

²*PhD, старший преподаватель Международного
казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясауи
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: Nurdaulet.Shektibaev@ayu.edu.kz*

³*PhD, старший преподаватель Международного
казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясауи
(Казахстан, Туркестан), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz*

Компьютерное моделирование физических явлений

Аннотация. В данной статье представлены аспекты применения информационных технологий на уроках физики, в частности работа учащихся с компьютерными моделями. Данная работа способствует повышению интереса учащихся к изучению предмета и уровня мышления.

Актуальность темы заключается в том, что использование компьютерных моделей различных физических процессов и явлений позволяет учащимся видеть явления, которые часто невидимы человеческому глазу, а в некоторых случаях невозможны на практике и в жизни, способствуя эффективности преподавания физики и позволяя им понять механизмы физических явлений.

С целью определения преимуществ компьютерного моделирования были проведены исследования двух групп учащихся 9 класса (контрольных и экспериментальных), изучено их общее понимание при использовании компьютерного моделирования, определена роль компьютерного моделирования в понимании понятий скорости и ускорения в движении тела. К двум группам применялась одна и та же традиционная форма обучения по этой теме, и особенность заключалась в том, что экспериментальная группа использовала компьютерное моделирование в качестве дополнения.

Результаты, приведенные в исследовании, показывают, что учащиеся, работающие с помощью компьютерного моделирования, набрали значительно более высокие баллы в своих заданиях. Анализируя результаты, компьютерное моделирование подтверждает, что его можно использовать в качестве дополнительного учебного пособия, чтобы помочь учащимся повысить свой уровень мышления и развить системное понимание явлений в физике. Использование моделирования в ходе исследований показало, что в среднем 6 из 10 студентов достигли хороших результатов. Определена важность обучения с использованием компьютерных моделей, организации взаимодействия учащегося с моделью для участия в активной исследовательской деятельности. Также было обнаружено, что компьютерные модели можно использовать как в дистанционном обучении, так и в традиционном обучении, включая сетевую поддержку.

Результаты исследований показывают, что обучение учителей физики компьютерному моделированию может повысить их интеллектуальные способности, способствовать умственным операциям и развитию общего интеллекта и может быть использовано на международном уровне при подготовке будущих учителей физики.

Ключевые слова: методика обучения, компьютерное моделирование, учебные эксперименты по физике, скорость, ускорение, ускорение свободного падения.

Кіріспе

Қазіргі таңда компьютер мен компьютерлік технологиялар оқыту, тәрбиелеу, қарым-қатынас, көрнекілік құралы ретінде маңызды бола бастады және оны кем дегенде пайдаланушы деңгейінде игеру қоғам өміріне тиімді қатысу шарттарының біріне айналды. Қазіргі қоғамдағы оқу процесін дамыту, оқушылардың оқу пәніне деген қызығушылығын арттыру, сабақта көрнекілік, уақытты үнемдеу үшін оқытушыларға қосымша білім беру мақсатында компьютер мен компьютерлік технологияларды қолдану қажет. Орта мектептерде ғылым негіздерін оқытуды компьютерлендіру қазіргі заманғы педагогикалық ғылымның басым міндеттерінің бірі болып табылады, өйткені мектеп өмірінің барлық аспектілерінің жетістігі, оқу процесін оңтайландыру оны шешуге тікелей байланысты.

Ресейлік бірнеше авторлардың зерттеулері бойынша компьютерлік модельдеу кәсіптік-педагогикалық қызметі: теория және практикасы жайында өз зерттеулерін жүргізді [1]. Оқу процесінде компьютерлік модельдеуді қолданудың аспектілері С.А. Бешенков, Е.А. Ракитина

еңбектерінде көрсетілген [2]. Ал интерактивті дәрістер көрсетілімдеріне компьютерлік қолдау (CSCL) бірлескен оқыту қызметі ретінде қарауды америкалық зерттеушілер өз еңбектерінде қарастырды [3]. Және де Малайзиялық бірнеше зерттеушілер виртуалды шындықты қолдана отырып электромагнетизмнен тәжірибелер: оқушылардың ағындық тәжірибесіне және оқытудың тиімділігіне әсерін қарастырды [4]. Шығыс авторларына келетін болсақ Модельдеу негізінде физиканы оқытуды қолдаудың әсері туралы өз еңбектерінде қарастырған болатын [5]. Басқа елдерде де бұл бағыт бойынша көптеген ғалымдар зерттеулер жүргізген болатын. Солардың ішінде Абдурахманова З.К. Білім беру жүйесіндегі компьютерлік модельдеу маңыздылығын ашып көрсетті [6].

Еліміздегі зерттеушілерге келетін болсақ, модельдер не үшін қажет деген сұраққа төмендегідей анықтамалар келтірілген: Модель – 1) қасиеттері белгілі бір мағынадағы жүйенің немесе процестің қасиеттеріне ұқсас объектілер немесе процестер жүйесі; 2) сериялы бұйымдарды жаппай өндіруге арналған үлгілері мен эталон; кез-келген бір объект жұмысы, мысалы, процессордың жұмыс істеуін модельдейтін программа немесе құрылғы. Ол материалдық объект түрінде, математикалық байланыстар жүйесі ретінде немесе құрылымды имитациялайтын программа түрінде құрастырылады да, қарастырылатын объектінің жұмыс істеуін зерттеу үшін қолданылады. Модельге қойылатын негізгі талап – оның қасиеттерінің негізгі объектіге сәйкес келуі, яғни парапарлығы.

Модельдеу (Simulation) – кез-келген құбылыстардың, процестердің немесе объект жүйелерінің қасиеттері мен сипаттамаларын зерттеу үшін олардың үлгісін құру (жасау) және талдау; бар немесе жаңадан құрастырылған объектілердің сипатын анықтау немесе айқындау үшін олардың аналогтарында (моделінде) объектілердің әртүрлі табиғатын зерттеу әдісі.

Модель дегеніміз – нақты объектіні, процессті немесе құбылысты ықшам әрі шағын түрде бейнелеп көрсету.

Модельдеу – объектілерді, процестерді немесе құбылыстарды зерттеу мақсатында олардың моделін (макетін) құру [7].

Компьютерлік модельдердің, ақпараттық модельдерден сапалық айырмасы жоқ. Компьютерлік модельдеуді өзіндік ерекшеліктеріне орай ақпараттық модельдеудің ерекше түрі деп айтуға болады. Компьютерлік модель: 1) таңдалынған бағдарламалық ортаға бейімделінген ақпараттық модельді ұсыну формасы; 2) бағдарламалық ортаның құралдарымен жасалынған модель [8].

Компьютерлік модельдеу, есептеу тәжірибесі – басқа зерттеу әдістерімен салыстырғанда өзіне тән ерекшеліктері, артықшылықтары және кемістіктері бар күрделі объектілер мен жүйелерді оқып үйренудің заманауи әдістері [9]. Модельдеудің компьютерлік бағдарламасы студенттерге физикалық механикалық құбылыстарды өз бетімен зерттеуге және сонымен бірге қажетті практикалық дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік беруі өзекті болып табылады.

Қазіргі кезде компьютерлік модель ретінде:

– өзара байланысты компьютерлік суреттердің, кестелердің, схемалардың, диаграммалардың, графиканың, анимациялық фрагменттердің, гипертекстердің көмегімен сипатталған объектінің шартты бейнесі айтылады.

Қазіргі кезде компьютерлік модельдеу мен есептеу тәжірибесі ғылыми танымның жаңа құралы және маңызды әдісіне, сонымен қатар күрделі, сызықты емес жүйелерді зерттеудің қажеттілігінен жаңа технологияға айналып отыр, себебі біздің қоршаған әлем туралы біліміміз сызықты және детерминерленген, ал процестер сызықты және стохастикалық болып табылады [10]. Сонымен қатар, динамикалық компьютерлік модельдерді практикада қолдану мысалдары [11], физиканың компьютерлік әдістері [12], еңбектерінде физикалық маятниктер және математикалық маятниктердің қозғалыстарын зерттеп үйреніп, олардың графигін модельдеуде және есеп шығаруда қолданылатын амалдарды ашып көрсеткен. Математикалық және компьютерлік модельдеу негіздері туралы оқулықта модельдеудің

мысалдары мен түрлері келтірілген [13]. Сонымен қатар физикалық құбылыстарды түсіндіруде динамикалық компьютерлік модельдерді пайдаланып оқытудың да артықшылықтарын көрсеткен [14].

Жалпы зерттеу болжамы – оқушылардың физикалық құбылыстарға қатысты сенімдері мен түйсік жүйесі негізінен олардың күнделікті тәжірибесінен алынған. Мұндай сенім мен түйсік жүйелері әдетте ғылыми теориялар мен білімге сәйкес келмейді, олар дұрыс емес түсініктерге жатады. Ғылыми зерттеулер оқушылардың жердің гравитациялық өрісіндегі қозғалыс туралы идеялары, әдетте, нақты құбылыстардың тікелей тәжірибесінен алынған аристотельдік идеяларға негізделген деп болжайды. Зерттеулер көрсеткендей орта мектеп оқушыларының (және кейде университеттің) білімі нақты әлемнің қарапайым физикалық құбылыстарын түсіндіруде тиімді емес фактілерден тұратынын көрсетті. Зерттеу нәтижелері сонымен қатар дәстүрлі оқыту қате түсініктермен күресуде тиімсіз екенін анықтады. Мысалы, оқушылардың жылдамдық пен үдеу туралы идеяларын дәстүрлі оқыту әдістерімен жүзеге асыру оңай емес деп саналады. Оқушылар көбінесе жылдамдықты қозғалатын заттардың орналасуымен байланыстырады, жылдамдық пен үдеуді шатастырады немесе олардың арасындағы ұқсастықтардан шатасады және қозғалыстардың графикалық көріністерін бейнелеуде үлкен қиындықтарға тап болады.

Бүгінгі таңда білімгерлердің белсенді білім алуын ынталандыруға бағытталған және сыныпта, тіпті физика зертханасында құру өте қиын, қымбат немесе көп уақытты қажет ететін жағдайларда жұмыс істеуге мүмкіндік беретін көптеген ақпараттық коммуникациялық технология қосымшалары бар. Мұндай ақпараттық коммуникациялық технология қосымшаларын қолдану физикалық білім берудің жаңа зерттеу саласын құрды, өйткені ол физиканы оқыту түсінілетін және жүзеге асырылатын шеңберді түбегейлі өзгертті. Әр түрлі ақпараттық коммуникациялық технология қосымшаларының ішінде компьютерлік модельдеу физиканы оқытуда ерекше маңызға ие. Жаттығулар мұғалімдердің оқу мүмкіндіктерін кеңейтуге және оқушылардың белсенді қатысуына ықпал етуге бағытталған жаңа білім беру орталарын ұсынады. Компьютерлік модельдеу тұжырымдамалар мен процестерді модельдеуге көптеген мүмкіндіктер береді. Модельдеу оқушылардың бұрынғы білімі мен жаңа физикалық тұжырымдамаларды зерттеу арасындағы байланысты қамтамасыз етеді, және де білім алушыларға өздерінің қате түсініктерін белсенді түрде қайта дұрыстауға мүмкіндік беру арқылы ғылыми түсінікті дамытуға көмектеседі. Атап айтқанда, бұл білім алушыларға мүмкіндік беретін ашық оқу орталары:

- гипотеза жасау және идеяларды тексеру процесі арқылы олардың құбылыстар мен физикалық заңдылықтар туралы түсініктерін дамыту;
- параметрлерді оқшаулау және басқару, осылайша оларға физикалық ұғымдар, айнымалылар мен құбылыстар арасындағы байланысты түсінуге көмектеседі;
- негізгі ұғымдарды, қатынастарды және процестерді түсіну үшін пайдалы әртүрлі көріністерді (суреттер, анимациялар, графика, векторлар және сандық деректерді көрсету) пайдалану;
- физикалық әлем туралы өз идеялары мен психикалық модельдерін білдіру, және
- сыныпта немесе зертханада түсіну қиын болған құбылыстарды зерттеу, өйткені олар өте күрделі, және техникалық жағынан күрделі немесе қауіпті, көп ақша немесе көп уақытты қажет ететін немесе өте тез жүретін құбылыстар мен процестерді толығымен зерттеу.

Оқушылардың физика туралы идеяларын түрлендіру және білім кемшіліктерін түзету дәстүрлі оқыту тәсілдерінен асып түседі, өйткені олар оқушылардың қабылдауы мұғалімнің қабылдауынан өзгеше болуы мүмкін екенін ескермейді.

Зерттеу жұмысының мақсаты – компьютерлік модельдеудің жоғары сынып оқушыларының жердің гравитациялық өрісіндегі қарапайым қозғалыстарға қатысты негізгі кинематикалық ұғымдарды түсінуіне әсерін зерттеуге бағытталған.

Осы мәселелер бойынша қосымша зерттеулер оқытуды жақсарту үшін, сондай-ақ оқытудың жаңа жағдайларын жобалау мен дамыту үшін өте пайдалы болуы мүмкін. Сондықтан оқыту тәсілдерін жетілдіруге қатысты маңызды міндеттердің бірі

– оқушылардың физиканы оқытуда белсенді қатысуына ықпал ететін компьютерлік құралдардың тиімділігін зерттеу болып табылады.

– оқушылардың танымдық шектеулері және жердің гравитациялық өрісіндегі қарапайым денелердің қозғалысындағы жылдамдық пен үдеу туралы идеялар зерттеледі.

Алынған деректерді талдау көрсеткендей, модельдеу оқушыларға әртүрлі қате түсініктерге байланысты танымдық шектеулерді жеңуге көмектеседі. Бұл зерттеу интерактивті физика көмегімен компьютерлік модельдеуге негізделген баламалы оқу нәтижелерін ұсынады.

Зерттеу әдістері

Компьютерлік модельдер әр түрлі эксперименттер мен құбылыстарды көрнекі динамикалық иллюстрациялауға, нақты эксперименттерде бақылауға болмайтын құбылыстарды көруге мүмкіндік береді. Оқыту процесіне компьютерлік енгізу физикалық процестердің өңделген модельдер, яғни виртуальдық модельдеу негізінде демонстрациялық қана емес, сонымен бірге зерттеушілік-конструкторлық жұмыстарды орындауға болады. Шынында, көлемі күннен-күнге артатын ақпарат пен сапалы және терең білімді қамтамасыз ету арасында, маманды көп кәсіпті даярлауға есептелінген ақпараттық ортаны құру мен әдістемелік қамсыздандудың жоқтылығы арасында, білімнің іргелі және қолданбалы есепке есептелінген мамандардың көп қырлы, кәсіптік қызығушылығы арасында пайда болған қарама-қайшылықтарды жеңу үшін реалды шешу жол болып табылады.

Зерттеу нысаны ретінде 9-сынып оқушыларынан екі топқа бөлініп зерттелді. Біріншісіне бақылау тобы ретінде 20 оқушы және эксперименттік топ ретінде 20 оқушы алынды. Зерттеу Түркістан қаласының № 20 орта мектебінде орындалды. Зерттеуге қатыспас бұрын барлық оқушылар сыныпта осы тақырыптар бойынша дәстүрлі оқудан өткендігі анықталып, физикалық зертханада ешқандай эксперименттік жұмыстар жүргізілген жоқ. Жұмыс барысында бақылау тобына дәстүрлі оқыту түрі қолданылып, ал эксперименттік топқа компьютерлік модель көмегімен сабақтар жүргізілді.

Зерттеулер жүргізу барысында жалпы ғылымдық зерттеу әдістерінің ішінен:

- Бақылау әдісі;
- Салыстыру;
- Эксперимент әдісі;
- Талдау және сараптау әдістері;
- Индукция әдісі.

Дәлірек айтқанда екі топтың бастапқы деңгейлерін анықтауда бақылау әдісі қолданылып топтардың білімдері салыстырылды. Оқушылардың зерттеуге қатысқанға дейінгі қызметі (сыныпта және үйде) математикалық теңдеулер есептерін шешуге және сандық нәтижелерді алуға негізделген дәстүрлі әдістермен шектелгендігі бақыланды. Эксперименттік топтың білімгерлері траекторияның басқа түрлерімен тәжірибе жасау үшін модельдеуді қолданбаған. Кейін эксперименттер нәтижелерін талдай және сараптай келе жалпы қорытындыға келді.

Зерттеу барысында эксперименттік топтың оқушылары тиісті тақырыптар бойынша дәстүрлі аудиториялық білім алғаннан кейін шамамен екі аптадан кейін өтті. Эксперименттік топтың барлық білімгерлеріне компьютерлік сыныпта 1 сағаттық екі сабақ ұсынылды. Бірінші сабақ барысында зерттеушімен бірлесе отырып, қарапайым кинематикалық құбылыстарды бейнелеу және еркін құлау заңдылықтарын талдау үшін интерактивті физика қолданылды. Сонымен қатар, барлық оқушылардың модельдеу ортасымен танысу үшін қысқа тәжірибе кезеңі болды. Екінші сабақ барысында оқушылар интерактивті физикалық

көріністерді қолдануды талап ететін тапсырмаларды орындады. Оқушылардың модельдеуге қатысуы дененің еркін құлауын зерттеумен шектелді. Субъектілерге денелер массасын немесе тұрақты ауырлық күшін өзгерту, болжамдар жасау, түсініктемелер беру және компьютер экранында шешімдерінің нәтижелерін бақылау ұсынылды.

Олар сонымен қатар әр түрлі модельдеу бағдарламалар жасақтамасы ұсынған өлшеуіштерді әртүрлі физикалық шамаларды графикалық түрде бейнелеу, физикалық ұғымдар арасындағы қатынасты түсіну және физикалық заңдарды терең ұғыну үшін қолданды.

Интерактивті физика – бұл Ньютон механикасының негізгі принциптерін модельдейтін екі өлшемді виртуалды физика зертханасы. Модельдеу механизмі бағдарламалауды қажет етпейді. Жүйе шығарған модельдеу сандық талдаудың екі әдісіне негізделген, жылдам және дәл әрі экрандағы объектілер эволюциясының шынайы көрінісімен ерекшеленеді. Модельдеу кезінде бірқатар физикалық шамаларды (жылдамдық, үдеу, импульс, бұрыштық импульс, кинетикалық энергия және т.б.) векторлық, цифрлық, графикалық немесе бағаналы түрде өлшеуге мүмкіндік бар. Интерактивті физика, бірқатар өзара қарым-қатынас объектілері ретінде, қысқаша айтқанда достық интерфейсті ұсынады, мысалы:

– оқушыларға диалогтық терезелерді шақырмай-ақ тікелей жұмыс кеңістігіне командалар қосуға мүмкіндік беретін батырмалар;

– оқушыларға модельдеу алдында және модельдеу кезінде модельдеу параметрлерін реттеуге мүмкіндік беретін басқару элементтері; және

– тиісті физикалық шамаларды сандық, графикалық немесе графикалық түрде өлшеуге мүмкіндік беретін есептегіштер. Кез келген есептегіштен алынған деректерді электрондық кестелер немесе графикалық пакеттер сияқты басқа қолданбаларға экспорттап көшіруге болады.

Интерактивті физика – физиканы оқытуда

– құбылыстар мен процестерді модельдеуге және бейнелеуге арналған виртуалды физикалық зертхана;

– оқушылар өз идеялары мен психикалық үлгілерін көрсете алатын, болжам жасай алатын, физикалық заңдылықтарды шығара алатын және мәселелерді шеше алатын мәнерлі орта ретінде қолдануға болады.

Физикалық зертханаларда траекториялық қозғалыспен тәжірибе жасау қиын, өйткені ол білім алушылардан тиісті эксперименттік дағдыларды, сондай-ақ стробоскоптарды қолдану дағдыларын қажет етеді. Интерактивті физика арқылы модельдеу – бұл керемет оқу және педагогикалық артықшылықтарды ұсынатын балама тәсіл. Кинематикалық құбылыстың стробоскопиялық көрінісі және позициясы мен жылдамдықты бір уақытта көрсету оқушылар тәжірибе жасай алатын, физикалық заңдылықтарды зерттей алатын, жобалау немесе болжам жасай алатын, қорытынды жасай алатын ашық ортаны қалыптастырады. Олар өздерінің эксперименттерін тиісті қозғалыс заңдары мен принциптерін түсіну үшін қажет болғанша қайталай алады.

Талдау мен нәтижелер

Зерттеу әдісі ашық сұрақтарға негізделген сауалнама түрінде болды. Сауалнама екі топтың барлық оқушыларына таратылды. Оқушыларға тапсырмалардағы сұрақтарға жауап беру және жауаптарға қажетті түсініктеме беру тапсырылды. Нақтырақ айтқанда тапсырмалардағы эксперименттік процестерді сапалы бағалау ұсынылды. Сауалнамада екі бірдей гравитациялық өрісте қозғалатын шарлардың жылдамдығы мен үдеуіне қатысты 3 сұрақ берілді.

1. Бірдей биіктіктен екі еркін құлаған шарларға қатысты.
2. Әр түрлі биіктіктен еркін құлаған екі допқа қатысты.

3. Еркін құлаған доп және көлденең лақтырылған доптың жылдамдығы мен үдеуінің айырмашылықтарына қатысты болды.

Оқушылардан сауалнама арқылы берілген сұрақтарға жауаптар алынып нәтижелерге талдау жасалынды. Нәтижелерді талдау барысында оқушылардың берілген сұрақтарға жауап берулері талданып, дұрыс немесе дұрыс емес жауап берулеріне байланысты 3 санатқа жіктелінді:

А санаты: Дұрыс жауаптар, қойылған сұраққа дұрыс жауап берген және жауаптарға тиісті түсініктемелер келтірілген;

Б санаты: Толық емес жауап берген немесе нақты мысал келтірмеген;

В санаты: Жауап бермеген немесе тақырыпқа мүлдем қатысы жоқ сұрақтарға жауап берген.

Бірінші (1) тапсырма бойынша 1-кестеде көрсетілген мәндерге сәйкес бақылау тобында 38,3%, ал эксперименттік топта 10% оқушы қате жауап берген. Алайда кейбір оқушылар толық жауап бермегендеріде болды. Оның мысалдары төмендегідей:

- Екі доптың жылдамдығы бірдей, өйткені олар бір уақытта құлайды;
- Екі доптың жылдамдығы бірдей, өйткені ауаның қарсылығын елемеуге болады;
- Екі доптың жылдамдығы бірдей, өйткені оларға ешқандай күш әсер етпейді.

Оқушылардың жауаптарын талдауда жиі кездесетін қате түсінік Аристотельдің еркін құлау туралы идеяларына негізделген. Бақылау тобының білімгерлерінің елу пайызы доптың жылдамдығы пропорционалды немесе оның салмағына байланысты деп санаған сияқты. Екінші жағынан, эксперимент тобының 30%-ы да осындай сенімге ие.

1-кесте – Бір уақытта бірдей биіктіктен еркін құлаған екі шардың жылдамдығын салыстыру сұрағы бойынша алынған нәтижелер

Санаттар	Бақылау тобы–20 (100%)	Эксперименттік топ–20 (100%)
Жауаптары дұрыс	3 оқушы (11,7%)	12 оқушы (60%)
Толық емес жауап	10 оқушы (50%)	6 оқушы (30%)
Қате жауап	7 оқушы (38,3%)	2 оқушы (10%)

Бақылау топ оқушыларының тек 11,7%-ы ғылыми тұрғыдан дұрыс жауап берді, өйткені екі доптың жылдамдығы бірдей, себебі еркін құлау тек тұрақтыға байланысты екенін келтірген.

Ал екінші (2) тапсырма бойынша жауап нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

2-кесте – Бірдей уақытта бірдей биіктіктен құлаған екі доптың үдеуін салыстыру сұрағы бойынша алынған нәтижелер

Санаттар	Бақылау тобы–20 (100%)	Эксперименттік топ–20 (100%)
Жауаптары дұрыс	7 оқушы (38,3%)	9 оқушы (45%)
Толық емес жауап	10 оқушы (50%)	7 оқушы (35%)
Қате жауап	3 оқушы (11,7%)	4 оқушы (20%)

Кестеден бақылағанымыздай дұрыс жауап берген екі топ білімгерлерінің деңгейлері айтарлықтай үлкен еместігіне көз жеткізуге болады. Ал толық жауап бермеген білімгерлерге келсек, жауаптар арасында:

Екі доптың үдеуі бірдей, өйткені олар бір уақытта түседі.

Екі доптың үдеуі бірдей, өйткені олар бірдей биіктіктен құлайды

деген толық емес жауаптарда кездесті. Оқушылардан жиі анықталған қателіктер үдеу доптың салмағына байланысты деп қарастырғанын байқауға болады. Бұл білімгерлердің алдыңғы сұрақтағы жылдамдыққа қатысты бірдей түсінікті қолданған сияқты.

3-кесте – Әр түрлі биіктіктен бірдей уақытта еркін құлаған екі шардың жылдамдығын салыстыру тапсырмасының нәтижелері

Санаттар	Бақылау тобы–20 (100%)	Эксперименттік топ–20 (100%)
Жауаптары дұрыс	6 оқушы (30%)	11 білімгер (55%)
Толық емес жауап	9 оқушы (45%)	6 білімгер (30%)
Қате жауап	5 оқушы (25%)	3 білімгер (15%)

Үшінші (3) тапсырма бойынша сұрақтың күрделілігіне байланысты бақылау тобында дұрыс жауап берушілер саны аз екенін аңғаруға болады. 3-кестеде эксперименттік топтан 55%, бақылау тобынан 30% дұрыс жауап берген. Ал кейбір білімгерлер мүлдем жауап бермеген.

Берілген жауаптар арасында:

Екі допта бірдей жылдамдыққа ие, сондықтан екеуіде бірдей гравитациялық үдеумен құлайды.

Екі доп жылдамдығы бірдей, сондықтан үдеу тең болады, бірақ жақын биіктіктен тасталған доп ерте түседі.

Екі доптың жылдамдығы бірдей, өйткені олар еркін түседі.

сияқты жауаптар Б санатына ендірілді. Себебі жауаптар толық әрі нақты берілмеген.

Төртінші (4) берілген сұрақ бойынша алынған жауап нәтижелерінің статистикасы 4-кестеде келтірілген.

4-кесте – Әр түрлі биіктіктен бірдей уақытта еркін құлаған екі доптың үдеуін салыстыру сұрақ жауаптарының статистикасы

Санаттар	Бақылау тобы–20 (100%)	Эксперименттік топ–20 (100%)
Жауаптары дұрыс	5 білімгер (25%)	13 білімгер (65%)
Толық емес жауап	8 білімгер (40%)	5 білімгер (25%)
Қате жауап	7 білімгер (35%)	2 білімгер (10%)

Кестеден байқалып тұрғандай бақылау топқа қарағанда екі есе көп эксперименттік топ оқушылары дұрыс жауап берген. Бақылау топтың 40%-ы толық жауап бере алмаған болса, эксперименттік топтың тек 2 оқушысы ғана қате жауап берген. Яғни, эксперименттік топ білімгерлері «үдеу» шамасы бойынша тақырыпты жақсы меңгергендігі байқалады. Ал бақылау тобы көбінесе толық жауап беруге қиналған, өйткені жылдамдық пен үдеу шамаларының өзгешелігіне нақты мән бермеген.

Ал (5) және (6) тапсырмалар бойынша алынған жауаптар статистикасы төменде көрсетілген.

5-кесте – Белгілі бір биіктіктен еркін құлаған доп пен көлденең лақтырылған доптың жылдамдықтарын салыстыру

Санаттар	Бақылау тобы–20 (100%)	Эксперименттік топ–20 (100%)
Жауаптары дұрыс	3 білімгер (15%)	7 білімгер (35%)
Толық емес жауап	7 білімгер (35%)	9 білімгер (45%)
Қате жауап	10 білімгер (50%)	4 білімгер (20%)

5-кестеден көріп отырғанымыздай (5) сұрақ бойынша дұрыс жауап берген оқушылар саны азырақ, өйткені 5-ші және 6-сұрақтардың берілгені алдыңғы 4 сұраққа қарағанда күрделі екенін байқауға болады. Алдыңғы төрт сұрақтарда 1 мен 2-сұрақтарда уақытта биіктікте бірде болса, 3 және 4-сұрақтарда тек бірдей уақыт берілгендігін көреміз. Қарапайым физика курсына да оқушылардың есеп шығару барысын қарастыратын болсақ, бір тақырыпқа байланысты есеп берілетін болса, егер екі есептің да шарттары бірдей болып тек қана сан мәндері өзгертін болса онда оқушы ол екі есепті да бір жолмен шығарады, бірақ тек алгебралық есептеулер жүргізгенде сан мәндерін алдыңғы есептегі сан мәндерімен емес, сол есептегі сан мәндерімен есептейді сонда тек жауаптағы сандық өлшемдері ғана өзгеше болады. Сол сияқты 1 мен 2-сұрақтарда тек сан мәндері ғана басқаша ал берілгені бірдей болғандықтан бұл сұрақтар тақырыпты түсінген оқушы үшін онша көп қиындық тудырмайды. 3 пен 4-сұрақта осы сияқты тек онда бірдей шама алдыңғыдай екеу емес тек біреу ғана. Яғни осы берілгендерінен байқайтынымыз сұрақтар деңгейлеп оңайдан қиын сұрақтарға қарай берілгендігін байқауға болады. Ал 5 пен 6-сұрақтарда мүлдем басқаша. Дәлірек айтсақ адыңғы есептерде екі доптардың да бастапқы жылдамдықтары нольге тең болса, соңғы екі сұрақта тек бір доптың ғана еркін түсетіндігін айтып тұр, ал екінші доптың лақтырылғандығын, яғни бастапқы жылдамдығы мен үдеу белгілі бір мәнге ие екендігін соңғы сұрақтардан білуге болады.

Сұрақтардың деңгейлері бойынша соңғы екі сұрақ күрделі деңгей болғандықтан 5-кестеден дұрыс жауап берген білімгерлер санының аз екендігін байқауға болады. Эксперименттік топтан дерлік 50 пайыз оқушылар толық жауап бере алмаған болса бақылау тобынан білім алушылардың жартысы қате жауап берген немесе мүлдем жауап жазбаған.

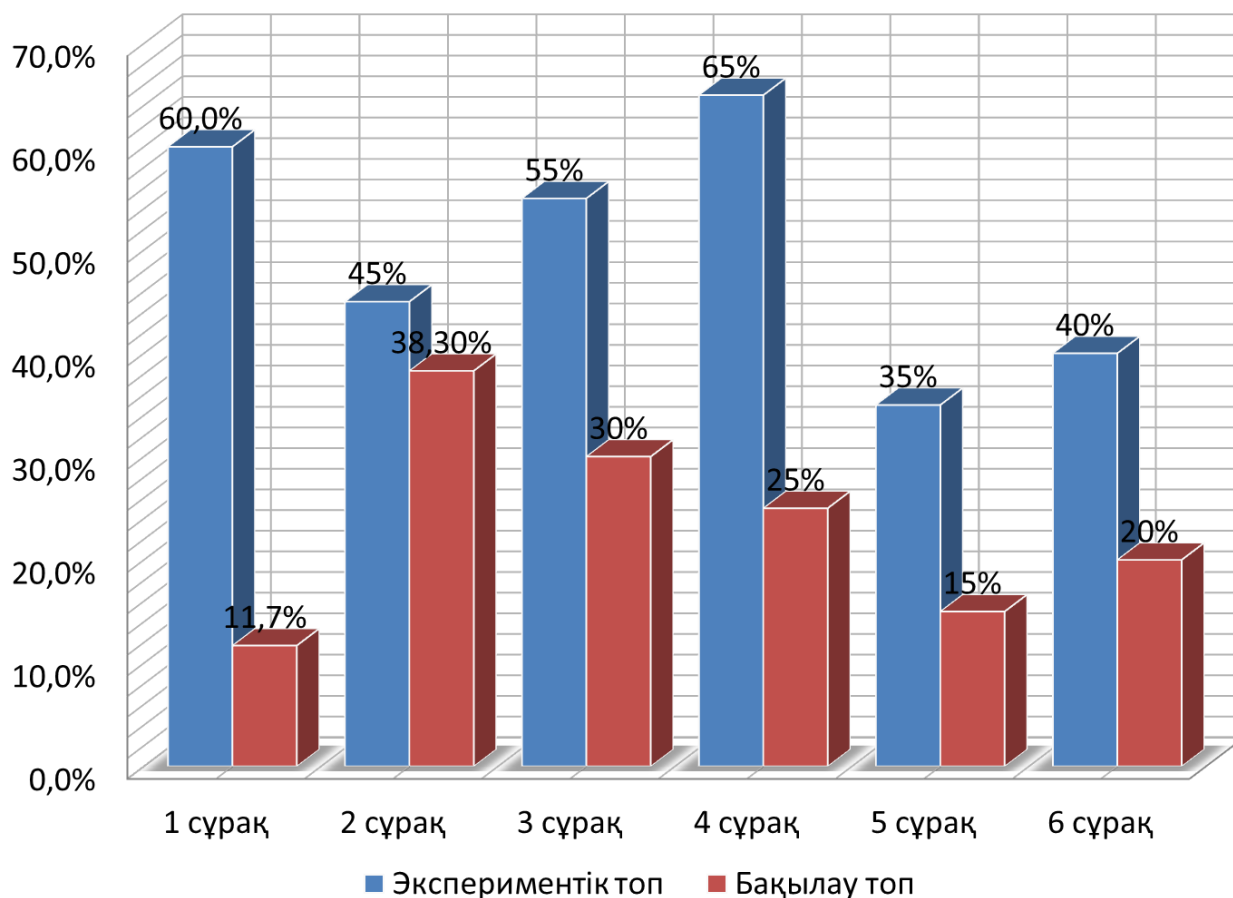
6-кесте – Белгілі бір биіктіктен еркін құлаған доп пен көлденең лақтырылған доптың үдеулерін салыстыру

Санаттар	Бақылау тобы–20 (100%)	Эксперименттік топ–20 (100%)
Жауаптары дұрыс	4 білімгер (20%)	8 оқушы (40%)
Толық емес жауап	7 білімгер (35%)	8 оқушы (40%)
Қате жауап	9 білімгер (45%)	4 оқушы (20%)

Негізінен берілген соңғы екі тапсырманың да (5) және (6) шарты бірдей дерлік, тек қана табылатын мәндерінде ғана өзгешелік бар. Соңғы екі тапсырма қалған сұрақтарға қарағанда күрделі болғандықтан дұрыс жауап берушілер саны аз. Екі тапсырма бойынша да дұрыс жауап беруіне байланысты статистика мәндеріне қарайтын болсақ, бақылау топ оқушылары эксперименттік топ оқушыларына қарағанда екі есе аз екені көрініп тұр. 6-кестеде келтірілген пайыздық мәндерге назар аударатын болсақ, эксперименттік топ оқушылары бақылау топ оқушыларына қарағанда екі есе көп білімгер дұрыс жауап келтірген.

Толық емес жауап берген оқушылардың жауаптарына талдау жасайтын болсақ көбісі жылдамдық пен үдеу ұғымдарының бір-біріне тәуелді екендігін, жылдамдық пен үдеудің

өлшем бірліктерін талдап, бірі екіншісіне тікелей байланысты екендігін келтірген, бірақ нақты түрде еркін құлаған доп пен лақтырылған доп үдеулерінің айырмашылықтарын түсіндіруге қиналғандығы байқалды.



1-сурет – Екі топ жауаптарының статистикасы

1-суретте эксперименттік және бақылау топтарының дұрыс жауаптары бойынша алынған нәтижелері салыстырылған. Екі топтағы оқушылардың едәуір бөлігі үдеу ұғымына байланысты тиісті кинематикалық сипаттамаларды емес, негізгі дәлелдеу элементі қозғалыс түрі болатын негіздерге сүйенді. Бұл оқушылар ауырлық күшіне байланысты үдеу қозғалысқа тәуелсіз әрекет ететінін түсінбеді. Екінші жағынан, эксперименттік топ білімгерлерінің 65%-ы дұрыс жауап берді. Бұл олардың объектінің жердің гравитациялық өрісіне қозғалысы кезінде үдеу ұғымын түсінгендерін көрсетеді. Сипаттамалық статистиканың нәтижелері екі топтың арасында айтарлықтай айырмашылықтар бар екенін көрсетеді. 1-суретте екі топ үшін оқушылардың дұрыс жауаптарының салыстырмалы диаграммасы келтірілген. Жалпы айтқанда, модельдеуге негізделген білім беру ортасы оқушыларға танымдық шектеулерді және траектория бойынша қозғалыс туралы дұрыс емес түсініктерді жеңуге көмектесетіні айқындалды.

Қорытынды

Зерттеулер нәтижелерін талдай келе физика пәнін оқуда және оқытуда компьютерлік модельдеуді қолдану ұсынылады. Оның көмегімен оқушылардың сабақ үлгеріміне және де ойлау мүмкіндіктерін арттыратынына көз жеткізуге болады. Талдаулар көрсеткендей, оқушылардың берген жауаптарында жылдамдық пен үдеу шамаларына қатысты екі топ жауаптары арасында айырмашылықты байқауға болады.

Оқушылардың берген жауаптарын сапалық тұрғыдан алғанда жауап түрлерінің ауқымы бірдей типтегі ұқсас тұжырымдамаларды көрсететін екі топ үшін де бірдей, бірақ өсу жиілігіне байланысты әр түрлі болды.

Компьютерлік модельдеудің физиканы оқытудағы рөлі жайындағы болжам расталды. Модельдеу көмегімен білім беру оқушылардың танымдық деңгейлерін кеңейтуге көмектесетіні байқалды. Нақтырақ, берілген тапсырмалар бойынша оқушылардың үлгерімінің айтарлықтай жақсарғаны көрінеді. Эксперименттік топтағы 10 оқушының шамамен 6-ы траектория бойымен қозғалу кезінде үдеу тұрақты ауырлық күшіне тең екенін және әр қозғалыстың ерекше контекстік сипаттамаларына тәуелді емес екенін түсінгендігі байқалды. Эксперименттік топ оқушыларының таным деңгейі айтарлықтай жақсарды. Компьютерлік модельдеудің көмегімен жұмыс істеу оқушылардың танымдық шектеулерін кеңейтуге және жылдамдық пен үдеу шамаларының айырмашылықтары мен ұқсастықтарын ажырата білуге және тиімді қолдануға көмектеседі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Андалоро Г., Белломонте Л. и Сперандео-Минео Р. М. Компьютерная обучающая среда в области ньютоновской механики. – Лондон: Изд-о Международный журнал научного образования. – 1997. – 19. 660–682 с.
2. Бешенков С.А, Ракитина Е., Миндзаева Э. – Россия: Изд-во Кибер Ленинка. Информационное образование в России. Знание. Понимание. Умение. – 2013. № 3. С. 42–51.
3. Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. – Москва: Издательский центр «Академия». – 2010. – 17 с.
4. Ван Дж., Джоу М., Дунхуэй Г. Исследование влияния основанной на моделях исследовательской педагогики на исследовательские навыки учащихся в виртуальной физической лаборатории. – Нидерланды: Издательство Elsevier Science Publishers BV. Компьютеры в человеческом поведении. – 2015. – 49. 657 – 670 с.
5. Цзиньин В., Яочжун Л., Мин Дж., Цзинбин Ч. Исследование влияния облачной педагогики на творческие таланты: тематическое исследование китайской средней школы. – Нидерланды: Издательство Elsevier Science Publishers BV. Компьютеры в человеческом поведении. – 2016. – 63. 228–240 с.
6. Дьячук П., Лариков В. Применение компьютерных технологий обучения в средней школе. – Красноярск: Изд-во КГПУ. – 1996. – 167 с.
7. Щербаков Н.Р. Математическое и компьютерное моделирование динамического состояния систем передачи движения. Автореф. дис. ... д-ра ф.-м. наук: – Томск: ГОУ ВПО «Томский государственный университет». – 2009. – 30 с.
8. Ильина В.А., Силаев П.К. Численные методы для физиков-теоретиков — Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2004. – 118 с.
9. Бисенгалиева А.М., Бапиев И.М., Касымова А.Х. ЖОО-ның техникалық мамандық студенттеріне арналған физикалық процестерді компьютерлік модельдеу. – Орал. Баспагер: Жәңгір хан атындағы БҚАТУ. – 2014. – 131 б.
10. Физикалық оқу эксперименті арқылы оқушылардың танымдық ізденімпаздығын қалыптастыру. – Алматы: Қазақстан жоғары мектебі. – 2008. – №4. – Б. 52 –54.
11. Абдыкеримова Э.А. Динамикалық компьютерлік модельдерді практикада қолдану мысалдары. – Алматы: Қазақстан жоғары мектебі. – 2004. – №1. 132 – 142 б.
12. Нұрқасымова С.Н., Ашуrow Ә.Е. Физиканың оқытудың компьютерлік әдістері. Оқу құралы. Алматы. – 2016. – 173 б.

13. Сұлтанов М.А. Математикалық және компьютерлік модельдеу негіздері. – Алматы: Оқулық. – 2014. – 299 б.
14. Абдыкеримова Э.А. Динамикалық компьютерлік модельдерді практикада қолдану мысалдары. – Алматы: Қазақстан жоғары мектебі. – 2004. №1, –130–142 б.
15. Дрегер Ю.Р. Разработка демонстрационных экспериментов по разделу "электричество и магнетизм" профильного курса физики [Computer learning environment in the field of Newtonian mechanics]. – Саратов: Автореферат. – 2019. – 21 с.
16. Álvaro S., Martín M., Mateo D., Arturo C.M. How far away is infinity? An electromagnetics exercise to develop intuition regarding models. Ukraine: – Physics Education. – 2021. – 5 p.
17. Дорожкин Е., Тарасюк О.В., Федулова К., Федулова А. Компьютерное моделирование в профессионально–педагогической деятельности: теория и практика. – Екатеринбург: Издательство РГППУ. – 2015. – 192 с.
18. Muhammad N., Rizo B.P., Riwayani. An analysis of Instructional Design and Evaluation of Physics Learning Media of Three Dimensional Animation Using Blender Application. – Batam, Indonesia: Publisher: IEEE. – 2018. – 7 p.
19. Hattori T., Masuda R. , Moritoh Y , (...), Kawakami Y., Takana T. Utilization of both free 3D software 'Blender' and 3D printing for early STEM education. – Takamatsu, Japan: Publisher: IEEE. – 2020. – 23 p
20. Jelcic K., Planinic M., Planinic G. Analyzing high school students'reasoning about electromagnetic induction. – Department of Physics, Faculty of Science, University of Zagreb: Physical Review Physics Education Research. – 2017. – 18 p.
21. Еремин С. Учебное компьютерное моделирование в школьном курсе физики. Шюя: – Научный поиск. – 2012. –№4.4 – С. 62–64.

REFERENCES

1. Andaloro G., Bellomonte L. i Sperandeo–Mineo R. M. Komputernaya obuchayushaya sreda v oblasti Nyutonovski mexaniki [Computer learning environment in the field of Newtonian mechanics]. – London: Izd-vo Mejdunarodniy jurnal nauchnogo obrazovaniia. –1997. – 19. 660 – 682 s. [in Russian].
2. Beshenkov S.A, Rakatina E, Mindzaeva E. –Rossia: Izd–vo CyberLeninka. Informatsionnoe obrazovanie v Rossii [Information education in Russia]. Znanie. Umenie. – 2013. № 3. S. 42 – 51. [in Russian].
3. E.S. Polat., M.Yu. Buxarkina Sovremennye pedagogicheskie i informatsionnie texnologii v sisteme obrazovaniia [Modern pedagogical and information technologies in the education system]. – Moskva: Izdatelskiy sentr «Akademia». –2010. –17 s. [in Russian].
4. Van. Dj., Djou M., Donghui G. Issledovanie vliyaniya osnovannoy na modelyax issledovatel'skoy pedagogiki na issledovatel'skiye navyki uchashixsia v virtualnoy fizicheskoy laboratorii [Investigation of the influence of model-based research pedagogy on students' research skills in a virtual physical laboratory]. – Niderlandy: Izdatelstvo Elsevier Science Publishers B.V. Kompyteri v chelovecheskom povedenii. – 2015. – 49. 657 – 370 s. [in Russian].
5. Jingying W., Yaozhong L., Min J., Jingbin Zh. Issledovanie vliyaniya oblachnoy pedagogiki na tvorcheskije talanti: tamaticheskoe issledovanie kitayskoy sredney shkole [Exploring the Impact of Cloud Pedagogy on Creative Talents: A Case Study of a Chinese High School]. – Niderlandy: Izdatelstvo Elsevier Science Publishers BV. Kompyteri v chelovecheskom povedenii. – 2016. – 63. 228 – 240 s. [in Russian].
6. Dyachuk P., Larikov V. Primenenie komputernix texnologiy obuchniya v sredney shkole [Application of computer technologies of education in secondary school]. Krasnoyarsk: Izd–vo KGPU. – 1996. – 167 s. [in Russian].

7. Sherbakov N. R. Matematicheskoe b komputernoe modelirovane dinamicheskogo sostayaniya sistem peredachi dvijeniya [Mathematical and computer modeling of the dynamic state of motion transmission systems]. Avtoref, dis. ...d-ra f. –m. nauk: – Tosk: GOU VPO “Tomskiy gosudarstvenniy universitet”. – 2009. – 30 s. [in Russian].
8. Ilina V.A., Silaev P.K. Chislennie metoi dlya fizikov–teoritikov [Numerical methods for theoretical physicists]. – Moskva–Ijevsk: Institut komputernix issledovaniy. – 2004. – 118 s. [in Russian].
9. Bisengaliyeva A.M., Bapıev I.M., Qasymova A.H. JOO-ning texnikalik mamandyk studentterine arналған fizikalыk prosessterdi komputerlyk modeldeu [Computer modeling of physical processes for students of technical specialties of universities]. – Oral: Baspager: Jángir han atyndaғы BQATU. – 2014. – 131 b. [in Kazakh].
10. Fizikalыk oqu eksperimenti arkyly oqushylardyng tanymdыk izdenimpazdygyn qalyptastyru [Formation of cognitive curiosity of students through a physical educational experiment]. – Almaty: Qazaqstan jogary mektebi. – 2008. №4, – 52 – 54 b. [in Kazakh].
11. Abdykerimova E.A. Dinamikalyk komputerlik modelderdi praktikada qoldanu mysaldary [Examples of the use of dynamic computer models in practice]. – Almaty: Qazaqstan jogary mektebi. – 2004. – №1. 132–142 b. [in Kazakh].
12. Nurqasymova S.N., Ashýrov Á.E. Fizikanyń oqytýdyń kompúterlik ádisteri [Computer methods of teaching physics]. Oqý quraly. Almaty. – 2016. – 173 b. [in Kazakh].
13. Sultanov M.A. Matematikalыk jane komputerlyk modeldeu negizdrei [Fundamentals of mathematical and computer modeling]. – Almaty: Oqulyk. –2014. – 299 b.
14. Abdykerimova E.A. Dinamikalyq kompúterlik modelderdi praktikada qoldaný mysaldary [Examples of the use of dynamic computer models in practice]. – Almaty: Qazaqstan jogary mektebi, – 2004. №1, –130–142 b. [in Kazakh].
15. Dreger Yu.R. Razrabotka demonstratsionnyx eksperimentov po razdelu “elektrichestvo i magnetizm” profilnogo kursa fiziki [Computer learning environment in the field of Newtonian mechanics]. – Saratov: Avtoreferat. – 2019. – 21 s. [in Russian].
16. Álvaro S., Martín M., Mateo D, Arturo C. M. How far away is infinity? An electromagnetics exercise to develop intuition regarding model. Ukraine: – Physics Education. – 2021. – 5 p.
17. Dorojkin E., Tarasyuk O.V. Fedulova K., Fedulova A. Komputernoe modelirovanie v professionalno-pedagogicheskoi deyatelnosti: teoria i praktika [Computer modeling in professional and pedagogical activity: theory and practice]. – Ekaterinburg: Izdatelstvo RGPPU. – 2015. – 192 s. [in Russian].
18. Muhammad N., Rizo B.P., Riwayani. An analysis of Instructional Design and Evaluation of Physics Learning Media of Three Dimensional Animation Using Blender Application. – Batam, Indonesia: Publisher: IEEE. – 2018. – 7 p.
19. Hattori T., Masuda R. , Moritoh Y. , (...), Kawakami Y., Takana T. Utilization of both free 3D software 'Blender' and 3D printing for early STEM education. –Takamatsu, Japan. – 2020.
20. Jelcic K., Planinic M., Planinic G. – Analyzing high school students'reasoning about electromagnetic induction. – Department of Physics, Faculty of Science, University of Zagreb: Physical Review Physics Education Research. – 2017. – 18 p.
21. Eremin S. Uchebnoe komputernoe modelirovanie v shkolnom kurse fiziki. Shuya [Educational computer modeling in a school physics course]. – Nauchnyi poisk. – 2012. – №4.4 – S. 62–64. [in Russian].

ИНФОРМАТИКА

ӘОЖ 519.7;

МҒТАР 27.47

<https://doi.org/10.47526/2022-4/2524-0080.05>

Г.Н. КАЗБЕКОВА¹, Е.У. СЕРДАЛИЕВ²

¹техника ғылымдарының кандидаты

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz

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

АЛГОРИТМДЕР ТҮРҒЫСЫНАН КОМПЬЮТЕРЛІК ОЙЫНДАРДЫ ЖІКТЕУ

Аңдатпа. Түріне байланысты компьютерлік ойындарды шартты түрде екі түрге бөлуге болады: рөлдік және рөлдік емес. Компьютердегі рөлдік ойында ойыншы басқарылатын кейіпкердің рөлін алады, яғни ойынның құрылысы ойыншы белгілі бір немесе ойдан шығарылған компьютерлік кейіпкер ретінде әрекет етеді. Адамның психологиялық жағдайына әсер ету дәрежесі бойынша бұл адамның психикасына ең күшті әсер ететін рөлдік ойындар. Мұндай типтегі ойындар адамды графикалық және дыбыстық дизайн арқылы компьютерлік кейіпкердің рөліне және ойынның атмосферасына еруге бейімдеуі керек. Рөлдік ойындардың басты мәні толқу элементіне негізделмейді, дегенмен ол әлі де бар.

Жасанды интеллект саласындағы дәстүрлі зерттеулерде мақсат жасанды құралдармен болса да, нақты интеллект құру болып табылады. Массачусетс технологиялық институтының (МТИ) Kismet сияқты жобалары оқуға және әлеуметтік өзара әрекеттесуге, эмоцияларды көрсетуге қабілетті жасанды интеллект құруға тырысады. Осы мақаланы жазу кезінде МТИ-де кішкентай баланың қабілеттерінің деңгейі бар жасанды интеллект құру бойынша жұмыс жүргізілуде және бұл жұмыстың нәтижелері өте перспективалы.

Ойындар түрғысынан шынайы жасанды интеллект ойын-сауық бағдарламалық жобасының талаптарынан әлдеқайда асып түседі. Ойындарда мұндай күш қажет емес. Ойын жасанды интеллектке сезім мен өзін-өзі тану қажет емес (шынымды айтсам, бұл өте жақсы!), оған геймплей шеңберінен тыс ештеңе үйренудің қажеті жоқ. Ойындардағы жасанды интеллекттің шынайы мақсаты – ақылға қонымды мінез-құлыққа еліктеу және ойыншыға сенімді, сенімді тапсырма беру.

Кілт сөздер: Мобильді ойын, смартфон, Unreal Engine, Unity, Android, iOS, Java платформасы, кросс-платформа, The Cyberathlete Professional League, Windows, Linux, видео ойын.

G.N. Kazbekova¹, Y.U. Serdaliyev²

¹Candidate of Technical Sciences

Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz

²lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: erlan.serdaliev@ayu.edu.kz

Classification of computer games in terms of algorithms

Abstract. Depending on the type of computer games can be divided into two types: role-playing and non-role-playing. In a role-playing game on a computer, the player assumes the role of the character he controls, that is, the construction of the game is such that the player acts as a specific or imaginary computer hero. According to the degree of influence on the psychological state of a person, it is role-playing games that have the most powerful effect on the human psyche. Games of this type should predispose a person to enter the role of a computer hero and the atmosphere of the game itself due to the graphic and sound design. The primary importance of role-playing games is not based on the element of excitement, although it is still present in it.

In traditional AI research, the goal is to create real intelligence, albeit by artificial means. In projects such as Kismet of the Massachusetts Institute of Technology (MIT), an attempt is being made to create an AI capable of learning and social interaction, the manifestation of emotions. At the time of writing this article, MIT is working on creating an AI that has the level of abilities of a small child, and the results of this work are very promising.

From the point of view of games, genuine AI goes far beyond the requirements of an entertainment software project. In games, such power is not needed. Game AI should not be endowed with feelings and self-awareness (to be honest, and it's very good that this is so!), it does not need to learn anything outside the framework of the gameplay. The real purpose of AI in games is to simulate intelligent behavior and to provide the player with a convincing, plausible task.

Keywords: Mobile game, smartphone, Unreal Engine, Unity, Android, iOS, Java-platform, cross-platform, The Cyberathlete Professional League, Windows, Linux, video game.

Г.Н. Казбекова¹, Е.У. Сердалиев²

¹*кандидат технических наук*

*Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясауи
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz*

²*преподаватель Международного казахско-турецкого университета
имени Ходжи Ахмеда Ясауи
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: erlan.serdaliev@ayu.edu.kz*

Классификация компьютерных игр с точки зрения алгоритмов

Аннотация. В зависимости типа компьютерные игры можно условно разделить на два типа: ролевые и неролевые. В ролевой игре на компьютере игрок принимает на себя роль персонажа, которым управляет, то есть построение игры такое, что играющий выступает в роли конкретного или воображаемого компьютерного героя. По степени влияния на психологическое состояние человека именно ролевые игры оказывают самое мощное воздействие на психику человека. Игры такого типа должны предрасполагать человека к вхождению в роль компьютерного героя и атмосферу самой игры за счет графического и звукового оформления. Первостепенное значение ролевых игр не строится на элементе азарта, хотя он все равно в ней присутствует.

В традиционных исследованиях в области искусственного интеллекта целью является создание настоящего интеллекта, хотя и искусственными средствами. В таких проектах, как Массачусетского технологического института (МТИ) делается попытка создать искусственного интеллекта, способный к обучению и к социальному взаимодействию, к проявлению эмоций. На момент написания этой статьи в МТИ ведется работа над созданием ИИ, располагающего уровнем способностей маленького ребенка, и результаты этой работы весьма перспективны.

С точки зрения игр подлинный искусственный интеллект далеко выходит за рамки требований развлекательного программного проекта. В играх такая мощь не нужна. Игровой искусственный интеллект не должен быть наделен чувствами и самосознанием (честно

говоря, и очень хорошо, что это именно так!), ему нет необходимости обучаться чему-либо за пределами рамок игрового процесса. Подлинная цель искусственного интеллекта в играх состоит в имитации разумного поведения и в предоставлении игроку убедительной, правдоподобной задачи.

Ключевые слова: Мобильная игра, смартфон, Unreal Engine, Unity, Android, iOS, Java-платформа, кросс-платформа, The Cyberathlete Professional League, Windows, Linux, видеоигра.

Кіріспе

Әлемде мобильді ойын әуесқойларының саны өте көп. Мобильді ойын немесе қосымша дегеніміз не?

Мобильді ойын – бұл смартфондарда, планшеттерде және басқа мобильді құрылғыларда жұмыс істеуге арналған бағдарламалық жасақтама. Мұндай қосымшалар тек ойын–сауық сипатына ие бола алмайды. Олардың функционалдығы өте кең: Даму, білім, экономика, психология. Қазіргі уақытта ойын қосымшалары смартфон қолданушылары арасында сұранысқа ие, бұл мұндай қосымшаларды әзірлеуді пайдалы қызмет етеді. Қазіргі уақытта ойын индустриясы сәтті дамып келеді. Ойындар нарығы өте үлкен. Ойындарды дамытуға көп ақша салынады. Және бұл оның ақталатындығынан алыс. Әр түрлі жанрдағы және әртүрлі сюжеті бар көптеген ойындар бар. Әр жанрдың оң және теріс жақтары бар. Пайдаланушы жанрды тек өз қалауынан тандайды.

Ойындарды құрудың негізгі құралы физиканы ойындарға енгізуге жауап беретін қозғалтқыштар және графиканы өңдеуге арналған графикалық редакторлар болады.

Ойын қозғалтқыштарында ойынның дұрыс жұмыс істеуі және оны дамыту үшін барлық қажетті алгоритмдер дайындауға болады. Бүгінгі таңда әр әзірлеушінің талғамына сай көптеген ойын қозғалтқыштары бар. Олардың негізгі айырмашылықтары қолдау көрсетілетін бағдарламалау тілдерінде, функционалдылықта және, ең бастысы, лицензия құнында. Даму ортасын тандағанда, дәл осы параметрлерге назар аудару керек. Мынадай ең танымал ойын қозғалтқыштары бар: Unreal Engine, Unity, және т.б.

Зерттеу әдістері

Компьютерлік ойындардың саны өте үлкен және олар көбінесе геймплей түріне емес, сипаттамаларына немесе тапсырмаларына қарай жіктеледі. Сондықтан ойын санаттары немесе жанрлар кіші жанрларға бөлінуі мүмкін, ал бір ойын бірнеше жанрға жатуы мүмкін.

Әрине, бұл аздап шатасуы мүмкін, бірақ ойын механикасын түсіну арқылы біз әзірлеушілер мен баспагерлердің ойындарын қалай жіктейтінін түсіне аламыз. Мысалы, егер сіз ойындардың бір сәттік ләззатын ұнататын болсаңыз, онда әрекеттер сізге жақсы сәйкес келеді. Басқатырғыштарды шешуді немесе ресурстарды басқаруды ұнатасыз ба? Сізге нақты уақыттағы стратегиялар немесе рөлдік ойындар (RPG) көбірек ұнайтын шығар. Бірақ сізді қызықтыратын нәрсеге қарамастан, сізге ұнайтын ойын жанры болуы керек.

Бастау үшін кішкене тарихына тоқталайық.

Алғашқы бейне ойынды физик Уильям Хигинботам 1958 жылы қазанда жасады. Сол жылы ол Брукхавен ұлттық зертханасында Ашық есік күніне айналды.

Зертханада жұмыс істеген Уильям Хигинботам келушілер үшін интерактивті ойын-сауық жасағысы келді. Көптеген жылдар өткен соң, сұхбаттарының бірінде ол «бұл жерді жандандырғысы келетінін» айтты. Адамдар ойнай алатын және біздің ғылыми зерттеулеріміздің қоғамға пайдасы бар екенін оларға жеткізетін ойын жасауды қолға алды.

Tennis for Two деп аталатын ойын осциллоскопта ойналды, оның миниатюралық бес дюймдік экраны тек понгқа ұқсас жұқа көк сызықтарды көрсетті. Келушілер кезекке тұрды, ал Хигинботам эксперименті көп ұзамай зертхананың ең танымал экспонаты болды.

Сол ежелгі уақытта компьютерлердің есептеу қуаты бағдарламашылар жасай алатын ойындарды шектеді. Осы күндерге жылдам алға – енді технология ойын әзірлеушілеріне армандағанның бәрін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Сондықтан соңғы бірнеше жылда дәстүрлі классификациядан тыс жаңа жанрлар мен ойын категориялары пайда болды.

Статистикаға сәйкес, іске қосыла бастаған барлық ойындардың ішінде коммерциялық іске қосу 1%-дан аз болды: жаңадан бастаған әзірлеушілер көбінесе ойын идеясы маңызды деп қателеседі. Бірақ идея екі шарт орындалған кезде ғана құндылыққа айналады:

Ол кем дегенде бастапқы құжаттама түрінде ресімделген. Сізде бұл идеяны жүзеге асыруға қабілетті команда бар. Ойынның дамуы келесі кезеңдерден тұрады:

1. Дайындық;
2. Алдын ала өндіріс (Препродакшн);
3. Өндіріс (Продакшн);
4. Шығару (Релиз).

Дайындық кезеңі – идеяны (vision) қалыптастыруды, стратегияны іздеуді, нарықты алдын-ала талдауды, команданы іздеуді және қалыптастыруды, басқару әдістемелерін таңдауды қамтиды.

Нарықты талдау – дайындық кезіндегі маңызды кезеңдердің бірі. Өз аудиторияңызды түсіну маңызды: сіздің ойынды кім ойнайды? Неліктен ол нарықта ерекшеленеді? Бұл сұрақтарға дайындық кезеңінде дәл жауап беру керек, әйтпесе ойын шыққаннан кейін ол ешкімді қызықтырмауы мүмкін.

Вижн – бұл дамудың бастапқы кезеңінде сізде бар ең маңызды нәрсе. Жақсы көрініс А4-тің бір бетін алады, онда ойын сипаттамасы (платформа, жанр, параметр, тарату моделі, геймплей сипаттамасы, негізгі фичи және механика, ойыншының мақсаты), сілтемелер, USP (1 killer-ficha+2–3 бірегей/жаңа фичи және т.б.) сәйкес келуі керек. қандай ойын жасауды түсу керек.

Геймдефте команданы / жобаны басқарудың екі негізгі тәсілін қолданады: Agile және Waterfall. Көптеген компаниялар осы екі тәсілдің элементтерін қабылдайтын гибридті әдістерді қолданады. Waterfall – сериялық, сызықтық даму цикліне негізделген топты басқару тәсілі. Agile, керісінше, өнімнің/жобаның дамуындағы икемділік пен итерацияға негізделген. Әркімнің өз кемшіліктері мен артықшылықтары бар. SCRUM – бұл Agile философиясын ІТ командаларына енгізудің ең танымал әдістерінің бірі, ол командадағы рөлдерді, міндеттерді және негізгі «рәсімдерді» анықтайды. SCRUM-дағы итерациялар спринт деп аталады [1].

Препродакшн

Препродакшн құжаттаманы, тұжырымдаманы, мүмкіндіктер тізімін, art-style doc, бюджетті, бизнес-жоспарды, жоба жоспарын, команданы бейімдеуді және «іске қосуды», процестерді құруды қамтиды. Ең таптырмас құжат – бұл кейінірек ойын дизайны құжатына айналатын тұжырымдама. Бюджет пен бизнес-жоспарды да елемеге болмайды, өйткені оларсыз сіз ойынды сатудан қанша ақша тапқаныңызды, мүдделі баспагер ұсынатын сомаға ойынды сатудың тиімді екенін түсіну қиын болады. Алдын ала өндірістің нәтижесі – демонстрацияға арналған ойынның прототипі немесе демо нұсқасы.

Продакшн

Продакшн бұл ойын әзірлеу, құжаттама жасау (ойын дизайны құжаты, маркетинг жоспары, жылжыту жоспары), жобаны күнделікті басқару, туындаған мәселелерді шешу, алдын-ала өндірістен жоспарлар мен көзқарастарды түзету. Бұл кезеңнің нәтижесі – ойынның нұсқасы, әлі соңғы емес, бірақ пайдаланушыларға көрсетуге дайын.

Ойынды дамыту – бұл стресстік процесс. Қызметкерлердің мотивациясы мен бақыт деңгейі туралы ұмытпаңыз. Қалыпты Ұйымның екі міндеті бар: кәсіпкердің максималды пайдасы және қызметкердің максималды әл-ауқаты, тек ақшамен ғана емес. Мұндай жүйеде максималды әл-ауқат процестің барлық қатысушыларының максималды өнімділігіне тең.

Релиз

Соңғы кезең ойынды соңғы нұсқаға дейін тегістеуді, әртүрлі құрылғыларға оңтайландыруды, ойынның әртүрлі платформаларға нұсқаларын, ойынды дүкендерге жариялауды қамтиды. Бұл кезеңнің нәтижесі – дүкендерде қол жетімді ойынның соңғы нұсқасы.

Бұл тақырыптардың барлығы жоғары бизнес-информатика мектебінде «ойын жобаларын басқару» бағдарламасының «команданы басқару» курсының сабақтарында толығырақ түсіндіріледі. Бұл курста тыңдаушылар бірден gamedevsim ойын тәжірибесінде әзірлеуші жолынан өтуге тырысады. Бұл ойын студиясының жұмыс үстелінің симуляциялық ойыны, онда қатысушылар өз компанияларының иелері ретінде өз командаларын жинайды және дамудың барлық кезеңдерінен өтеді, туындаған мәселелерді шешеді, мүмкіндіктерді пайдаланады және ойын құру арманын орындайды.

Ойын индустриясы жақында пайда болды, бірақ ол өте сәтті болды. Батыс индустриясы ескі және өте тәжірибелі, ол үлкен жобалар жасай алады. Ойындарды құрудың екі түрлі тәсілі бар: көптеген жобаларда жұмыс істейтін үлкен мамандар тобы бар ірі компаниялардың жолы және әр қатысушы көптеген рөлдерді орындай алатын инди командаларының жолы.

Даму тобының мамандарын үш санатқа бөлуге болады: «техниктер» (бағдарламашылар, веб-әзірлеушілер, жүйелік әкімшілер және т.б.), суретшілер (ойынның визуалды компонентіне жауапты мамандар) және идеологтар (ойын дизайнерлері мен продюсерлері). Инди командалары тек үш адамнан тұруы мүмкін, олар жұмыстың едәуір бөлігін арзан аутсорсингке береді.

Ойын идеологы

Көптеген адамдар ойындарды ойын дизайнерлері ойлап табады және жасайды деп ойлайды, бірақ олай емес. Ойынның идеологы – продюсер. Продюсердің негізгі міндеттері: ойын құру үшін қажет нәрсенің бәрін қамтамасыз ету, ресурстарды (ақша, адамдар, уақыт) тарту, мақсатқа жету үшін нақты көзқарас пен жоспар құру, жобаны шығарылым мен коммерциялық жетістікке жеткізу. Бұл ойынның барлық негізгі шешімдерін қабылдайтын продюсер, бірақ жобаның нәтижесі мен сапасына толық жауап береді. Және ол әрдайым әлеуетті қызметкерлердің сұхбаттарына қатысады.

Продюсердің ойын құрудың үш негізгі тәсілі бар:

- 100 пайыздық клон;
- Инновация;
- Венчур.

Әрине, бұл тәсілдердің әрқайсысының оң және теріс жақтары бар.

Бірақ ақша табу – бұл ойын жасаушылардың жалғыз мақсаты емес, басқа да көптеген маңызды нәрселер бар: аудитория жинау, брендті жылжыту, бір нәрсені үйрету (білім беру ойындары), шығармашылық іске асыруға қол жеткізу.

Геймдизайнер

Геймдизайнер бұл бәрін бірден жасайтын адам. Бұл сирек кездесетін маман, ол барлық салаларда тәжірибе мен білімге ие болуы керек, бірақ олардың әрқайсысында кәсіби маман бола алмайды. Геймдизайнер продюсердің көзқарасын жүзеге асырады, ГД құжаттамасын жазады және өзектендіреді, ойынның сипаттамаларын, тепе-теңдігін және экономикасын есептейді, сюжетті/Лаураны баяндауды әзірлеуге қатысады, басқа мамандар үшін ТК әзірлейді, осы міндеттердің орындалуын бақылайды, өнімді конфигурациялайды, құралдар жинағын жасайды, левел-дизайн бойынша жұмысқа қатысады, тестілеу жүргізеді.

Ойынға деректерді Енгізу, әртүрлі параметрлерді орнату, басқа негізгі жұмыс – бұл көптеген ойын дизайнерлері бастайтын нәрсе. Олардың кейбіреулері біртіндеп өз дағдыларын жетілдіреді және бағдарламалауды үйренеді, бұл деректермен жұмыс істеудің тиімділігін арттырады. Бірақ көпшілігі ойын дизайнының басқа бағыттарына ауысады.

Құжаттамаға қарапайым диаграммаларды, сызбаларды қосу жақсы тон болып саналады, олар сіздің ойыныңыздың не туралы екенін қысқа және нақты көрсетеді. Бұл сонымен қатар командаға ойынмен жұмыс істеуге көмектеседі және дамудың кез-келген кезеңінде жаңа қызметкерлерді тез арада іске қосуға мүмкіндік береді.

Біз компьютерлік ойындардың барлық түрлерінің толық тізімін жасауға тырыстық. Айта кету керек, олар бір-бірін жоққа шығармайды және қиылысуы мүмкін.

Action

Әрекеттердің мәні олардың атауын көрсетеді, ағылшын тілінен аударғанда «әрекет» дегенді білдіреді және мұнда ойыншы әрекеттің дәл ортасында және оны басқарады. Бұл негізінен жеңуге болатын физикалық сынақтармен байланысты. Бұл жанрға Галага мен Донки Конг сияқты алғашқы бейне ойындар кірді.

Әдетте, іс-әрекеттерді бастау өте оңай, сондықтан олар әлі де ең танымал бейне ойындар болып табылады.

Визуалды бағдарламалау технологиясы – бұл бағдарламаларды құрудың заманауи тәсілі. Қазіргі уақытта «визуалды бағдарламалау тілдері» терминінің әртүрлі түсіндірмелері бар. Көрнекі бағдарламалау – көрнекі құралдардың көмегімен қосымшалар құруды көздейтін бағдарламалау. Бағдарламаларды құру процесін визуализациялау алғашқы кезеңдерде өз жұмысының нәтижесін көруге мүмкіндік береді, жобалар интерфейсін құру процесі оқушыларды қызықтырады, шығармашылық қабілеттерін көрсетуге мүмкіндік береді.

Студент нәтижесінде не болуы керек екенін көрсетеді және бағдарлама мәтіні визуалды прототип арқылы автоматты түрде жасалады. Көрнекі бағдарламалау тілі бағдарламаларды құру процесін көрнекі және қызықты етеді және күнделікті жұмыстың көп бөлігін алады. Сонымен қатар, бұл технология өте күрделі және кәсіби қосымшаларды жасауға мүмкіндік береді. Көрнекі бағдарламалау ақпаратты көрнекі түрде ұсынудың артықшылығына ие және дәстүрлі бағдарламалау әдістеріне қарағанда адамның қабылдау сипатына әлдеқайда сәйкес келеді.

Көрнекі бағдарламалау – кодты мәтіндік түрде жазудың орнына графикалық нысандарды манипуляциялау арқылы бағдарламаларды құру тәсілі.

Көрнекі бағдарламалау манипуляциялауға болатын графикалық немесе символдық элементтерді қолдана отырып бағдарламалауға мүмкіндік береді [2].

Интерактивті түрде, кейбір ережелерге сәйкес, кеңістіктік графикалық объектілерді бағдарлама синтаксисінің элементтері ретінде пайдалану. Көрнекі бағдарламалау тілдерінің едәуір бөлігі «фигуралар мен сызықтар» идеясына негізделген, мұнда фигуралар (тік төртбұрыштар, сопақшалар және т.б.) субъект ретінде қарастырылады және қатынастарды білдіретін сызықтармен (көрсеткілер, доғалар және т. б.) қосылады.

Компьютерлік ойындар жасау, модельдеу, презентациялар, оқулықтар – бұл Scratch және Kodu Game Lab қолдануға болатын толық емес тізім.

Компьютерлік ойындар (КО) компьютердің бағдарламалық жасақтамасында берік орын алды. Батыс елдерінде бұл қазірдің өзінде бүкіл сала. Біздің елімізде компьютерлік ойындар тұрмыстық компьютерлерге арналған бағдарламалық қамтамасыз етудің (БК) негізгі құрамдас бөлігі ретінде жоспарлануда. Өндірістік салада КО оқыту тренажерлері ретінде, сондай-ақ персоналды психологиялық түсіру құралдарының бірі ретінде пайдаланылатын болады. Ойындар оқытуда да маңызды орын алады (компьютерлік оқыту бағдарламаларының бір түрі). Психологияда КО диагностикалық және тренингтік әдістер ретінде қолданылады. Компьютерлік ойындардың өзі адам қызметінің басқа салаларында және мәдениеттің жаңа құбылысы ретінде психологияны зерттеу объектісіне айналады.

Біз әдеттегі компьютерлік ойынның құрылымын оның ішкі құрылымы мен ойын өзара әрекеттесуі кезінде жұмыс істеуі тұрғысынан талдаймыз. Мұндай талдаудың нәтижесі компьютерлік ойындар құру заңдарын түсінуге жақындауға, сондай-ақ оларды бағалауға және жіктеуге көмектеседі [3].

Ойын және ойын әрекеті ұғымы кез-келген мағыналы талдау жасау үшін өте кең. Сондықтан біз арнайы жабдықты (қосымша пернетақталар, «тышқандар», «Джойстиктер» және т.б.) қолданбай бір ойыншыға арналған дербес компьютерде нақты уақыттағы компьютерлік ойындарды қарастыруды шектейміз.

Мұндай ойын ойнаушының көзқарасы бойынша белгілі бір міндет болып табылады – оған қол жеткізудің шарттары, мақсаты мен құралдары бар. Мәселені шешу – белгіленген ережелерге сәйкес нақты уақыт режимінде ойнатқыш басқаратын процесс. Процестің барысы белгіленген критерий бойынша бағаланады.

Біз компьютерлік ойындарда үш функционалды компоненттерді бөлеміз: ойын ортасы (ОО), ойнатқышпен өзара әрекеттесу және ойын жағдайын бағалау. Айқын байланыс пен өзара тәуелділікпен оларды тәуелсіз деп санауға болады.

Ойын ортасы – бұл ойындағы барлық нысандар мен байланыстардың жиынтығы және оларды өзгерту заңдары. Басқаша айтқанда, бұл ойын әрекеті дамитын негіз, «әлем». Сонымен, шахматта ойын ортасы мыналарды қамтитын жиынтық болады: тақта, фигуралардың екі жиынтығы, фигураларды тақта бойымен жылжыту ережелері, сондай-ақ фигураларды алу (және түрлендіру) ережелері. Танымал «айға қону» компьютерлік ойындарда ойын ортасы «айға қонатын кемелі» (массасы, отын қоры, биіктігі, жылдамдығы) параметрлерін сипаттайтын вектор, сондай-ақ осы параметрлерді байланыстыратын кейбір теңдеу болады. Жалпы КО «Распан» үшін ойын ортасы – бұл кейіпкерлер қозғалатын лабиринт: біреуі ойнатқышпен басқарылады және бірнеше «Жаулар» бағдарламамен басқарылады [4].

Ойнатқышпен өзара әрекеттесу – бұл ойнатқышқа ойын ортасын өзгерту үшін берілетін құралдардың жиынтығы, яғни ойнатқыш белгілі бір дисплей пернелерін басқан кезде пайда болатын әрекеттер. Нақты уақыттағы ойындар басқатырғыштар ойындарынан дәл осы компонентпен ерекшеленетінін ескеріңіз: нақты ауыртпалық ойындарында басу арасындағы уақыт кезеңі ойын барысына айтарлықтай әсер етеді.

Ойын жағдайын бағалау – бұл белгілі бір ойында ойнатқыштың міндетін анықтайтын қатынастар мен шарттар. Бұған ойын әрекеттері үшін ұпайлар мен айыппұлдар жүйесі, бастапқы және соңғы ойын жағдайын сипаттау кіреді.

Аталған компоненттердің ішіндегі ең маңыздысы, әрине, ойын ортасы. Егер ол сәтті табылса, онда басқа компоненттерді өзгерту арқылы сіз белгілі бір қасиеттермен (қарқынмен, күрделілікпен) ойын нұсқасын жасай аласыз.

Функционалды деңгейде ойынды дамытқаннан кейін (АЖ құрылған кезде, ойнатқышпен өзара әрекеттесу құралдары анықталып, бағалау жүйесі белгіленген кезде) осы ойынды жүзеге асыратын компьютерлік бағдарламаны әзірлеу кезеңі басталады [5].

Ойын бағдарламасы, әдетте, екі бөліктен тұрады: біріншісі ойынның ішкі (логикалық) құрылымын жүзеге асырады, яғни, ойынның машиналық деректер мен алгоритмдер жүйесінде көрсетілуі, екіншісі – ойнатқыш үшін терминал экранында ойын процесін көрсетеді. Ойынның формасын анықтайтын екінші бөлім эстетикалық және эргономикалық критерийлермен көбірек байланысты болса да, біздің ойымызша, жаңа ойын құру кезінде негізгі болып табылмаса да, қазіргі уақытта оған үлкен мән беріледі. Шетелдік кі-де ережелерде шамалы өзгертулермен жүзеге асырылған идеялардың өте аз саны қолданылады, бірақ көптеген сыртқы формаларда. Бағдарламалау мағынасында ойынның визуалды жағы логикалық емес, көп уақытты қажет ететін бөлік болып табылады. Дегенмен, ойын бағдарламасының негізі оның логикалық құрылымы болып табылады.

Біз қарастыратын типтің басым көпшілігі азды-көпті ұқсас логикалық құрылымға ие. Ондағы үш иерархиялық деңгей (жоспар) – жедел, тактикалық және стратегиялық. Бұл деңгейлер, әдетте, компьютерлік бағдарлама құрылымында барабар көріністі табады [6].

Операциялық жоспар – бұл ойнатқыштың екі ықтимал әсері арасындағы бағдарлама ішіндегі әрекеттер жиынтығы. Бұл, әдетте, барлық қозғалатын кейіпкерлердің бір сатылы

қозғалысы, ойын ресурстарындағы қарапайым өзгерістер (ойын уақыты және т.б.). Операциялық жоспарға сонымен қатар ойнатқыштың әсері бар-жоғын және егер бар болса, оған тиісті реакция туралы сауалнама кіреді. Осы қадамдағы барлық АЖ өзгерістері терминал экранында міндетті түрде көрсетіледі.

Бұл жоспар біз ойнаушымен өзара әрекеттесу деп атаған компьютерлік ойын компонентімен тығыз байланысты.

Бұл жоспарды әзірлеу ең маңызды орын болып табылады (нақты уақыттағы шектеулер ең күшті сезіледі). Сондықтан әзірлеушілер осы деңгейдегі АЖ өзгерістерінің жиынтығы минималды болуын қамтамасыз етуге тырысады. Сонда сіз ойынның жеткілікті қарқынына ие бола аласыз және көрнекі бөлікке көбірек көңіл бөле аласыз [7].

Тактикалық жоспар – бұл кез-келген жергілікті мақсатқа жетелейтін ойын әрекеттерінің жиынтығы. Бұл КО құрылымындағы ең аз анықталған деңгей. Кейбір ойындарда ол мүлдем болмауы мүмкін, бірақ көптеген КО келесі жағдаймен сипатталады. Операциялық деңгейдегі іс-әрекеттермен ойнайтын адам ойында белгілі бір шарықтау шегіне жетеді, нәтижесінде ол айтарлықтай жеңіске жетеді (немесе ұтылады). Осыдан кейін АЖ-да айтарлықтай өзгерістер орын алып, жаңа «тур» басталады. Сонымен, атыс ойындарында ойыншы «зеңбіректі» (немесе нысанды) жылжытып, нысанаға алады, содан кейін «атып» (триггер ретінде қызмет ететін пернені басу арқылы), содан кейін соққы (немесе жіберіп алу) тіркеліп, жаңа нысана пайда болады.

Осындай турды жүзеге асыратын бағдарламаның бөлігі ойынның тактикалық деңгейі болып табылады. Тактикалық жоспар, әрине, операциялық жоспарды қамтиды, бірақ оның өзіндік бөлігі бар. Онда, әдетте, ойын жағдайы неғұрлым егжей-тегжейлі бағаланады және IP айтарлықтай өзгереді (экрандағы экспозиция сәйкесінше өзгереді). Бұл ойынға ерекше ритақ береді. Өзгермелі күрделілігі бар ойындар үшін – ойнатқыштың міндеті ойында жақсарған сайын күрделене түсетін ойындар үшін – келесі турдың күрделілігі тактикалық тұрғыдан таңдалады.

Ойынның тактикалық жоспарын біз ойын жағдайын бағалау деп атаған компонентпен жақсы салыстыруға болады [8].

Стратегиялық жоспар – бұл АЖ құру және қолдау жөніндегі іс-қимылдар жиынтығы. Бұған тактикалық жоспар, сондай-ақ кейбір жеке әрекеттер кіреді, атап айтқанда: ойынға қатысатын барлық нысандар мен параметрлерді инициализациялау; негізгі ойын экспозициясын құру; ойынның аяқталу критерийін қадағалау: ойын нәтижелерін бекіту.

Ойынның объектілері мен байланыстары стратегиялық деңгейде анықталғандықтан, ол біз ойын ортасы деп атаған кі компонентімен жақсы байланысты. Бағдарламаның бұл бөлігі әртүрлі ойындарда әр түрлі, онда әзірлеушінің барлық тапқырлығы мен өзіндік ерекшелігі көрінеді.

Нақты уақыттағы КО құрылымын талдауға сүйене отырып, сіз осындай ойындарды жүзеге асыру үшін жалпыланған бағдарлама схемасын ұсына аласыз. қарастырылып отырған типтегі КО бас бағдарламасының құрамын анықтаймыз. Шақырылған процедуралардың мазмұны нақты ережелермен анықталады.

```
BEGIN { Main }
  Initialize_All;
  Draw_Poster;
  IF Help_Needed
    THEN Write_Help_Text;
  { +++++ Strategic level +++++ }
  REPEAT
    Define_Players_Level;
    Initialize_Game;
    WHILE Not_End_Of_Game DO
      { +++++ Tactic level +++++ }
    BEGIN
```

```
Initialize_MicroGame  
(Level_Of_Player, Currernt_Result);  
WHILE Not_End_Of_MicroGame DO  
{ +++++ Operating level +++++ }  
  BEGIN  
    Step;  
    Ask_Management;  
    Delay(Current_delay);  
  END;  
{ ----- Operating level --- }  
  Change Score;  
END;  
{---- Tactic level----}  
Give_Mark;  
Save_Result;  
until Once_More;  
{--- Strategic level ----}  
END. { Main}
```

Осы схеманы сипаттау қорытындысында, ол ойынның барлық мүмкін құрылымдарын іске асырудың оңтайлылығы мен толық қамтылуын талап етпейтінін атап өтеміз. Алайда, логикалық деңгейде нақты уақыттағы КО-дің көп бөлігі ұқсас схемаға дейін азайтылуы мүмкін [9,10].

КО құрылымын осындай қарастыру ойындарды жіктеуге және оларды әзірлеу процесінде мақсатты түрде өзгертуге мүмкіндік береді, сол немесе басқа қажеттілікке сәйкес ойын жазылады.

Қарастырылған ойын жоспарларының әрқайсысын ойындағы іс-әрекеттің белгілі бір сипатымен байланыстыруға болады, өйткені ойнатқыштан әртүрлі психологиялық қасиеттерді жаттықтыру қажет.

Сонымен, жедел жоспар психофизиологиялық реакцияларға жақын (сезімдер мен психомоторика) жедел деңгейде сәтті әрекет ету үшін шоғырлану, реакциялардың жылдамдығы, психомоторлық үйлестіру қажет [11].

Тактикалық жоспар психикалық белсенділіктің жоғары деңгейлерін білдіреді. Сәтті тактикалық іс-әрекеттер эмоционалды тұрақтылықты, визуалды есте сақтауды, жағдайды барабар қабылдау мен түсінуді, тез шешім қабылдауды қажет етеді.

Стратегиялық жоспар негізінен зияткерлік қызметке жатады. Мұнда ойыншыға мәселелерді шешуге мүмкіндік беретін қасиеттер қажет: қиял, логикалық және комбинаторлық ойлау және т.б.

Сондықтан ойынның психологиялық сипаттамасын (және осылайша оның адресаттарының класын) ойынның жүктемесі үш деңгейге қалай бөлінетіндігімен және олардың әрқайсысындағы әрекеттер қалай бағаланатындығымен анықтауға болады.

Егер стратегиялық деңгейде тривиальды міндет қойылса, тактикалық тұрғыдан әрбір жаңа жағдай қарапайым болса, онда ойын кем дегенде қандай да бір қызығушылық тудыруы үшін барлық жүктеме жедел деңгейге түседі. Бұл қысқа уақыт ішінде үлкен эмоционалды шиеленіспен өтетін өте динамикалық ойындарды шығарады. Бұл бастауыш және орта мектеп жасындағы балаларға арналған ең сүйікті ойындар. Оларды «автоматты ойындар» деп атаудың мағынасы бар, өйткені олардың мазмұны мен сипаттамалары ойын автоматтарынан еш айырмашылығы жоқ.

Стратегиялық тапсырмасы бар ойындар, бірақ әртүрлі жағдайлар, кейіпкерлер, кедергілер мен мақсаттар (жүктелген тактикалық жоспармен) – ең танымал және қызықты ойындар класы. Оларды «ситуациялық» немесе «шытырман оқиғалы» деп атауға болады. Мұндай ойындар ойыншы үшін ойынды игеру кезеңінде ғана қызықты. Содан кейін, типтік жағдайларға сәтті реакциялар бекітілген кезде, ойыншының жүктеме орталығы Жедел

жоспарға ауысады, ал егер ойыншы осы ойынды ойнауды жалғастыра берсе, онда ойын процесі үшін емес, жоғары нәтижеге жету үшін [12].

Стратегиялық деңгейде күрделі тапсырмасы бар ойындар, әдетте, төмен қарқынмен жүреді (Операциялық жоспар, негізінен, келесі қадамды ойлауға уақытты шектеуге дейін азаяды) және көбінесе тактикалық жоспары таусылады. Кейде мұндай ойындардағы тактикалық жоспар Стратегиялық жоспармен біріктірілмейді. Бұл ойындарды «компьютерлік басқатырғыштар» деп атауға болады. Әдетте бұл өте танымал емес ойындар.

Біздің ойымызша, ең жақсысы – барлық үш жоспар біркелкі жүктелген ойындар. Егер жүктемені осындай бөлуге болатын ойын ортасы пайда болса, онда бұл әзірлеушінің үлкен (және сирек) сәттілігі. Мұндай орта, әдетте, өте бай және сізге көптеген тапсырмаларды қоюға мүмкіндік береді, яғни ойынның көптеген нұсқаларын жасап, оларды қиындық деңгейлеріне таратады. Сондықтан ойынға деген қызығушылықты ұзақ уақыт сақтауға болады. Мұндай ойындардың тағы бір артықшылығы бар, бір деңгейде жеткіліксіз жаттығулар екінші деңгейде өтелуі мүмкін, ал ойын ойыншылардың кең ауқымы үшін қызықты болуы мүмкін.

Қорытынды

Компьютерлік ойындарды құру арқылы алуға болатын табыс деңгейі даму, жылжыту кезеңдеріндегі инвестицияларға, пайда табудың таңдалған әдістеріне байланысты. Түсімдер өнімнің лицензияланған көшірмелерін сатудан, қатысушыларға ақылы жазылым ұсынудан, қосымша ойын ішіндегі опцияларды сатып алудан келеді. Ойындарды ақылы жаңартулармен толықтыру арқылы пайданы арттыруға болады. Бейне ойындарды келесі сайттарда сатуға болады:

Steam. Сандық тарату платформасы. Сапалы ойындарды, ірі брендтердің өнімдерін тарату үшін ұсынылады. Іске асыруда 10 мыңнан астам ойын өнімдері бар. Пайдаланушылар саны 125 миллионнан асады. Қызмет авторлық құқық туралы заңды сақтайды, маркетингтік қызметтерді алады, әзірлеушілерге ақша төлеудің әртүрлі түрлерін ұсынады.

App Store және Google Play. Сайттарда сіз ақысыз нұсқаларды, сондай-ақ жазылым үшін толық метражды нұсқаларды ұсына аласыз.

Статистикаға сәйкес, Tencent (PUBG Mobile, League Of Legends) ойындарының ірі әзірлеушісі 2021 жылы 32,2 миллиард доллар табыс тапты. Кірістілік бойынша екінші орында Sony холдингі 2021 жылы 18,2 миллиард доллар пайда тапты.

Сондықтан, IT бағытында оқитын білім алушылар компьютерлік ойындардың бағдарламасын құрумен айналыса отырып, қомақты қаржы таба алатыны сөзсіз.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Архангельская М.Д. Бизнес этикет, или игра по правилам / М.Д. Архангельская. – М.: Эксмо, 2015. – 160 с.
2. Вакуленко Ю.А. Веселая грамматика. Разработки занятий, задания, игры / Ю.А. Вакуленко. – М.: Учитель, 2017. – 780 с.
3. Джейсон Финкэнон Flash–реклама. Разработка микросайтов, рекламных игр и фирменных приложений с помощью Adobe Flash / Финкэнон Джейсон. – М.: Рид Групп, 2012. – 945 с.
4. Джейсон Финкэнон Flash–реклама. Разработка микросайтов, рекламных игр и фирменных приложений с пом / Финкэнон Джейсон. – М.: РИД ГРУПП ООО Москва, 2012. – 288 с.
5. Тарп Ван, Бартон Д.Р. Биржевые стратегии. Игры без риска / Тарп Ван, Д.Р. Бартон, С. Сьюггеруд. – М.: СПб: Питер, 2010. – 400 с.

6. Финни К. 3D–игры. Все о разработке (+CD–ROM) / К. Финни. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 976 с.
7. Финни К. 3D–игры: Все о разработке (+CD–ROM) / К. Финни. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 133 с.
8. Хорхе Паласиос Unity 5.x. Программирование искусственного интеллекта в играх. Руководство / Паласиос Хорхе. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 427 с.
9. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. – М.: Питер, 2018. – 608 с.
10. Арстанова Л.Г. Занятия и развлечения со старшими дошкольниками. Разработки занятий, бесед, игр и развлечений на нравственные темы / Л.Г. Арстанова. – М.: Учитель, 2017. – 324 с.
11. Архангельская М.Д. Бизнес этикет, или игра по правилам / М.Д. Архангельская. – М.: Эксмо, 2015. – 160 с.
12. Вакуленко Ю.А. Веселая грамматика. Разработки занятий, задания, игры / Ю.А. Вакуленко. – М.: Учитель, 2017. – 780 с.

REFERENCES

1. Arkhangelsk M.D. Biznes etiket, ili igra po pravilam [Business etiquette, or the game by the rules] / M.D. Arkhangelsk. – М.: Eksmo, 2015. – 160 s. [in Russian].
2. Vakulenko Yu.A. Veselaya grammatika. Razrabotki zanyatij, zadaniya, igry [Cheerful grammar. Development of classes, tasks, games] / Yu.A. Vakulenko. – М.: Teacher, 2017. – 780 s. [in Russian].
3. Jason Fincannon Flash advertising. Razrabotka mikrosajtov, reklamnyh igr i firmennyh prilozhenij s pomoshyu Adobe Flash [Development of microsities, advertising games and branded applications using Adobe Flash] / Fincannon Jason. – М.: Reed Group, 2012. – 945 s. [in Russian].
4. Jason Fincannon Flash advertising. Development of microsities, advertising games and branded applications with pom / Fincanon Jason. – М.: Reed Group LLC Moscow, 2012. – 288 s. [in Russian].
5. Tharp Van, Barton D.R. Birzhevye strategii. Iгры bez riska [Stock strategies. Games without risk]. / Tarp Van, D.R. Barton, S. Syuggerud. – М.: St. Petersburg: Peter, 2010. – 400 s. [in Russian].
6. Finney K. 3D games. All about development (+CD–ROM) / K. Finney. – М.: Binom. Laboratory of Knowledge, 2011. – 976 s. [in Russian].
7. Finney K. 3D–igry. Vse o razrabotke [3D games: All about development] (+CD–ROM) / K. Finney. – М.: Binom. Laboratory of Knowledge, 2015. – 133 s. [in Russian].
8. Jorge Palacios Unity 5.x. Programmirovaniye iskusstvennogo intellekta v igrakh [Unity 5.x. Programming artificial intelligence in games]. Manual / Palacios Jorge. – М.: DMK Press, 2017. – 427 s. [in Russian].
9. Unity v dejstvii. Multiplatformennaya razrabotka na C# [Unity in action. Multiplatform development in C#]. – Moscow: St. Petersburg, 2018. – 608 s. [in Russian].
10. Arstanova L.G. Zanyatiya i razvlecheniya so starshimi doshkolnikami. Razrabotki zanyatij, besed, igr i razvlechenij na npravstvennyye temy [Classes and entertainment with older preschoolers. Development of classes, conversations, games and entertainment on moral topics]. / L.G. Arstanova. – М.: Teacher, 2017. – 324 s. [in Russian].
11. Arkhangelsk M.D. Biznes etiket, ili igra po pravilam [Business etiquette, or playing by the rules] / M.D. Arkhangelsk. – М.: Eksmo, 2015. – 160 s. [in Russian].
12. Vakulenko Yu.A. Veselaya grammatika. Razrabotki zanyatij, zadaniya, igry [Cheerful grammar. Development of classes, tasks, games] / Yu.A. Vakulenko. – М.: Teacher, 2017. – 780 s. [in Russian].

Б.О. БАЙМУРЗАЕВ¹, Г.Н. КАЗБЕКОВА²

¹Қожса Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің оқытушысы
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: bboranbek@ayu.edu.kz

²техника ғылымдарының кандидаты,
Қожса Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz

ВЕБ-ДИЗАЙН НЕМЕСЕ ВЕБ-САЙТТАРДЫ ЖОСПАРЛАУ

Аңдатпа. Интернет және интернетке негізделген технологиялар 2010 жылдарға қарағанда, бүкіл әлемге таралуын жалғастыруда және өзінің маңыздылығын сақтап қалуда. Адамдардың, күннен күнге интернеттің ұсынған виртуалды әлемге және виртуалды желіге кіруі күн санап артуда. Сонымен қатар, веб-сайттардың қызметі және онымен бірге сайттарға кіретін пайдаланушылар саны да артып келеді.

Веб-сайттардың көбеюінен де веб-дизайн түрлері кең әрі жылдам таралуда. Бұдан шығатын қорытынды, виртуалды әлемде орын алуы тұрғысынан маңызды құбылыс визуалды веб-дизайн деп айтуға болады.

Веб-дизайнның ерекшеліктерін, жұмысыңызда да, күнделікті өміріңізде де дизайнға қатысты шешімдер қабылдауға және оларды тәжірибеге айналдыруға көмектесетіні жайында *вебке арналған визуалдық дизайн, визуалды дизайн элементтері, визуалды дизайн принциптерінің негіздері* атты бөлімдерде көрсетілді. Веб-дизайнның жазу түрлері мен стилдері жайында *Жазу стилін көрсететін құрылғы: Spector* бөлімінде көрсетілді.

Веб-сайттың жүктелу уақыты, түстері және сайттың экрандарға ыңғайлылығы жайында *түстер тепе-теңдігі, суреттер, шолу немесе шарлау, кесте негізіндегі орналасу, жүктеу уақыты, ұялы телефонға ыңғайлылық* атты бөлімдерде көрсетілді.

Веб-сайт дизайны үшін әртүрлі бағдарламалар арқылы код жазуды немесе визуалды дизайнды бірден бастау мүмкін емес. Ең алдымен мұқият жоспарлау қажет, Жоспарлау барысында сайттың мазмұны, түстері анықталады. Логикалық түрде ұйымдастыру, пайдаланушының қажеттіліктерін анықтау, сайт үшін навигацияны қалай қамтамасыз ету керектігін анықтау қажет. Веб-сайт үшін визуалды дизайн элементтері; мақсаты, байланысы, шрифттері, түстері, суреттері, навигация, кесте негізіндегі орналасу, «F» үлгісінің дизайны, жүктеу уақыты және мобильді ыңғайлылық болып қарастыруға болады.

Кілт сөздер: Веб-сайт, интерфейс дизайны, ыңғайлылық, пайдаланушы тәжірибесі, ақпараттық жүйелер, веб-технологиялар.

Б.О. Баймурзаев¹, Г.Н. Казбекова²

¹преподаватель Международного казахско-турецкого университета
имени Ходжи Ахмеда Ясауи

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

²кандидат технических наук

Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясауи

(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz

Веб-дизайн или планирование веб-сайтов

Аннотация. Интернет и интернет-технологии, в отличие от 2010-х годов, продолжают распространяться по всему миру и сохраняют своей важности. С каждым днем доступ людей к виртуальному миру и виртуальной сети, предоставляемой интернетом, становится все больше и больше. Кроме того, увеличивается активность веб-сайтов, а вместе с ними и количество пользователей, посещающих сайты.

Виды веб-дизайна становятся все шире и быстрее, чем с увеличением количества Веб-сайтов. Из этого следует, что важным явлением с точки зрения того, что происходит в виртуальном мире, можно сказать, что визуальный веб-дизайн.

Об особенностях Веб-дизайна, помогающих принимать дизайнерские решения и превращать их в практику как в работе, так и в повседневной жизни, было рассмотрено в разделах «визуальный дизайн для интернета», «элементы визуального дизайна», «основы принципов визуального дизайна». Устройство, отражающее стиль письма о видах и стилях письма Веб-дизайна, было показано в разделе: Spector.

Время загрузки Веб-сайта, цвета и удобство использования экрана сайта отображались в разделах «цветовой баланс», «изображения», «обзор» или «навигация», «макет на основе таблиц», «время загрузки», «удобство использования мобильного телефона».

Для дизайна Веб-сайта невозможно сразу начать кодирование или визуальный дизайн с помощью различных программ. Прежде всего, необходимо тщательно спланировать, в процессе планирования определяется содержание, цвета участка. Необходимо логически организовать, определить потребности пользователя, определить, как обеспечить навигацию для сайта. Элементы визуального дизайна для Веб-сайта; можно рассматривать как цель, связь, шрифты, цвета, изображения, навигацию, макет на основе таблиц, дизайн шаблона «F», время загрузки и удобство для мобильных устройств.

Ключевые слова: Веб-сайт, дизайн интерфейса, удобство использования, пользовательский опыт, информационные системы, веб-технологии.

B.O. Baimurzayev¹, G.N. Kazbekova²

¹*lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: bboranbek@ayu.edu.kz*

²*Candidate of Technical Sciences*

*Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: gulnur.kazbekova@ayu.edu.kz*

Web design or website planning

Abstract. The Internet and Internet technologies, unlike the 2010s, continue to spread around the world and retain their importance. Every day, people's access to the virtual world and the virtual network provided by the Internet is becoming more and more. In addition, the activity of websites increases, and with them the number of users visiting the sites.

Types of web design are becoming wider and faster than with the increase in the number of websites, it follows that an important phenomenon in terms of what is happening in the virtual world can be said to be visual web design.

The features of Web design that help to make design decisions and turn them into practice both in work and in everyday life were discussed in the sections «visual design for the Internet», «elements of visual design», «fundamentals of visual design principles». A device reflecting the style of writing about the types and styles of writing Web design was shown in the section: Spector.

The website loading time, colors and usability of the website screen were displayed in the sections «color balance», «images», «overview» or «navigation», «table-based layout», «loading time», «mobile phone usability».

For Website design, it is not possible to immediately start coding or visual design using various programs. First of all, it is necessary to plan carefully, during the planning process, the content and colors of the site are determined. It is necessary to logically organize, determine the needs of the user, determine how to provide navigation for the site. Visual design elements for a Website; can be viewed as purpose, communication, fonts, colors, images, navigation, table-based layout, template design «F», loading time and convenience for mobile devices.

Keywords: Website, interface design, usability, user experience, Information Systems, Web Technologies.

Кіріспе

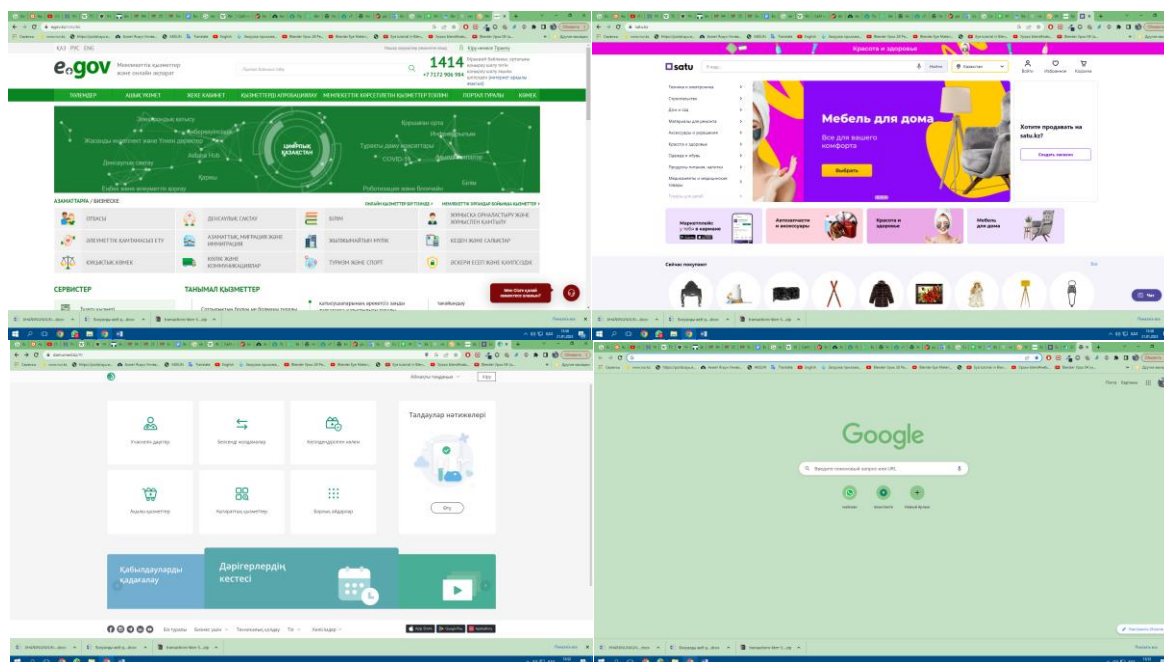
Веб сайттар, бұл мекемелер мен ұйымдардың және брендтердің әлемге ашылатын бет-бейнесі. Қазіргі уақытта барлық салаларда бәсекелестіктің өте жоғары болуына байланысты веб-сайттардың маңыздылығы күн сайын артып келеді. Күнімізде веб-сайттарды жасалу талғамдарыда мейлінше артуда. Демек веб-сайт сапалы болуы керек және қолданушылардың кез келген сұрақтарына жауап бере алатындай ақпаратпен қамтылуы шарт.

Қолданушы қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін ыңғайлы (user friendly), қол жетімді (accessible) болу, пайдалы және сенімді ақпарат беру, жақсы визуалды дизайн бұл өте маңызды критерийлерден бірі [1]. Веб-интерфейстер, әдетте, мақсаттарына сәйкес пайдаланушылардың үміттерін қанағаттандыратын сенімді, түсінуге оңай және тартымды дизайнды жасауды қажет етеді [2]. Мұның себебі, пайдаланушылар саны тез өсіп келе жатқан орталарда, ұсынылатын қызметті көрсету, жарнамасын жасау, қолжетімділігін арттыру, қажетті транзакцияларды орындау немесе ақпарат беретін құрылымның витринасын жасау болып табылады.

Қарапайым, көрнекі және пайдалы веб-дизайн жасау үшін пайдаланушылардың қажеттіліктеріне және желінің визуалды дизайнының кейбір принциптеріне назар аудару қажет. Осы себепті, веб-сайттың дизайнын жасау барысында негізгі визуалды дизайн элементтері мен принциптерінен басқа, пайдаланушылардың веб-сайттардан және осы ортада негізге алынуы керек. Визуалды дизайн элементтері арасында, сызық, пішін, аумақ, өлшем, текстура және түстері талқыланса, көрнекі дизайн принциптерінде тұтастық, тепе-теңдік, туралау және жақындық айтылады. Сонымен қатар, пайдаланушылардың веб-сайттарды пайдалануы туралы ғылыми зерттеулердің ұсыныстарын ескере отырып, веб-сайтты жасау кезінде таңдалатын мәтінді қалай дайындалу керек, қандай шрифт стильдері қолданылатынына, веб-бетте орналастырылатын элементтердің өлшемі мен қалай орналастырылатынына баса назар аударылған. Бұл аспектілер сайттың пайдалылығын арттыру тұрғысынан өте маңызды.

Веб-ке арналған визуалдық дизайн

Веб-сайттың визуалды дизайнында қарастырылатын бірінші мәселелердің бірі – жобаланатын веб-сайттың мақсатын анықтау. Азаматтық қызметтер, виртуалды сауда, денсаулық сақтау және іздеу жүйелері сияқты әртүрлі мақсаттар үшін жасалған веб-сайттардың ресми сайттары 1-суретте көрсетілген.



1-сурет – Әртүрлі мақсаттарға арналған веб-сайттар

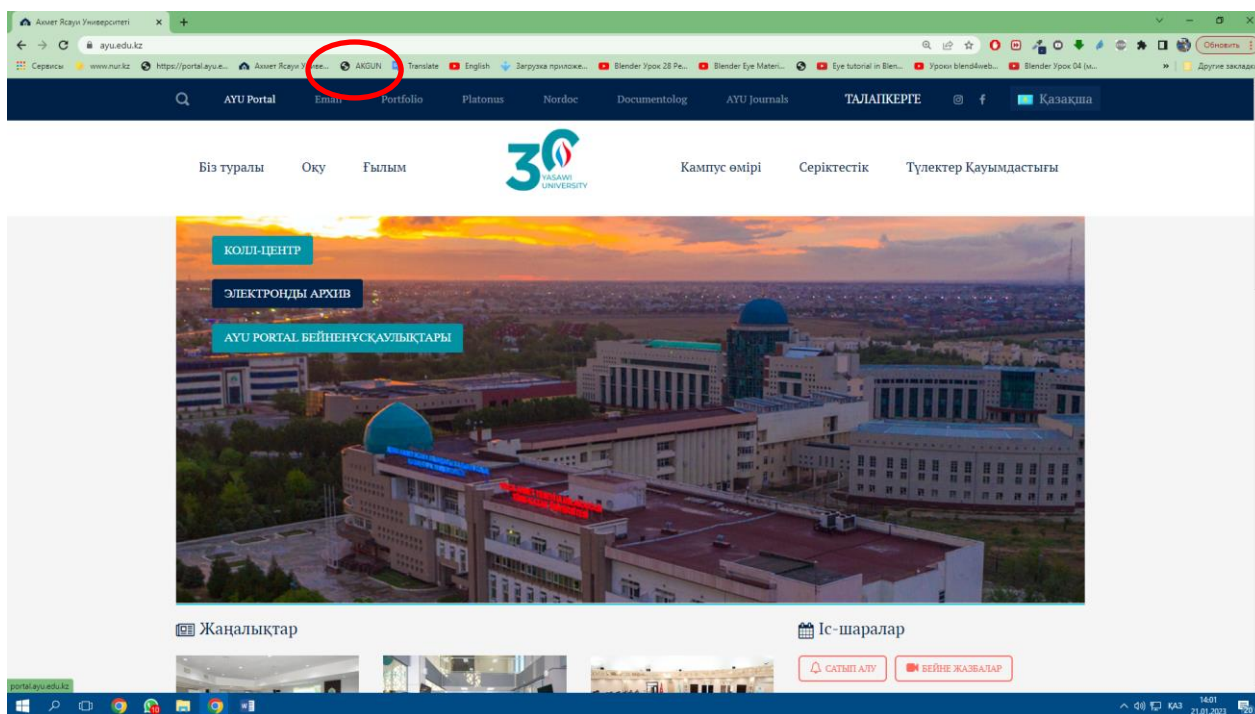
Пайдалы және көрнекі веб-сайтты жасау үшін ол әрқашан пайдаланушылардың қажеттіліктеріне баса назар аударылады. Суреттегі мысалдарда көрсетілгендей, пайдаланушылар ақпарат іздеу, құжаттар тапсыру немесе алу, бір-бірімен хабар алмасу, байланысу, бизнеске қатысты транзакцияларды орындау үшін осы орталарды пайдаланады. Сол себепті сіздің веб-сайтыңызды құрайтын әрбір сайттың нақты бір мақсаты болу керек және пайдаланушылар осы орталарды пайдаланған кезде олардың қажеттіліктерін барынша қанағаттандыру керек.

Вебке арналған визуалды дизайнда, ең алдымен сіз жобалауды жоспарлап отырған ортаның мақсаты және пайдаланушылардың қажеттіліктері анықталуы керек. Қайталап айтсақ, веб үшін визуалды дизайндағы бірінші қадам мақсат пен пайдаланушы қажеттіліктері болып табылады.

Сіз жобалайтын веб-сайттың мақсатына сәйкес пайдаланушылардың қажеттіліктерін анықтағаннан кейін, ескеретін визуалды дизайн элементтері мен принциптері бар. Осы элементтер мен принциптерді пайдалану арқылы сіз дизайныңызды көрнекі және функционалды ете аласыз. Көрнекі дизайн сайттың эстетикалық көрінісіне және кескіндер, түстер, шрифт стильдері және басқа элементтердің бір-бірімен стратегиялық байланысына бағытталған. Сәтті визуалды дизайн мазмұны веб беттен немесе функциядан бөлінбейді. Керісінше ол пайдаланушының қатысуын қадағалайды және оған сәйкес сайтқа сенімін арттыруға мүмкіндік береді.

Визуалды дизайн элементтері

Сызық, пішін, аумақ, өлшем, текстура және ерекше түстен тұратын визуалды дизайн элементтері ақпаратты тасымалдауда қолданылатын негізгі элементтерді құрайды. Бұл негізгі көрнекі элементтер веб-сайтты жобалау кезінде де қолданылады. Сызық немесе ерекше түсте бояу: Бұл бағыт пен қозғалысты көрсететін, пішіндерді бөлу немесе біріктіру үшін пайдаланылатын және пайдаланушының назарын белгілі бір бағытқа аудару үшін қолданылатын элемент. 2-суреттегі мысалда *top menu* мәзірінде ерекше түсте бояу (ақ түс) элементін көруге болады.



2-сурет – Сызық элементі [3]

Ерекше түсте бояу (*ақ түс*) элементіне мысал ретінде берілген 2-суретте веб-беттің жоғарғы аймағындағы мәзірлерді шарлау кезінде пайдаланушылар қай мәзірде тұрғанын көрсету үшін қолданылады. Мұнда пайдаланылған ерекше түсте бояу элементімен пайдаланушыға курсор арқылы *AYU portal* мәзірінің үстін басу керек екендігі туралы ақпарат берілген.

Көрнекі дизайн элементтерін құрайтын сызық, пішін, аумақ, өлшем, текстура және түстерді біреуін немесе бірнешеуін үйлесімді пайдалану көрнекі және әсерлі визуалды дизайн жасауға мүмкіндік береді. Визуалды дизайндағы маңызды элемент *түс* болып табылады. Түстерді сәйкес контраст немесе орынды пайдалану сіз жасайтын дизайнның эстетикасы мен түсініктілігіне үлкен әсер етеді.

Визуалды дизайн принциптерінің негіздері

Тұтастық, тепе-теңдік, екпін, теңестіру және жақындық визуалды дизайнның жалпы принциптерін құрайды. Веб үшін визуалды дизайнға негізделген тағы бір аспект – визуалды дизайн принциптері.

- ✓ *Тұтастық* – жіберілетін хабарды түсінуді және түсіндіруді жеңілдететін сызық, пішін, түс сияқты дизайн элементтерін пайдалану арқылы визуалды элементтер арасындағы қатынастармен көрсету принципі.
- ✓ *Тепе-теңдік және симметрия* – веб-сайтты құрайтын парақшалардың әрқайсысында көлденең және тігінен қолданылатын мазмұн элементтері мен көрнекі элементтерді орналастыру арқылы қамтамасыз етіледі. Веб-беттер көлденең және тігінен екіге бөлінгенде, мазмұндағы сілтемелерді жіне осы сілтемелерге тағайындалған басылатын аймақтардың, суреттері немесе мәтіндері бірдей болуы керек.
- ✓ *Екпін* – веб-сайт үшін пайдаланушылардың назарын аудару үшін парақшада белгілі бір аймақтың болуы. Ол үшін бояу және бағыттаушы сызықтарды пайдалану арқылы көрнекі элементтерді әртүрлі техникалар бойынша парақшада басқаша көрінуін қамтамасыз етеді.

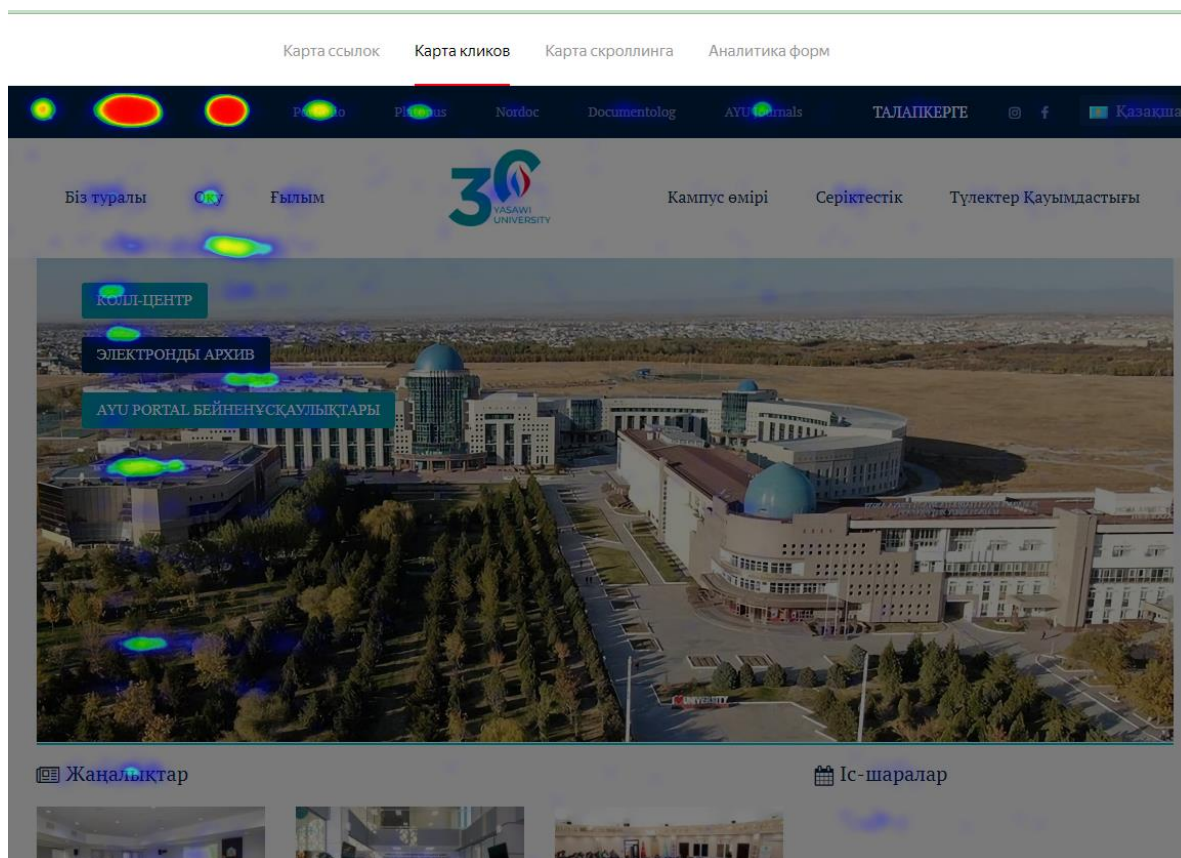
✓ *Теңестіру* – веб-сайттың мазмұн, тақырып сияқты әр түрлі элементтер және олардың арасындағы қарым-қатынастарды оңай анықтау үшін және түсіну үшін жасалған макет.

Веб-сайт дизайны үшін әртүрлі бағдарламалар арқылы код жазу немесе визуалды дизайнды жасау бірден басталмайды. Біріншіден, мұқият жоспарлау қажет. Сайттың мазмұнын логикалық түрде ұйымдастыру, пайдаланушының қажеттіліктерін анықтау, сайт үшін шолу қалай қамтамасыз ету керектігін анықтау қажет. Сайттың мазмұнын ойша құрастыру керек, пайдаланушының қажеттіліктерін анықтау қажет, сайт үшін шолу, шарлау қамтамасыз ету керектігін анықтау қажет. Веб-сайттар үшін визуалды дизайндағы ең маңызды сатының бірі жалпы сайт жоспарын айқындап алу болып табылады [4].

Осылайша, көрнекі және пайдалы веб-сайттарды жасау оңайырақ болады. Бұл әрекетті орындау кезінде веб-сайтқа арналған визуалды дизайн принциптері туралы миға шабуыл жасау пайдалы. Жалпы веб үшін визуалды дизайн элементтері; мақсат, байланыс, шрифт түрі, түстер, көрнекіліктер, шолу, кестелер, «F» үлгісінің дизайны, жүктеу уақыты және мобильді ыңғайлылық болып табылады [5].

«F» үлгісінің дизайны

Веб ортасындағы пайдаланушы қимылдарын зерттейтін зерттеулерінде, адамдар компьютер экранының жоғарғы және сол жақ шеттерін қарағанда, экранның оң жағына сирек қарайтындығы көрсетілген. Пайдаланушыларды сіз жасайтын сайтты көруге визуалды түрде мәжбүрлеудің орнына, ақпаратты пайдаланушылардың қарым-қатынасы және маңыздылығы бойынша жоғарыдан төменге қарай ұсыну пайдалы веб-дизайнға мүмкіндік береді. 3-суретте веб-ортадағы пайдаланушылардың көз қозғалысы F моделі түрінде болатыны көрсетілген.



3-сурет – “F” Үлгінің дизайн элементі [3]

F моделінің дизайн элементін пайдаланудың дәлелі ретінде ұсынылған 3-сурет мысалында пайдаланушылардың көз және тышқанның қозғалысын қадағалау арқылы қол жеткізілген экранды сканерлеу түрі көрсетілген.

Веб-сайттың дизайнында визуалды дизайн элементтері мен принциптерін пайдалану оның пайдалы екенін білдірмейді. Мазмұнды көрсетуде бұл элементтер мен принциптер қаншалықты маңызды болса да, пайдаланушылардың сұранысын білудің және осы бағытта веб-сайт құрудың мақсаты мен ішкі мақсаттары анық ашылуы керек. Сонымен қатар, анық мақсат үшін дұрыс және функционалды мазмұн жасалуы керек.

Веб қолданушылары іздеген ақпараттарын тез таба алу қажет. Сол себепті сайттармен қарапайым және түсінікті түрде байланысу және веб арқылы ұсынылған ақпаратты оқуға және игеруге оңай болуын қамтамасыз ету өте маңызды. Сондықтан веб-орталарға визуалды дизайн жасау кезінде ақпаратты ұйымдастыруда негізгі тақырыптар мен тақырыпшаларды тиімді пайдаланып, сөйлемдерді ұзақ сөйлемдердің орнына таңбалауыштарды қолдану арқылы бөліп, кесу нүктелерін қолдану қажет.

Шрифт

Sans Serif, Arial немесе Verdana сияқты оқуға оңай шрифт мәнерлері желіде қолжетімді. Сонымен қатар, веб-орталар арқылы тасымалданатын ақпараттың оқылуы үшін пайдаланылатын шрифт өлшемі де маңызды [7]. Дизайндағы мінсіз шрифт өлшемі ретінде 16 пиксель таңдалуы керек, ал оқудың жүйелілігі мен жылдам оқу үшін ең азы 3 шрифт және 3 шрифт өлшемі пайдаланылуы керек. 4-суретті веб-сайттағы шрифт элементінің репрезентативті мысалы ретінде көрсетуге болады.

Типограfi

Başlık 1: Font, Stil, Boyut, Renk	Web için görsel tasarım
Başlık 2: Font, Stil, Boyut, Renk	Web için görsel tasarım
Başlık 3: Font, Stil, Boyut, Renk	Web için görsel tasarım
Başlık 4: Font, Stil, Boyut, Renk	Web için görsel tasarım
Başlık 5: Font, Stil, Boyut, Renk	Web için görsel tasarım
Başlık 6: Font, Stil, Boyut, Renk	Web için görsel tasarım
Gövde: Font, Stil, Boyut, Renk	Web için görsel tasarım

4-сурет – Шрифт элементтері

Шрифт элементін, веб-ортада қолданылатын мәтіннің шрифті, стилі, өлшемі, түсі сияқты типографиялық мүмкіндіктермен байланыстыруға болады. 4-суреттен көріп отырғанымыздай, «Times New Roman» шрифті пайдаланатын шрифттер әртүрлі өлшемдерде берілген.

Жазу стилін көрсететін құрылғы: Spector

Spector – бұл Royal College of Art студенті Фиона Олери дизайнерлердің жұмысын жеңілдету үшін әзірлеген технология. Дизайнерлер өздеріне ұнайтын жазу стилі мен түстер үшін сандық кодтарды табуға көп уақыт жұмсайды. Ұнаған дизайн элементтерінің сандық

кодтарына қол жеткізу үшін олар өте үлкен мұрағаттарды сканерлеуі керек. Қажет шрифті табу үшін арнайы жасалған Spector қызметі күнделікті өмірде кездесетін шрифті мен түстерді тікелей дизайн бағдарламасына көшіру болып табылады.

Түстер тепе-теңдігі

Бірін бірі толықтыратын түстер тепе-теңдік пен үйлесімділік тудырады. Желіде түстерді пайдалану қолданушының сол ортадағы тәжірибесінде өз әсерін сақтайды. Бұл бағытта мәтін мен артқы түстің арақатынасын, қарама-қарсы түстерді пайдалану, көзге кері әсер етпейтін, әрі оқуды жеңілдететін элемент болып саналады. Ашық түстерді пайдалану эмоцияны тудыруы мүмкін.

Мысалы, түймелерде немесе мәзірлерде ашық түстерді пайдалануды шақырту ретінде пайдалануға болады. Ақ аймақтар, керісінше, дизайныңызға заманауи, қарапайым және ұйымдасқан көрініс береді. Веб-беттің визуалды дизайнында түстерді пайдаланудың мысалы ретінде 5-суретті көрсетуге болады [8].



5-сурет – 11 Түс элементтері [8]

Түс элементі қолданылатын 5-суретте көрсетілгендей, веб-ортадағы фон, таңдалған суреттердің түстері және пайдаланылған мәтіндердің түстері, түстер палитрасы түрінде анықталады. Сондай-ақ, бұл мысалда ақ кеңістік дизайнын пайдалануға назар аударылған.

Суреттер

Бір сурет бір сәтте бірнеше сөзді бейнелей алады. Веб-сайтыңыз үшін дұрыс суреттерді таңдау пайдаланушылармен байланысудың пайдалы элементі болып табылады. Ақпаратты тиімді көрсету үшін инфографиканы, бейнелерді және жоғары сапалы кәсіби фотосуреттерді пайдалануға болады. Мұндай көрнекі элементтер ең жақсы жазылған мәтінге қарағанда әлдеқайда тиімді.

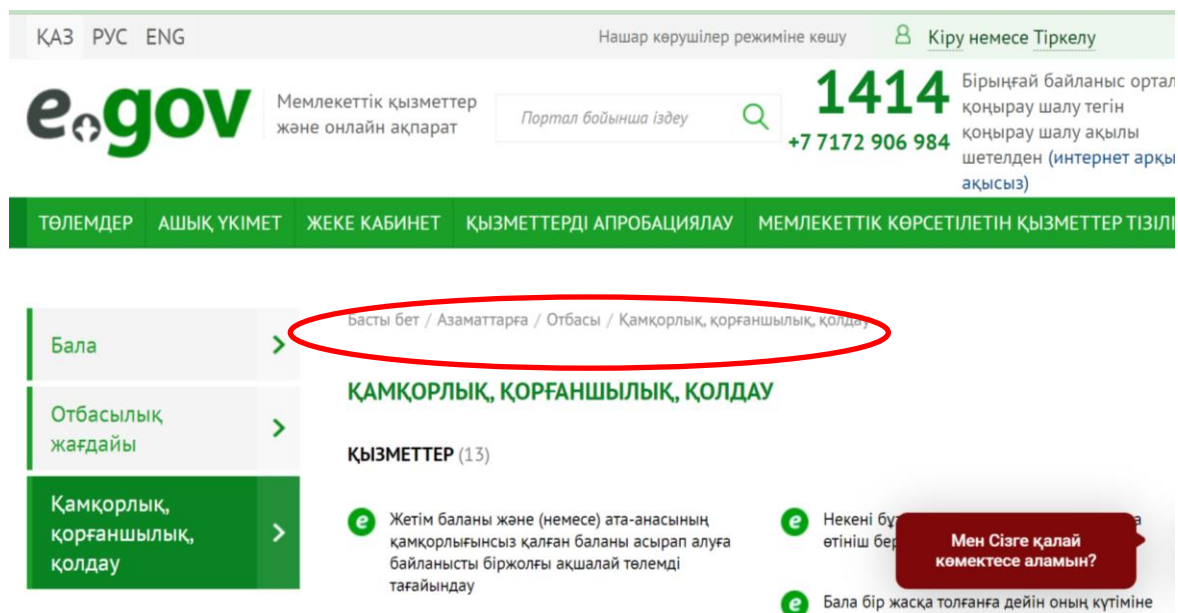
Шолу немесе шарлау

Шарлау – пайдаланушылардың веб-сайтты пайдалану кезінде жасайтын әрекеттерін білдіреді. Пайдаланушылар шарлау кезінде әр түрлі парақшаларда адасып қалмауы үшін, веб-сайтты жоспарлау кезінде парақшалардың

- ✓ иерархиялық орналасуы;
- ✓ қолданушының шолу тарихын пайдалану;
- ✓ басылатын аумақтарды жобалау.

Осы үш ережеден аспау маңызды стратегиялар болып табылады.

- ✓ Бұл үш ереже пайдаланушыларға сайтта шарлау кезінде, қай жерде екенін табуға және бақылауды жоғалтпауға көмектеседі.

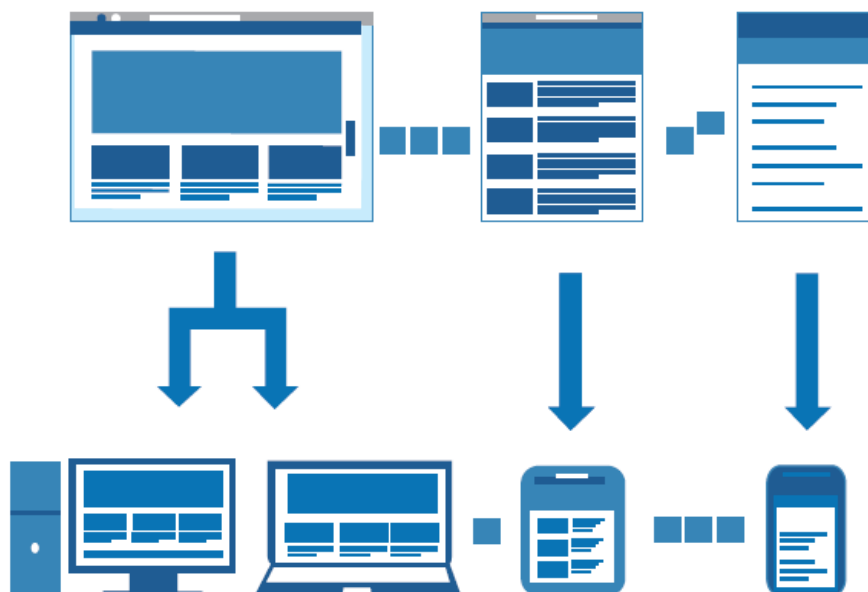


6-сурет – Навигация элементі

Шарлау элементі қолданылатын 6-сурет мысалында көрініп тұрғандай, пайдаланушы қай мәзірде және қай бетте екенін анық анықтау үшін түйме түстері пайдаланылады. Осылайша, пайдаланушының веб-ортаны бақылауы қамтамасыз етіледі және оның жоғалуының алдын алады. Сонымен қатар, «Басты бет > Азаматтарға > Отбасы > «Қамқорлық, қорғаншылық, қолдау» мысалындағы белгіленген аймақ пайдаланушыға іздеген ақпаратқа немесе функцияға оңай қол жеткізуге мүмкіндік беретін үш ережеге сәйкес жасалған.

Кесте негізіндегі орналасу

Веб-беттерде кестеге негізделген орналасуды пайдаланудың себебі – бетте орналастырылатын мазмұнның кездейсоқ орналасуын болдырмау және кездейсоқ ретсіз көріністің алдын алу. Кесте негізіндегі орналастыру мазмұнды бөлімдер, жолдар және жолақтар бойынша теңестіруге мүмкіндік береді.

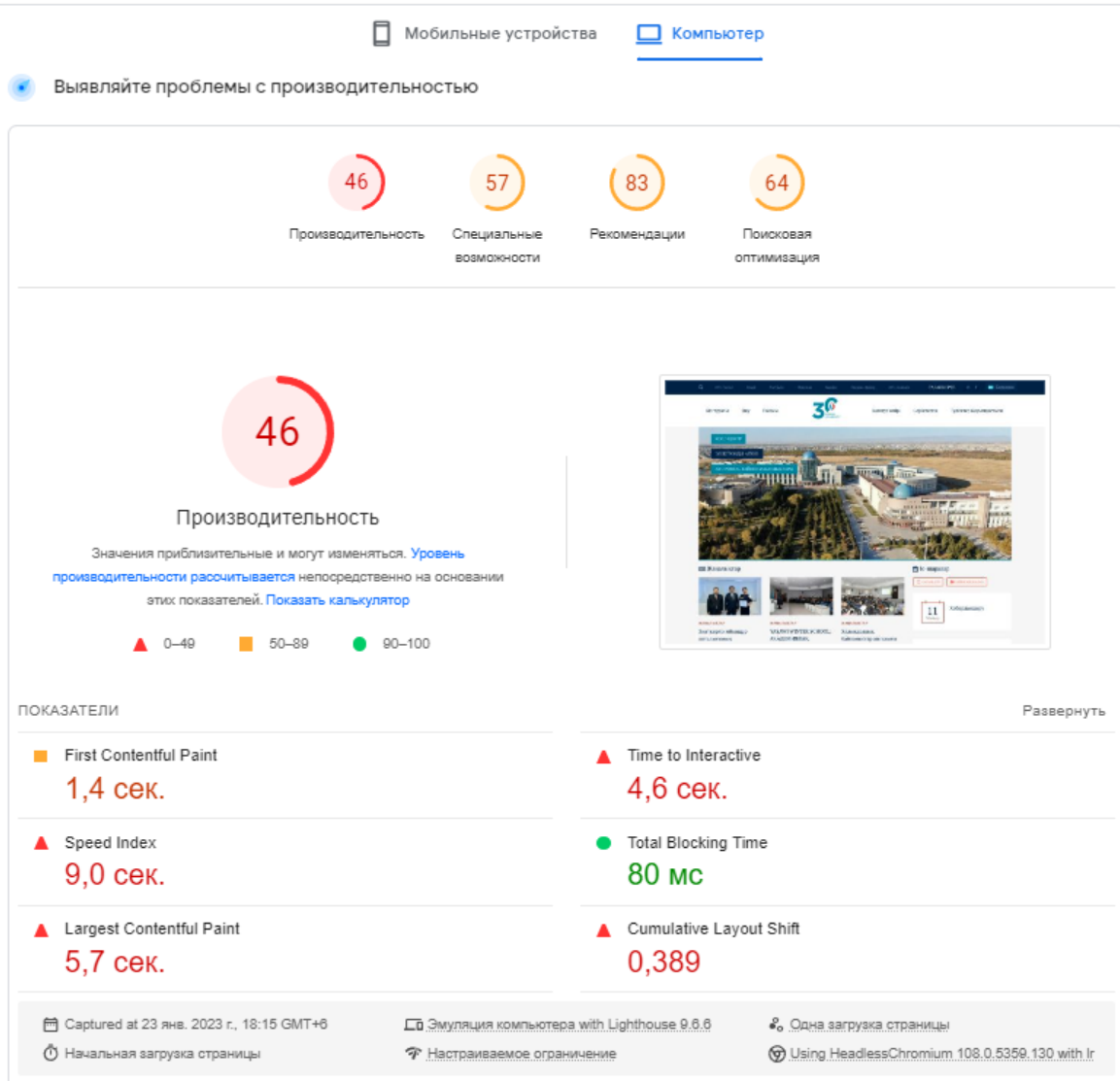


7-сурет – Кестеге негізделген орналасу элементі

Кестеге негізделген орналасу элементінің мысалы ретінде ұсынылған 7-суретте веб-ортада визуалды дизайн үшін қолданылатын аймақтарды тиімді пайдалану көрсетілген. Тақырып, мәзірлер және мазмұн осы кестеге негізделген орналасудың арқасында ұйымдасқан көрініске ие болады.

Жүктеу уақыты

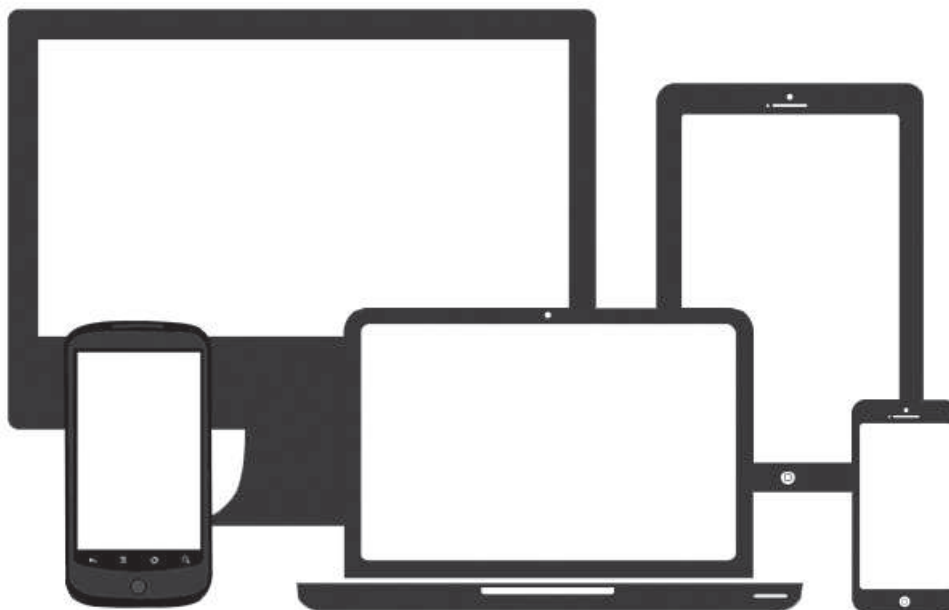
Пайдаланушылар ұзақ жүктелетін және ұзақ уақытты қажет ететін веб-сайттарды пайдаланғысы келмейді. Осы себепті веб-сайтта қолданылатын суреттердің өлшемі мен масштабы аса көңіл бөлінуі қажет. Веб ортасының жүктелу уақытын көрсететін 8-суреттен көрініп тұрғандай, пайдаланушылар веб-ортаны пайдаланудан бас тартпауы үшін визуалды дизайнды көрсететін мультимедиялық элементтер сияқты әртүрлі мазмұн элементтері қолданылуы керек. Ұзақ күтуге себеп болатын http хаттамасы CSS және Javascript сияқты орталықтандыру арқылы HTML, CSS және Javascript кодтарын минималды түрде азайту қажет.



8-сурет – Жүктеу уақыты элементі

Ұялы телефонға ыңғайлылық

Бүгінгі таңда веб-сайттарға кіру экран өлшемдері әртүрлі құралдармен қамтамасыз етіледі. Осы себепті сіз жасайтын сайттың әртүрлі өлшемдегі экранмен үйлесімділігі сіздің аудиторияңызды қанағаттандыру үшін өте маңызды. Веб-орталарға қол жеткізу үшін пайдаланылатын әртүрлі экран өлшемдері бар құралдар 9-суреттегі мысалда көрсетілгендей визуалды дизайнғағы мобильді үйлесімділікті қарастыруды талап етеді.



9-сурет – Мобильді үйлесімділік элементі

Веб сайт пайдаланушыларының мүмкіндіктері және ұсыныстары

Веб-сайттың пайдалы және ыңғайлы болуы оның сәтті немесе сәтсіз шығуы визуалды дизайнында қолданылатын элементтер мен принциптері ғана анықталмайды. Оның қолдануға ыңғайлылығы мен қолданушыларға пайдасы бұл жетістікке үлкен әсер етеді.

Веб-сайтты жобалау үшін алдымен пайдаланушылардың веб-сайттармен қалай өзара байланысуы, олардың қалай ойлайтынын және пайдаланушының қарым-қатынасын алдын ала білудің артықшылықтары бар.

Негізінде, желідегі қолданушылардың әдеттерін дүкендегі тұтынушының әдеттеріне ұқсатуға болады. Келушілер әр бетті (*веб беттер*) шолып, кейбір мәтіндерді оқиды және қызықты немесе іздеген ақпаратқа қатысты деп санайтын бірінші сілтемені басады. Шын мәнінде, парақшада пайдаланушылар білмейтін үлкен бір аймақ бар. Өздерін қызықтыратын немесе пайдалы деп есептейтін тақырыпты іздегенде, көптеген пайдаланушылар сілтемені басқан кезде оны бірден тапқысы келеді. Жаңа бет пайдаланушының қалағанындай болмаса, «Артқа» түймесін басып, іздеу процесі жалғасады.

Бұған дейін айтылғандай, веб-орталардағы пайдаланушылардың көз қозғалысын зерттейтін жұмыстарда олар «F» пішінді іздеу түрінде сканерленгені және олардың сайт беттеріндегі барлық мәтінді толық оқымайтындары анықталды.

Пайдаланушылардың веб-сайтты пайдалану кезінде, когнитивтік жүктемесі жоғары және шарлау интуитивті болмаған веб-сайтта пайдаланушылар әдетте іздеуді тоқтатып, басқа балама веб-сайттарды іздеуге көңіл бөледі. Олар, әдетте іздеген элемент үшін қайсысы ең қолайлы таңдау екенін ойламай-ақ, өздері қойған мақсатқа қатысты сілтемені оны тапқан бойда шертеді. Көптеген жағдайларда олар дизайнер ұсынған ақпаратты оқымай-ақ, өздерінің түйсігіне сүйене отырып белгілі бір әрекетке қол жеткізеді. Бұл жерде процестің қалай өтетіні пайдаланушылар үшін маңызды емес.

Пайдаланушылар веб-сайттарды шолу кезінде сайттағы деректердің тұрақты түрде көрсетілуіне және сайттағы әрекеттерін бақылайды. Мысалы, олар күтпеген уақытта рор-ап терезелерінің ашылғанын қаламайды. Олар өз операцияларын бір терезеде орындағысы келеді және түймелер арқылы алдыңғы немесе келесі бетке өткісі келеді. Бұл жағдайда веб-сайтты жобалау кезінде келесі принциптерді ескеруге болады:

- *Пайдаланушылардың ойлануына жол бермеңіз:* Қолдану мүмкіндігінің бірінші ережесі – веб-беттің анық және түсінікті болуы. Сайтты жобалаудағы мақсатыңыз сұрақ белгілерінен арылу. Басқаша айтқанда, сіз плюс-минус пен баламаларды бағалай отырып, пайдаланушылар саналы түрде қабылдайтын шешімдер қабылдауыңыз керек. Навигация және сайт архитектурасы интуитивті болмаса, сұрақ белгілерінің саны артады және пайдаланушылардың жүйенің қалай жұмыс істейтінін және А нүктесінен В нүктесіне қалай жетуге болатынын түсінуін қиындатады. Айқын құрылым, көрнекі белгілерді басқару және оңай есте сақталатын сілтемелерді пайдалану пайдаланушыларға мақсаттарына жету үшін пайдаланған ізді оңай есте сақтауға мүмкіндік береді. Когнитивті жүктемені азайту келушілерге жүйенің идеясын түсінуді жеңілдетеді.
- *Пайдаланушылардың шыдамдылығын жоғалтпаңыз:* Келушілерге қандай да бір қызметті ұсынатын әрбір жобада пайдаланушыдан алынатын қажетті ақпараттар сақталуы керек. Ең аз іс-әрекетпен пайдаланушылар бұл қызметті тексерулері керек. Веб-сайтқа бірінші рет кірген кезде пайдаланушылар ұсынылатын қызметпен айналысқысы келеді. Олар болашақта ешқашан пайдаланбайтын шот үшін (hesap için) формаларды толтырғылары келмейді. Пайдаланушылар өздері пайдаланып жатқан қызмет арқылы олардың жеке ақпараттарын бөлісуге мәжбүрлемейтінін білулері керек. Қолданылатын бір әрекет үшін пайдаланушыны электрондық пошта мекенжайын енгізуге мәжбүрлеу керек. Егер олар болашақта қолданылатын қызметпен жұмыс жасауды жоспарласа, онда олардың электрондық пошта мекенжайын олардан алған дұрыс; себебі пайдаланушыда бұл қызметті қайта пайдалану туралы кейбір идеялар болады. Барлық кедергілерді жою үшін бірінші кезекте тіркеуді міндетті етпеу керек. Әйтпесе, пайдаланушының тіркелуі пайдаланушы шолуын блоктау үшін жеткілікті.
- *Пайдаланушының назарын басқару:* Веб-сайт статикалық және динамикалық мазмұннан тұрады. Пайдаланушы интерфейстерінің кейбір бөліктері пайдаланушылардың назарын көбірек аударады. Суреттер мәтіннен қарағанда көбірек көз қимылы болады. Мысалы, кәдімгі мәтінде жуан мәтін болса, басқа мәтінге қарағанда жуан мәтін көбірек назар аударылады. Көз тік жүретін құрал емес. Сондықтан веб-пайдаланушы жиектерді, үлгілерді және қозғалыстарды бірден қабылдайды. Пайдаланушылардың назарын белгілі бір аумақтардағы көрнекі элементтерге бағыттау оларға не істеу керектігін және қалай істеу керектігін айтпай-ақ А нүктесінен В нүктесіне жетуге көмектеседі. Сондықтан пайдаланушыда сұрақ болмайды және бағдарлау сезімі жақсы дамиды. Бұл жағдайда олар экранның артында не бар екенін ойлайды және олардың осы сайттағы тәжірибесі арта түседі.
- *Мүмкіндік экспозициясы:* Заманауи веб-дизайндар әдетте пайдаланушыларға 1-2-3 кадаммен қалай жасалады? олар нұсқаулықты пайдалану тәсілі үшін сынға ұшырайды. Дегенмен, дизайн тұрғысынан бұл заттар соншалықты жаман емес. Керісінше, кейбір нұсқаулықтар айтарлықтай тиімді, өйткені олар пайдаланушыларға сайт мазмұны туралы өте қарапайым және ыңғайлы түрде түсіндіреді. Пайдаланушыларға қол жетімді мүмкіндіктерді анық көруге мүмкіндік беру сәтті пайдаланушы интерфейсін жобалаудағы негізгі қағида болып табылады. Нақты мәселе бұған қалай қол жеткізілгенінде емес, керісінше мазмұнның пайдаланушыларға түсінікті түрде ұсынылуы және пайдаланушылардың жүйемен ыңғайлы әрекеттесе алуы.

Веб ортасы үшін жобалау кезінде ескерілетін визуалды дизайн элементтері мен принциптеріне қоса, аудиторияның әдеттері мен қажеттіліктеріне бірдей мән берілуі керек. Сіз осы бағытта жобалайтын веб-ортада пайдаланушылар үйренген дәстүрлі дизайнға назар аудара отырып, олардың осы ортада орындайтын әрекеттерін интуитивті түрде орындай

алатындығына көз жеткізілуі керек [9]. Қарапайым, түсінікті және көрнекі дизайн жасау арқылы пайдаланушының назарын тиімді пайдалану керек. Пайдаланушылар алаңдататын ақпаратты және сайт мүмкіндіктерін пайдалану үшін міндетті нұсқаулардан аулақ болу керек.

- *Тиімді жазуды пайдаланыңыз:* Веб ортасы басып шығарылған мәтіннен айтарлықтай ерекшеленеді. Жазу мәнерін пайдаланушының қалауы мен іздеу әдеттеріне сәйкес реттеу керек. Көрнекі, қалың немесе курсив сияқты белгіленбеген кілттік сөздері болмаған ұзын мәтін блоктары өткізіліп жіберіледі. Тиімді жазу үшін әртүрлі шешім ұсыныстары ретінде:
 - Айтылатын ойды мүмкіндігінше қысқа және ықшам өрнектер арқылы болуы керек;
 - Сканерленген макет бойынша мазмұнды санаттарға бөліну керек, әртүрлі тақырыптар пайдалану керек, көрнекі элементтер мен маркерленген тізімдерді пайдаланып мәтін блоктарына бөлінуі керек;
 - Түсінікті және мақсатқа жету үшін тіл қолданылуы керек.
- *Қарапайымдылыққа ұмтылыңыз:* Сайт дизайнындағы басты мақсат «қарапайымдылық» принципін сақтау. Пайдаланушылар сайттың дизайнына сирек қызығушылық танытады, олар бұл сайттарды дизайннан тыс ақпаратты іздеу үшін жиі пайдаланады. Сондықтан күрделілікке емес, қарапайымдылыққа ұмтылу керек. Келушілердің көзқарасы бойынша сайттың ең жақсы дизайны ешбір жарнамасыз, келушіден сұрайтын ұзын мазмұн блоктары жоқ және олар іздеген ақпаратты қамтитын таза мәтіндерден тұрады.
- *Ақ кеңістіктерді пайдаланыңыз:* Ақ кеңістікті пайдалану, пайдаланушылардың когнитивтік жүктемесін азайтуға көмектеседі және экранда ұсынылған ақпаратты қабылдауды жеңілдетеді. Жаңа келушінің көзқарасы бойынша, ең алдымен бетті шолу және мазмұнды аймақтарға қарай бөлу орын алады. Күрделі құрылымдарды оқу, сканерлеу, талдау және онымен бірге жұмыс істеу өте қиын. Иерархиялық құрылымдар да күрделілікті азайтады. Бұл жағдайда көрнекі иерархияны қамтамасыз ету және басқару, мазмұнды қабылдауды жеңілдетеді.
- *Көрінбейтін тілмен тиімді қарым-қатынас жасаңыз:* Көрінбейтін тіл ретінде тиімді визуалды коммуникация айтылады. Пайдаланушы экранда көретін мазмұнды осы тілді пайдаланып жасау керек. Бұл үшін:
 - *Ұйымдастыру:* Ұйым пайдаланушыларға түсінікті және үйлесімді тұжырымдамалық құрылымды ұсынады. Жүйелілік, экран орналасуы, қатынастар және навигация тұжырымдамалық құрылымды ұйымдастыру үшін өте маңызды.
 - *Үнемді пайдаланыңыз:* Кеңестер санын азайтып, көрнекі элементтерді пайдаланыңыз. Қарапайымдылықты, айқындылықты, екпінділікті және ерекшелікті ескеріңіз. Қарапайымдылық қарым-қатынас үшін ең маңызды элементтерді қамтиды. Айқын болу, барлық жобаланған элементтердің мағыналарында белгісіздіктің болмауын қамтамасыз етеді. Ерекшелену опциясын құрайтын қажетті элементтердің ерекшеленетінін көрсетеді. Дифференциалдылық опцияларды құрайтын қажетті элементтердің ерекшеленуін көрсетеді. Екпін – ең маңызды элементтің оңай қабылдануын қамтамасыз ету.
 - *Қарым-қатынас құру:* Презентацияны пайдаланушының мүмкіндіктеріне сәйкес жасаңыз. Пайдаланушы интерфейсі түсінікті, типография, таңбалар, көп перспективалар, түс үйлесімі немесе текстура тұрғысынан теңдестірілген болса, ол сәтті байланысты қамтамасыз етеді. Үш түрлі өлшемдегі 3 түрлі қаріпке дейін пайдаланыңыз. Әр жолда 18 сөзден немесе 50-80 таңбадан аспау керек.
 - *Дәстүрмен достасыңыз:* Дәстүрлі дизайнды пайдалану қызықсыз және пайдасыз веб-сайтқа әкелмейді. Негізгі дәстүрлер өте пайдалы. Өйткені олар жұмыстың қалай істейтінін анықтау қажеттілігін азайтады. Бұл жағдай біздің күнделікті

өмірімізден ерекшеленбейді. Дәстүрлер пайдаланушылардың сеніміне ие болады, сенімділік пен қауіпсіздікті арттырады.

- *Жиі тестілеу жасау*: Веб-дизайн жобаларының пайдалылығы тексерілетіндіктен, маңызды мәселелер немесе тақырыптарда сыни көзқарастар пайда болады.

Интернетке арналған визуалды дизайн

Сіз жобалайтын веб-сайттың мақсатына сәйкес пайдаланушылардың қажеттіліктерін анықтағаннан кейін ескеру қажет кейбір визуалды дизайн элементтері мен принциптері бар. Сызық, пішін, аумақ, өлшем, текстура және түстен тұратын визуалды дизайн элементтері ақпаратты тасымалдауда қолданылатын негізгі элементтерді құрайды. Сызық – бұл бағыт пен қозғалысты көрсететін және пішіндерді бөлу немесе біріктіру үшін пайдаланылатын элемент. Пішін – бір бетте жасалған екі өлшемді пішіндер ретінде анықтауға болады. Аймақ– веб-бетте пайдаланушының қажеттіліктеріне сәйкес мазмұнның жарияланатын жері ретінде анықталуы мүмкін. Өлшемі; Оны визуалды дизайнда қолданылатын пішін, мәтін, көрнекі сияқты әртүрлі элементтерді бейімдеу үшін элементтердің өлшемін реттеуге мүмкіндік беретін элемент ретінде анықтауға болады. Текстура – кескін немесе үлгіден басқа көрнекі дизайнға басқа өлшем қосу арқылы шынайы көрініс жасау үшін қолданылады. Түс – эстетикалық тәртіпті қамтамасыз ететін және әсерлі, адамдардың назарында және іс-әрекетінде рөл атқара алатын элемент ретінде көрсетілуі мүмкін.

Веб-сайт дизайны үшін әртүрлі бағдарламалар арқылы код жазуды немесе визуалды дизайнды бірден бастау мүмкін емес. Біріншіден, мұқият жоспарлау қажет. Сайттың мазмұнын логикалық түрде ұйымдастыру, пайдаланушының қажеттіліктерін анықтау, сайт үшін навигацияны қалай қамтамасыз ету керектігін анықтау қажет. Жалпы веб үшін визуалды дизайн элементтері; мақсаты, байланысы, шрифттері, түстері, суреттері, навигация, кесте негізіндегі орналасу, «F» үлгісінің дизайны, жүктеу уақыты және мобильді ыңғайлылық болып қарастыруға болады.

Веб-медиа пайдаланушылары әдетте кәдімгі дизайнды және оларды көп ойланбайтын интуитивті дизайнды таңдайды. Сонымен қатар, олар жақсы навигация жоспары жасалмаған және түс, тепе-теңдік және тұтастық сияқты элементтер мен қағидаттар ескерілмеген сайттардың пайдалануды жөн көрмейді. Бұл бағытта жалпы веб-пайдаланушылардың әдеттері мен қалауларын ескере отырып, вебке арналған визуалды дизайнда қолданылатын элементтер мен принциптерге, сондай-ақ әртүрлі ұсыныстарға назар аудару керек. Бұл ұсыныстардың ішінде пайдаланушыларға ойлануға мүмкіндік бермеу керек, олардың шыдамдылығы зая кетпеуі керек, олардың назарын тиімді басқару керек, мүше болу немесе нұсқаулық талап етілмеуі керек.

Сондай-ақ, дизайнердің тиімді жазуды (формальды-мазмұнды) қолдануы, қарапайымдылықты таңдау, ақ кеңістікті пайдалануға мән беруі және сайт пен пайдаланушының өзара қарым-қатынасын барынша тиімді түрде қамтамасыз етуі маңызды [10]. Ол сонымен қатар шарлау үшін F үлгісі сияқты дәстүрлі дизайнды пайдалануға және осы дизайн кезеңінде жиі сынақтан өтуге, жұмыс істемейтін немесе көрнекі дизайн мен сайтты пайдалануды қиындататын элементтерді анықтау және түзетілуі керек.

Қорытынды

Бұл жұмыста Веб-сайттардың күніміздегі дизайнлары қалай жасалатындығы және олардың типтері жайында толығырақ жазылды.

Қазіргі уақытта сайттарды жасау оңай болғанымен оған қойылатын талаптар күнен күнге артуда. Сайт жасауға қойылатын талаптардың бір бөлігі ол дизайны. Жасалған дизайн қолданушы үшін өте ыңғайлы және түстер мен жазулар анық болуы қажет. Осы себепті дизайн жайында *вебке арналған визуалдық дизайн, визуалды дизайн элементтері, визуалды*

дизайн принциптерінің негіздері атты бөлімдерде зерттелді. Жазу стилдері жайында *Жазу стилін көрсететін құрылғы: Spector* бөлімінде қортындыланды.

Сайттың вертуалды әлемде жұмыс жасау барысында өзіндік салмағы болады, ол дегеніміз жүктелу уақыты, сондай-ақ сайттың түстері және сайттың экрандарға ыңғайлылығы жайында *түстер теңестіргіші, суреттер, шолу немесе шарлау, кесте негізіндегі орналасу, жүктеу уақыты, ұялы телефонға ыңғайлылық* атты бөлімдерде тереңірек зерттеліп көрсетілді.

Қорыта айтқанда, веб-сайтты құру кезінде мыналарды ескеру керек:

Мазмұны. Ресурста ұсынылған барлық ақпарат нақты және өзекті болуы керек. Бұл кез-келген сайттарға қатысты: интернет-дүкендер, ақпараттық порталдар, коммерциялық ұйымдардың сайттары және т.б. Егер пайдаланушы қажетті ақпаратты таппаса немесе ол орынсыз түрде ұсынылса, онда әлеуетті клиенттердің үлкен қызығушылығын біржола ұмытуға болады.

Дизайн. Бұл желі қолданушысы бірінші кезекте назар аударады. Дизайн, бір жағынан, өте аскетикалық болмауы керек, екінші жағынан, «попугая» әртүрлілігінен аулақ болу керек.

Функционалдылық және навигация. Сайтта әр түрлі беттерге сілтемелердің ең аз саны болуы керек, егер әр бөлім жаңа терезеде ашылса жақсы. Навигация да ыңғайлы болуы керек: ғаламдық желі қолданушысы не басу керектігін, одан қандай реакция болатынын интуитивті түрде түсінуі керек. Әйтпесе, ол бәрі әлдеқайда ыңғайлы болатын ресурсты іздеуге кетеді.

Графика. Мұнда ереже қолданылады: ол неғұрлым аз болса, соғұрлым жақсы. Іздеу роботтары тек мәтінді ескереді.

Адаптивный дизайн. Бұл веб-сайт жасаушылардың қолданатын танымал веб-дизайн стратегиясы. Бұл тәсіл веб-беттің бірдей мазмұнын әртүрлі экрандарға сәйкестендіру үшін қайта пішімдейді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. John Duckett (2013). HTML and CSS. Development and design of websites, 10475 Crosspoint Boulevard, Indianapolis, IN 46256, 512 p. 17.
2. Dr. Zeynep Pehlivan Baskın (2022). Evaluation of University Websites in Terms of Design and Usability. Web: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2515530>
3. Website of the international kazakh-turkish university named after Khoja Ahmed Yasawi
4. L.B. Shevchenko (2022). Content analysis of websites of libraries of scientific institutions of SB RAS. Web: <https://ntb.gpntb.ru/jour/article/view/885>
5. Web Design Theories: F and Z Type Templates (2015). WEB: <http://www.hasanyalcin.com/web-tasarim-teorileri-f-ve-z-tipi-sablonlar/>
6. Beaird J. (2010). The Principles of Beautiful Web Design (Second Edition), SitePoint Pty. Ltd, Canada: Sitepoint, 265 p. 28.
7. Ганиева Н.Ж., Даурбекова А.М., (2022). Визуальные элементы в веб-дизайне, Ингушский государственный университет, УДК 004. 42
8. How to Create Harmonious Color Palettes in Web Design? (2015). Web: <http://www.dijitalajanslar.com/web-tasarimda-uyumlu-renk-paletleri-nasil-olusturulur>
9. Дж.Н. Роббинс (2021). Веб-дизайн для начинающих. HTML, CSS, JavaScript и веб-графика. ВHV, Украина, 355 с, 24
10. Дж. Дакетт (2019). HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов. Эксмо, Россия, 365 с, 47

REFERENCES

1. John Duckett (2013). HTML and CSS. Development and design of websites, 10475 Crosspoint Boulevard, Indianapolis, IN 46256, 512 p. 17.
2. Dr. Zeynep Pehlivan Baskın (2022). Evaluation of University Websites in Terms of Design and Usability. Web: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2515530>
3. Website of the international kazakh-turkish university named after Khoja Ahmed Yasawi
4. L.B. Shevchenko (2022). Content analysis of websites of libraries of scientific institutions of SB RAS. Web: <https://ntb.gpntb.ru/jour/article/view/885>
5. Web Design Theories: F and Z Type Templates (2015). WEB: <http://www.hasanyalcin.com/web-tasarim-teorileri-f-ve-z-tipi-sablonlar/>
6. Beaird J. (2010). The Principles of Beautiful Web Design (Second Edition), SitePoint Pty. Ltd, Canada: Sitepoint, 265 p. 28.
7. Ganieva N.Zh., Daurbekova A.M., (2022). Vizualnye elementy v veb-dizajne [Visual elements in Web Design]. Ingush State University, UDC 004. 42. [in Russian].
8. How to Create Harmonious Color Palettes in Web Design? (2015). Web: <http://www.dijitalajanslar.com/web-tasarimda-uyumlu-renk-paletleri-nasil-olusturulur>
9. J.N. Robbins (2021). Veb-dizajn dlya nachinayushih [Web design for beginners]. HTML, CSS, JavaScript and web graphics. BHV, Ukraine, 355 s, 24 [in Russian].
10. J. Duckett (2019). HTML and CSS. Razrabotka i dizajn veb-sajtov [Development and design of websites]. Eksmo, Russia, 365 s, 47 [in Russian].

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

ӘБДІҚАДЫР Г.М. ШЕКТИБАЕВ Н.А.	Сu-Mn жүйесінің жоғары демпферленген қорытпаларының құрылымы мен қасиеттерін зерттеу	7–18
ДОСЫМОВ Е. МАХМУДОВ Д.	Статистикалық физиканың аксиоматиялық принциптерінің негізгілігін талдау	19–28
ЖУМАЛИЕВА А.А. КУРБАНБЕКОВ Ш.Р. УСЕМБАЕВА И.Б.	Болаттардың физика механикалық қасиетіне электролитті плазмалық өндеудің әсері	29–47
ЭРГАШБАЕВ Б.У. ШЕКТИБАЕВ Н.А. КУРБАНБЕКОВ Б.А.	Физикалық құбылыстарды компьютерлік модельдеу	48–61

ИНФОРМАТИКА

КАЗБЕКОВА Г.Н. СЕРДАЛИЕВ Е.У.	Алгоритмдер тұрғысынан компьютерлік ойындарды жіктеу	62–72
БАЙМУРЗАЕВ Б.О. КАЗБЕКОВА Г.Н.	Веб-дизайн немесе веб-сайттарды жоспарлау	73–89
МАЗМҰНЫ		90–92

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

ӘБДІКАДЫР Г.М. ШЕКТИБАЕВ Н.А.	Исследование структуры и свойств высокодемпфированных сплавов системы Cu-Mn	7–18
ДОСЫМОВ Е. МАХМУДОВ Д.	Анализ выполнимости аксиоматических принципов статистической физики	19–28
ЖУМАЛИЕВА А.А. КУРБАНБЕКОВ Ш.Р. УСЕМБАЕВА И.Б.	Влияние электролитной плазменной обработки на физико–механические свойства сталей	29–47
ЭРГАШБАЕВ Б.У. ШЕКТИБАЕВ Н.А. КУРБАНБЕКОВ Б.А.	Компьютерное моделирование физических явлений	48–61

ИНФОРМАТИКА

КАЗБЕКОВА Г.Н. СЕРДАЛИЕВ Е.У.	Классификация компьютерных игр с точки зрения алгоритмов	62–72
БАЙМУРЗАЕВ Б.О. КАЗБЕКОВА Г.Н.	Веб-дизайн или планирование веб-сайтов	73–89
СОДЕРЖАНИЕ		90–92

CONTENT

PHYSICS

ABDIKADYR G.M. SHEKTIBAEV N.A.	Investigation of the structure and properties of highly damped alloys of the Cu-Mn system	7–18
DOSSYMOV Ye. MAKHMUDOV D.	Analysis of the feasibility of the axiomatic principles of statistical physics	19–28
ZHUMALIYEVA A.A. KURBANBEKOV Sh.R. USEMBAEVA I.B.	Influence of electrolytic plasma treatment on the physical and mechanical properties of steels	29–47
ERGASHBAYEV B.U. SHEKTIBAEV N.A. KURBANBEKOV B.A.	Computer modeling of physical phenomena	48–61

COMPUTER SCIENCE

KAZBEKOVA G.N. SERDALIYEV Y.U.	Classification of computer games in terms of algorithms	62–72
BAIMURZAYEV B.O. KAZBEKOVA G.N.	Web design or website planning	73–89
CONTENT		90–92

**Қ.А.ЯСАУИ АТЫНДАҒЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚАЗАҚ–ТҮРІК УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРЛАРЫ
(МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА 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., Досымов Е., Жунисов Н.М.

Жауапты хатшы: Ахметова Ж.

Техникалық редактор: Көшербаев Т.

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.

30.12.2022 ж. баспаға жіберілді

Журнал Қожя 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.