

Обобщенное уравнение, полученное с применением геометрического усреднения, может быть записано в виде:

$$I = (0.04097 + 0.02191 * X_1) * (1.284E11 * \text{Exp}(1.099 * X_2) * X_2^{-16.42}) * \\ * (0.07662 * \text{Exp}(0.03694 * X_4) * X_4^{-0.1065}) * (0.09942 * \text{Exp}(-0.0482 * X_5) * X_5^{0.2151}) / 0.001006$$

где $R=0.9095$, $t_R=23.5369$.

Расчёт максимального значения этого уравнения дает для рассматриваемой линии условия достижения максимума при энергии лампы 18 Дж, задержке второго затвора на 30 мкс больше первого, задержке начала регистрации около 6 мкс. Полученное максимальное значение составило 0.5656.

Расчеты для других аналитических линий железа, а также для аналитических линий хрома, показывают возможность получения интенсивности, близкой к максимально достижимой при этих же настройках лазера. Таким образом, полученные параметры настройки можно считать оптимальными.

В целом нормализация уменьшает зависимость интенсивности от энергии лампы накачки и других факторов, увеличивая выраженность зависимости от концентрации, что может быть объяснено одинаковой зависимостью нормализуемой линии и линии внутреннего стандарта от условий регистрации спектра.

Резюмируя изложенное можно заключить, что ВДПЭ может быть применен при автоматизированном поиске настроек приборов атомно-эмиссионного спектрального анализа, а также для поиска лучших аналитических линий, позволяющих строить калибровки для количественного анализа.

Литература

1. Кремерс Д., Радзиемски Л. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. М.: «Техносфера», 2009 – 360с.
2. Geladi P. Chemometrics in spectroscopy: Part 1. Classical Chemometrics, Spectrochim. Acta, Part B 58 (2003) - P. 767– 782.
3. P. Geladi, Chemometrics in spectroscopy: Part 2. Examples, Spectrochim. Acta, Part B 59 (2004) – P. 1347-1357.
4. Беляев С.В., Малышев В.П. Пути развития вероятностно-детерминированного планирования эксперимента. // В сб. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Состояние. Проблемы. Решения. - Алматы, 2008. - Т.9 Информационные технологии в минерально-сырьевом комплексе. Глава 8. - С.599-633.
5. Фомин В.Н. и др. Калибровка спектрометра «ЛАЗС Матрикс Континуум» для анализа смеси оксалатов // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. XXXIX междунар. науч.-практ. конф. № 10(32). – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 98-105.
6. Фомин В.Н., Ковалева А.А., Алдабергенова С.К. Использование многофакторных переменных в вероятностно-детерминированном планировании эксперимента // Вестник Карагандинского университета. Серия химия. - 2017. - №3(95). - С. 91-100.
7. Fomin V.N., Aldabergenova S.K., Rustembekov K.T., Dik A.V., Kim Yu.Yu., Rozhkovoy I.E. Method for increasing the accuracy of quantitative determination of iron by LIBS // Вестник Карагандинского университета. Серия химия. – 2018. - №3(91). - С.74-83.

Сейдуалы Х.Б., Жанбирбаева П.А., академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, ФЕК-302, студенті

(*Ғылыми жетекші – PhD доктор, доцент Камбарова Ж.Т.*)

ЭЛЕКТРОСТАТИКАЛЫҚ КВАДРУПОЛЬДІК-ЦИЛИНДРЛІК ӨРІС НЕГІЗІНДЕГІ ЭНЕРГИЯ ТАЛДАҒЫШЫН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ

Жетекші заманауи технологиялар оның ішінде нанотехнологиялар бетте өтетін құбылыстармен анықталады. Беттері маңызы рөлді атқаратын әр түрлі наноматериалдардың, наноөлшемді құрылымдардың қасиеттерін зерттеуге қызығушылық артуда. Қазіргі кезде қатты дене бетін зерттеу – наноөлшемді және молекулалық құрылымдардың физикасы, заманауи материалтану, нано- мен

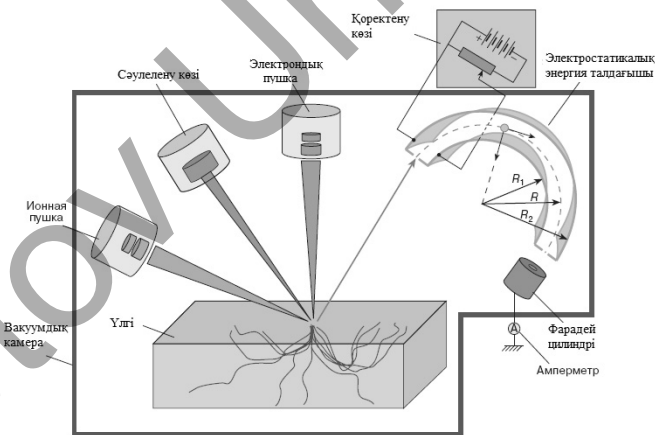
микроэлектроника, нанотехнология, конденсацияланған күй физикасы және жұқа қабыршақтар физика мен химиясы үшін үлкен мәнге ие болатын дамушы білімдер облысына айналды.

Нанообъектілердің және наножүйелердің құрылымын және құрамын диагностикалаудың көптеген түрлері екінші ретті электрондардың энергиялық спектрлерін нақты талдауға негізделген. Қажетті диагностиканың келешек негізі - электрондық спектроскопия әдістері болып табылады. Бұл әдістер қатты дененің тереңдігі бойынша нанометрлік ажыратуымен сипатталады. Электрондық спектроскопия әдістеріндегі талдау тереңдігі 0,2-2 нм құрайды. Энергия талдау мақсаттары үшін жиі әр түрлі пішінді өрістер негізінде құрастырылған энергия талдағыштары қолданылады.

Электрондық спектроскопияның іске асырылуы - басты элементі төмен және орташа энергиялы электрондардың дисперсиялық энергия талдағышы болып табылатын күрделі құралдардың қолданысына негізделген. Заманауи технологиялардың әрі қарайғы дамуы диагностика құралдардың күйімен анықталады. Сондықтан зарядталған бөлшектер ағындарын энергия талдауы - бар құралдардың жетілдіруін немесе жаңа корпускулалы-оптикалық жүйелердің өңдеп шығарылуын талап етеді.

Зарядталған бөлшектер ағындарының энергия талдаудың дисперсиялық жүйелерін құрастырудағы ең маңызды мәселелерінің бірі – ауытқушы өрісті анықтау және ауытқушы электродтардың пішінін есептеу болып табылады. Ал аспаптың электродтар пішінін іздеу мен таңдау оны дайындау қарапайымдылығымен және жоғары сапалы энергия талдау мүмкіндігімен байланысты болуы қажет.

Эксперименттік сұлбаның маңызды бөлігі (1-сурет) E -ден $E+\Delta E$ -ге дейінгі таңдалған интервалындағы энергияларға ие болатын зарядталған бөлшектер тоғының тығыздығын анықтауға мүмкіндік беретін құрылғы – энергия талдағыш болып табылады. Энергия талдағыш ағында зарядталған бөлшектердің энергиялары бойынша қалай таралатынын білуге мүмкіндік береді [1].



1-сурет. Электрондардың және жеңіл иондардың энергетикалық спектрлерін өлшеу бойынша эксперименттің стандарттық сұлбасы

Айналық типті электростатикалық энергия талдағыштар екі типке жіктеледі: жазықсимметриялы және өстік симметриялы. Жазықсимметриялы энергия талдағыштарға жазық айна, жәшіктік, екіжақтылы бұрыш, қималы цилиндр, лемнискаттық айна, аксиалды емес цилиндрлер, гиперболалық және эллипсоидтық айналар, клинтәріздес талдағыштар жатады. Ал өстік симметриялы энергия талдағышқа цилиндрлік, сфералық, конустық типті энергия талдағыштар жатады [2].

Ең кең таралған цилиндрлік айналық талдағыш жоғары сезгіштік пен қанағаттанарлық ажыратуды қамтамасыз етсе де, тек потенциалдың радиалдық градиентіне ие. Оның энергия бойынша ажыратуын жақсарту үшін потенциалдың аксиалдық градиентін енгізу қажет [3].

Зарядталған бөлшектер ағындарын энергия талдау есебін шешу үшін өстік симметриялы лапластық мультипольді-цилиндрлік өрістерді синтездеудің жаңа әдісі практикалық жағынан қызығушылық тудырады [4,5]. Бұл әдіс цилиндрлік типті және әр түрлі реттілікке ие дөңгелектік мультипольдер өрістерінің сиперпозиция принципіне негізделген:

$$U(r, z) = \mu \ln r + U_m(r, z) \quad (1)$$

мұндағы μ - цилиндрлік өрістің салмақтық үлесін анықтайтын коэффициент, $U_m(r, z)$ - дөңгелектік мультиполь.

Әр түрлі реттілікті мультипольдердің (квадруполь, гексаполь, секступоль және т.б.) құраушыларын қосу әр түрлі өстік симметриялы өрістердің кең класының синтезіне әкеледі. Бұл класс өрістерінің ішінде бұрыштық тоғыстаудың жақсартылған сапасына ие айналық талдағыштар сұлбаларының нұсқалары табылуы мүмкін.

Есептеуіш техника құралдарының өндіруінің қарқынды өсуі болашақта эксперименттік құрылғыларды синтездеу есептерін, соның ішінде аналитикалық есептерді бірінші жоспарға жылжытады, ал мұнда әмбебаптық және бағалау дәлдігіне ие болатын сандық әдістер негізгі рөл атқарады.

Ионды- және электронды-оптикалық жүйелерді сандық модельдеу үш өзіндік бөлімнен құрылады:

- жұмыс көлемінде электростатикалық өрісті есептеу;
- жүйе өрісінде зарядталған бөлшектер траекторияларын есептеу;
- электронды-оптикалық жүйенің интегралдық сипаттамаларын есептеу; анықталған реттілікке ие болатын бұрыштық тоғыстау, дисперсия, ажырату қабілеті, абберациялық көмескілер және т.б.

Берілген жұмыста электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік айналық энергия талдағышының корпускулалы-оптикалық параметрлері зерттеліп, компьютерлік модельдеу жүргізілген. Электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік өріс цилиндрлік өріс $\mu \ln r$ пен өстік симметриялы цилиндрлік квадрупольдің суперпозициясы негізінде құрылған:

$$U_q(r, z) = U_0 (\mu + z) \ln r \quad (2)$$

Потенциалы (2) өрнекпен анықталатын электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік өріс $\mu = 1$ мәні кезінде Ваннбергпен ұсынылған өріспен сәйкес келеді [6]. Бұл өріс спектрограф режимінде жұмыс істейтін құрылғы үшін ұсынылған. Ваннберг өрісінің потенциалы r, z координаталарда келесі өрнекпен анықталады:

$$U = \frac{V}{\ln \frac{r_1}{r_0}} (1 + Az) \ln \frac{r}{r_0} \quad (3)$$

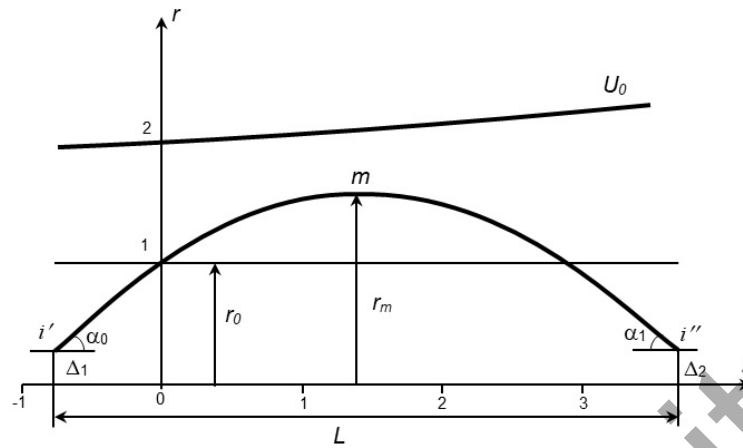
мұндағы A – өте кіші өлшемсіз параметр.

2-суретте «сақина-сақина» типі бойынша тоғыстайтын квадрупольді-цилиндрлік өріс негізіндегі энергия талдағыштың сұлбасы келтірілген. Өріс екі өстік симметриялы коаксиалды электродтар арасындағы кеңістікте құрылады. Ішкі цилиндрлік электродтағы (радиусы r_0) потенциал нөлге тең. Ал сыртқы электродтың U потенциалы өрістің біртексіздігін құрып, қисықсыздықты

пішінге $r = r_0 \exp \left[\frac{\ln (r_1 / r_0)}{(1 + Az)} \right]$ ие.

$A = -0,01$ мәні кезінде квадрупольді-цилиндрлік энергия талдағыш сұлбасының компьютерлік модельдеуі «Focus» бағдарламасының көмегімен жүргізілген.

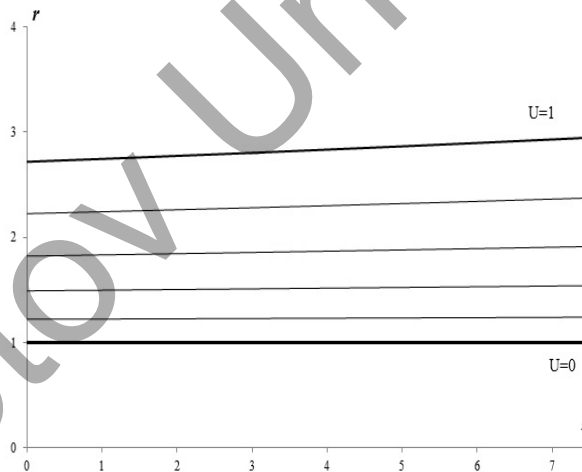
«Focus» бағдарламасы тұрақты және айнымалы электрлік өрістермен қоректену режиміндегі кез келген пішінді электродтардан құрылатын аксиалды-симметриялық электронды және ионды-оптикалық жүйелерді модельдеуге арналған [7]. Бұл бағдарлама бірнеше модульдерден (графикалық редактор, электрлік өрістерді есептеу модулі, траекториялық талдау модулі) құрылады, олардың арасындағы ақпарат өзара тасымалдау мәліметтер файлдары көмегімен жүзеге асырылады.



1 – ішкі цилиндрлік электрод, 2 – сыртқы ауытқушы электрод, i' мен i'' – кіру мен шығу саңылаулары

2-сурет. Электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік энергия талдағыштың сұлбасы

Сыртқы ауытқушы электродтың пішіні квадрупольді-цилиндрлік өрістің эквипотенциалдық сызықтарын есептеуден анықталған. 3-суретте электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік өрістегі эквипотенциалдық сызықтар жиыны көрсетілген. Бұл суреттен көрінетіні, $A = -0,01$ кіші мәні кезінде сыртқы ауытқушы электродтың пішінін жасаушысы айнаның симметрия өсіне қатысты кіші $\sim 1,75$ градус жасайтын конустың пішінімен жуықпен бірдей деп есептеуге болады.

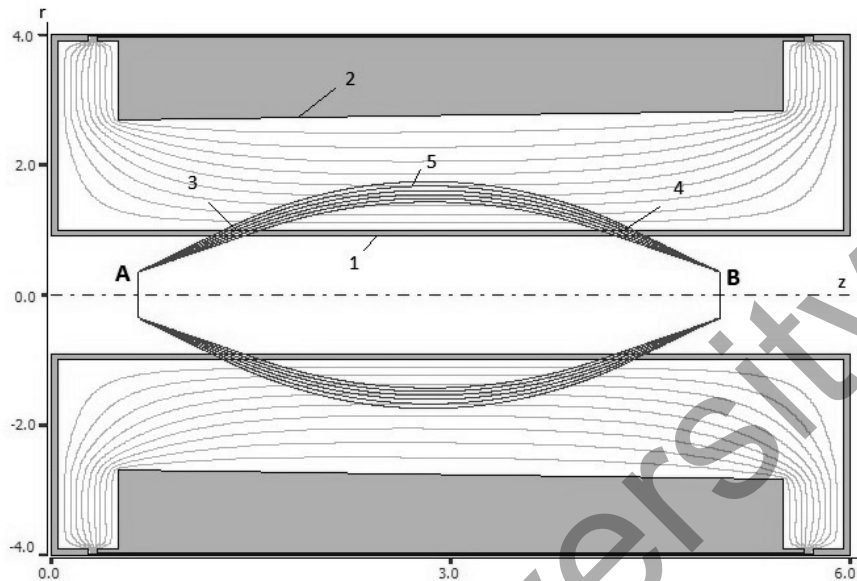


3-сурет. $A = -0,01$ мәні кезіндегі квадрупольді-цилиндрлік өрістегі эквипотенциалдық сызықтар

Сандық модельдеудің бірінші сатысында берілген энергия талдағыштың конструкциясы құрастырылды. 4-суретте «Focus» бағдарламасының есептелген $A = -0,01$ кезіндегі электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік энергия талдағыштың сұлбасындағы зарядталған бөлшектердің қозғалыс траекториялары көрсетілген. Бұл сұлбаға сәйкес жұқа сақиналық электронды-оптикалық A көзден 25° - 35° полярлық бұрыштар интервалында ұшып шыққан зарядталған бөлшектер шоғы өріске кіріп, сыртқы электродтағы потенциалдан шағылады да, кейін кері қарай қозғалып, нәтижесінде сақиналық B кескінге тоғысталады. Сонымен сұлбада екінші ретті «сақина-сақина» бұрыштық тоғыстау режимі орындалады. Зарядталған бөлшектердің энергиясы $E/V=1$ $E[\text{эВ}]/U[\text{В}]=1$. Сақина көзінің орны – $x=0,65$; $y=0,35$. Көз бен оның кескінінің ішкі цилиндр электрод бетінен орналасу шамалары ішкі қарай бағыт бойынша оң есептеліп, $\Delta_1 = \Delta_2 = 0,35$ –ге тең. Барлық өлшемдер салыстырмалы бірліктермен берілген.

Электрондық оптикада зарядталған бөлшектің траекториясын E энергияның абсолютті мәні емес, ал $E/V=C$ қатынасы анықтайды. Мұндағы V - электронды-оптикалық сұлбаның ауытқушы немесе тоғыстаушы электродтың потенциалы. Бұл жағдайда V потенциалының әрбір мәні үшін коллектормен $R = \Delta E/E$ ажыратудың тұрақты мәнін қамтамасыз ететін $\Delta E = \Delta E(V)$ диапазонындағы

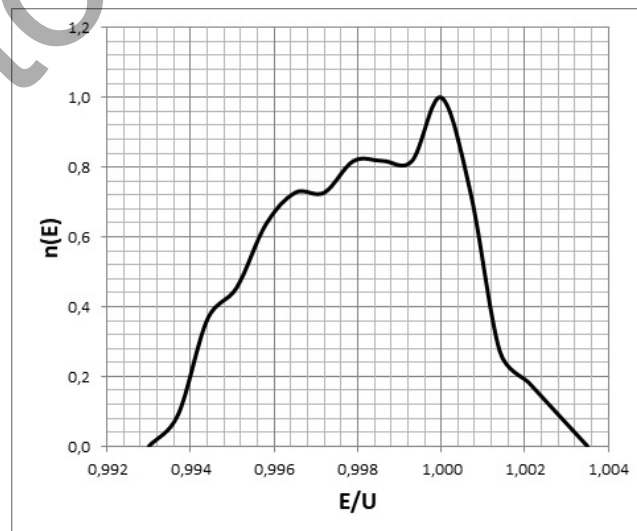
бөлшектер тіркеледі. Сондықтан траекторияларды есептеу кезінде зарядталған бөлшектердің энергиясын E/V деп берілді.



1 – ішкі цилиндрлік электрод, 2 – сыртқы ауытқушы электрод, 3 пен 4 – кіру мен шығу саңылаулары, А – жұқа сақиналық көз, В – сақиналық кескін, 5 – зарядталған бөлшектердің траекториялары

4-сурет. $A = -0,01$ кезіндегі электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік энергия талдағыштағы зарядталған бөлшектердің траекториялары

Электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік энергия талдағыштың аппараттық функциясын тұрғызу үшін сақиналық көзден 35° - 45° бастапқы бұрыштар диапазонында және $0,993$ - $1,007$ бастапқы энергиялар диапазонында зарядталған бөлшектердің траекториялар жиыны есептелген. 5-суретте цилиндрлік «сақина-сақина» режимі үшін $A=-0.01$ кезіндегі электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік өріс негізіндегі энергия талдағыштың аппараттық функциясы көрсетілген.



5-сурет. $A = -0,01$ кезіндегі «сақина-сақина» тоғыстау режимі үшін квадрупольдік-цилиндрлік энергия талдағыштың аппараттық функциясы

Шығу диафрагмасының радиусы $0,02r_0$ болғандағы квадрупольдік-цилиндрлік энергия талдағыштың $\Omega/2\pi=8,2\%$ жарық күші кезіндегі аппараттық функциясының жартылай биіктігіндегі салыстырмалы энергиялық ажыратуы $0,58\%$ құрайды.

1-кестеде $A=-0,01$ кезіндегі электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік энергия талдағыштың «сақина-сақина» режимі үшін тоғыстаушы қасиеттерін есептеудің нәтижелері келтірілген.

1-кесте. $A=-0.01$ кезіндегі электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік өріс негізіндегі энергия талдағыштың тоғыстаушы қасиеттері

Тоғыстау типі	«сақина-сақина»
Тоғыстау реті	2
Тоғыстаудың центрлік бұрышы	$38,3^0$
Тоғыстаудың X координатасы	5,03
Тоғыстаудың Y координатасы	0,35
Электронды-оптикалық жүйенің жалпы ұзындығы, $l = L/r_0$	6
Шағылу параметрі, P	1

Сонымен, электростатикалық квадрупольді-цилиндрлік өріс негізіндегі энергия талдағыштың корпускулалы-оптикалық қасиеттері зерттелген. Аспап максималды жарық күші қамтамасыз ету үшін зарядталған бөлшектердің бастапқы ұшу бұрыштарының диапазоны 35^0 –тан 45^0 -қа дейінгі аралықта болуы тиіс. Бұл кездегі жарық күші 8,2 %-ды құрайды.

Әдебиеттер:

1. Еловигов С.С. Электронная спектроскопия поверхности и тонких пленок. Учеб. пособие. – М.: МГУ, 1992. – 94 с.
2. Явор С. Я., Фокусировка заряженных частиц квадрупольными линзами. – М., 1968. – 280 с.
3. Зашквара В.В., Корсунский М.И., Космачев О.С. Фокусирующие свойства электростатического зеркала с цилиндрическим полем // ЖТФ. – 1966. - Т. 36, № 1. – С. 132-138.
4. Зашквара В.В., Тындык Н.Н. Осесимметричные электростатические мультиполи, их приложение // Журнал технической физики. – 1991. - Т.61, Вып.4. - С.148-157.
5. Zashkvara, V.V., Tyndyk, N.N. (1996). Potential fields based on circular multipole series // Nuclear Instruments and Methods. -Vol. A370. –P.452-460.
6. Wannberg B. An electrostatic mirror spectrometer with coaxial electrodes for multi-detector operation // Nuclear Instruments and Methods. – 1973. – V.107. – P. 549-556.
7. Trubitsyn A., Grachev E., Gurov V., Bochkov I., Bochkov V. // Proceedings of SPIE. 2017. V. 10250. P. 0V-1 – 0V-7.

Темиржанова А.Ж., Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, биология-география факультеті, гр. МБ-61, магистрант
(*Ғылыми жетекшісі - б.ғ.к., доцент Бодеева Р.Т.*)

КӨПТІЛДІК ТОПТАРДА ОҚИТЫН СТУДЕНТТЕРДІҢ АҒЗАСЫНДА БАЙҚАЛАТЫН ПСИХОФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕР

Қазіргі таңдағы заманауи жоғары оқу орындарында жаңа инновациялық оқыту технологиялары студенттердің денсаулығына, психоэмоционалдық күйіне әр түрлі әсер етуде. Елімізде енді ғана қалыптаса бастаған кәсіби еңбек нарығында бәсекелестіктің дамуы, білім берудің еуропалық жүйесіне интеграциялану және мамандықты еркін таңдау ғана емес, әлемнің кез-келген елінде жұмыс істеу мүмкіндігі оқу үрдісі мен тең дәрежеде студенттердің оқу іс- әрекеттерін қарқындалу қажеттілігін қамтамасыз етеді, бұл қазіргі уақытта жоғары кәсіби білім беру жүйесін модернизациялаудағы басым тенденция болып табылады.

Жаңа кезеңдегі білім берудің мақсаттары тек қана білім беру емес, сонымен қатар жас мамандардың болашақ қоғамдағы өмірлерінде көмек болатын негізгі құзыреттерді қалыптастыру болып табылады. Еуропа кеңесі бүгінгі таңда жас маманға қажетті болатын бес базалық құзыреттерді анықтады. Солардың арасында бірнеше шет тілдерді меңгеруді болжайтын — ауызша және жазбаша қарым-қатынас құру шеберлігі. Жоғарғы оқу орындарының негізгі міндеті көптілді біліммен және көп мәдени дүниежүзімен өзара әрекеттесуге дайын болашақ полилингвалдық мамандарды дайындау болып табылады [1-4].

Қазіргі кезеңде жастардың денсаулық мәселелері күрделі және өзекті болып табылады. Жоғары оқу орындарында оның шешімі оқу процесін дұрыс ұйымдастыруға байланысты болады.

Студенттер ағзасының функционалдық жағдайының динамикасын және оқу кезіндегі регуляторлық жүйеге күш түсу дәрежесін анықтауда, бейімделудің сезімтал индикаторлары ретінде