

Қ.М.Маханов

Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті

**ЭКСПЕРИМЕНТТІК БЕРІЛГЕНДЕРГЕ ӨНДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ЖҮРГІЗУ ҮШІН  
LABVIEW ГРАФИКАЛЫҚ ПРОГРАММАЛАУ ОРТАСЫН ҚОЛДАНУ**

*LabVIEW является интерактивной программной средой, предназначенной для сбора, анализа и обработки данных, а также для управления внешними устройствами с помощью компьютера. В работе представлена программа, разработанная в среде LabVIEW, которая предназначена для обработки кинетики затухания длительного излучения органических молекул. Объектами исследования выбраны тонкие стеклообразные пленки хризена. Показано, что результаты, полученные с помощью разработанной программы, хорошо согласуются с литературными данными. Представленные в работе результаты могут быть рекомендованы к использованию в качестве справочных данных.*

*LabVIEW is an interactive software environment designed for the collection, analysis and data processing, as well as to control external units using a computer. The paper presents a program developed in the environment of LabVIEW, the program is designed to handle long emission decay kinetics of organic molecules. The objects of study selected thin glassy film chrysene. It is shown that the results obtained using the developed program in good agreement with literature data. Presented in the results can be recommended for use as reference data.*

*Kіpіcne*

Әдетте кез келген мәліметтерді, ғылыми эксперименттің нәтижелерін өңдеу немесе басқа күрделі математикалық есептеулер орындау үшін көп уақыт қажет. Математикалық модельдерді қолдану кезінде мәліметтерді өңдеу процесін үдету үшін жоғары деңгейлі тілдердің көмегімен, мысалы, Pascal, Delphi және т.б. арнайы программалар құрастырылады. Алайда бұл әдіс аталған тілдердің біреуінде жоғары дәрежеде программа құрастыруды талап етеді. Қаптаған айнаымалыларды, тұрақтыларды, типтерді және т.б. есте сақтап білу қажеттілігі негізгі қиындылықты тудырады, сонымен қатар олар бір белгілі ретпен жазылуды талап етеді, оның өзі де, әрине, біршама уақыт алады.

Бұл жұмыста қолданбалы программаларды құрастыруға арналған LabVIEW ортасы (АҚШ, National Instruments өнімі) қолданылады, ол графикалық программалау тілі болып табылады және программа мәтіндерін жазуды талап етпейді [1].

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) өз тарапынан графикалық программалау ортасы болып табылады, оны өндірісте, білім саласында және ғылыми-зерттеу лабораторияларында мәліметтерді жинақтау және аспаптарды басқару үшін стандартты инструмент ретінде қолданады. LabVIEW — алынған мәліметтерді өлшеуге және талдауға арналған, мүмкіндіктері өте жоғары программалық орта.

Дербес компьютерлер, дәстүрлі аспаптарға қарағанда, мүмкіндіктері кең, жан-жақты инструмент болып танылады, сондықтан LabVIEW ортасында өз тарапынан программаны немесе *виртуалды аспапты* (ВА) құрастыру аса күрделі жұмыс емес, ал LabVIEW ортасының тұтынушылық интерфейсі өте қарапайым және жеңіл болғандықтан, бұл ортада программаны құрастыру өте қызықты және көңілді жұмысқа айналады.

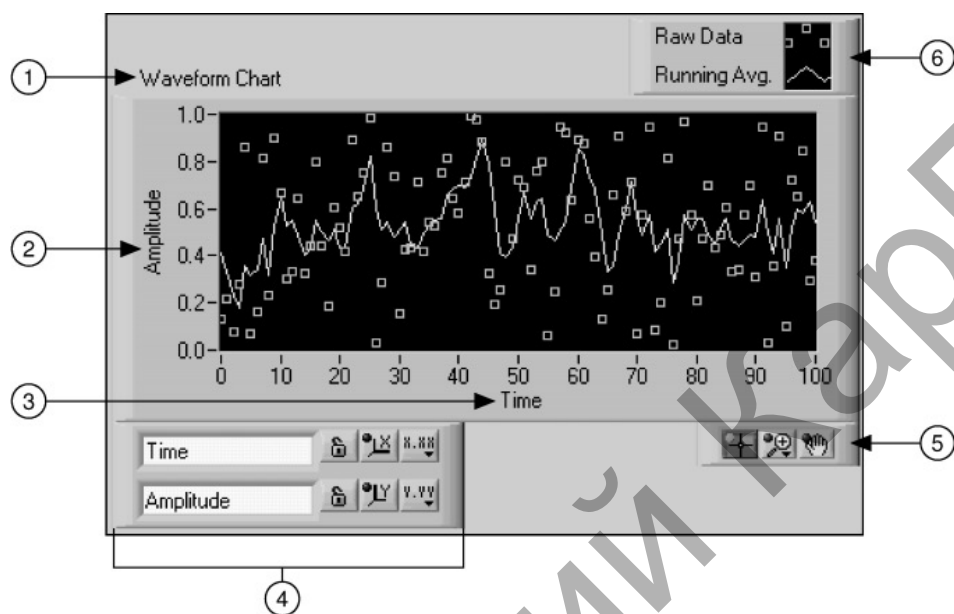
Дәстүрлі тілдердің тізбекті табиғатымен салыстыратын болсақ, LabVIEW концепциясының өзгешілігі көп, мұнда тұтынушыға өте қарапайым графикалық орта ұсынылады, мәліметтерді жинақтауға, оларды талдауға, алынған нәтижелерді бейнелеуге арналған барлық қажетті инструменттер жиынтығы бар. LabVIEW графикалық программалау тілінің көмегімен қойылған мәселені графикалық блок-диаграммдан программалауға болады, ол алгоритмді машина тіліне (машиналық код) ауыстырады. Ғылым және техника салаларында кеңінен қолданылатын программалық орта болғанымен, дәстүрлі программалық тілге қарағанда LabVIEW әр түрлі мәселелерді өте қысқа уақыт мерзімде жеңіл шешуге мүмкіндік береді.

Жұмыстың мақсаты — LabVIEW жүйесінде органикалық қабыршақтардың сөну кинетикасын өңдеп, талдауға арналған программаны құрастыру.

Сөну кинетикасының берілгендерін өңдеуге арналған программаны құрастыру

Программаны құрастыру үшін кинетикалық қисықтарды есептеуге арналған математикалық модель таңдалды, ол Р.Копельман және оның қызметтестерінің жұмыстарында қарастырылған перколяциялық модель болды [2].

LabVIEW монитор экранына шығаруға арналған бірнеше әр түрлі графиктер және диаграммалар ұсынады [3]. Біз келесі графикалық түрді тандап алдық: *Waveform Chart*, ол 1-суретте келтірілген.



1-сур. *Waveform Chart* графикалық түрі. Суретте келесі белгілеулер бар: 1 — графиктің аталуы (кез келген болуы мүмкін); 2, 3 — осьтердің белгіленуі. Сәйкесінше, ыңғайы бойынша белгілуге болады; 4 — осьтерді басқару панелі (аталуы, қосу-сөндіру Autoscale және т.б.); 5 — бейнелерді басқару панелі (қозғалту, ығыстыру және т.б.); 6 — графиктер тізімі. Аталуы және түрі ыңғайы бойынша жөнделеді

Қабылданған мәліметтерді *Waveform Chart* үш әр түрлі әдіс бойынша өңдеуге мүмкіндік береді.

*Waveform Chart* скалярлы мәліметтерді шығарады (яғни, тек сандарды). Сондықтан бірденені графикке шығару үшін, оның терминалына қажетті объектіні қосу керек. Мәліметтерді үздіксіз қабылдау үшін, цикл құрастыруға болады (әдетте дәл осылай орындалады).

*Waveform Graph* графигі  $y = f(x)$  типтес графикті бейнелеуге қызмет атқарады, мұнда  $x$ -тің әрбір мәніне тек бір ғана  $y$  шамасы сәйкес келеді. График  $y$  массив мәндерін бейнелейді, ал  $x$  осі бойынша мәндер біркелкі таралған. *XY graphs* ( $x$ ,  $y$ ) координаталары берілген кез келген нүктелер жиынтығын бейнелейді. Графиктің кірісіне нүктелік координаттарға ие екі өлшемді массив келтіріледі.

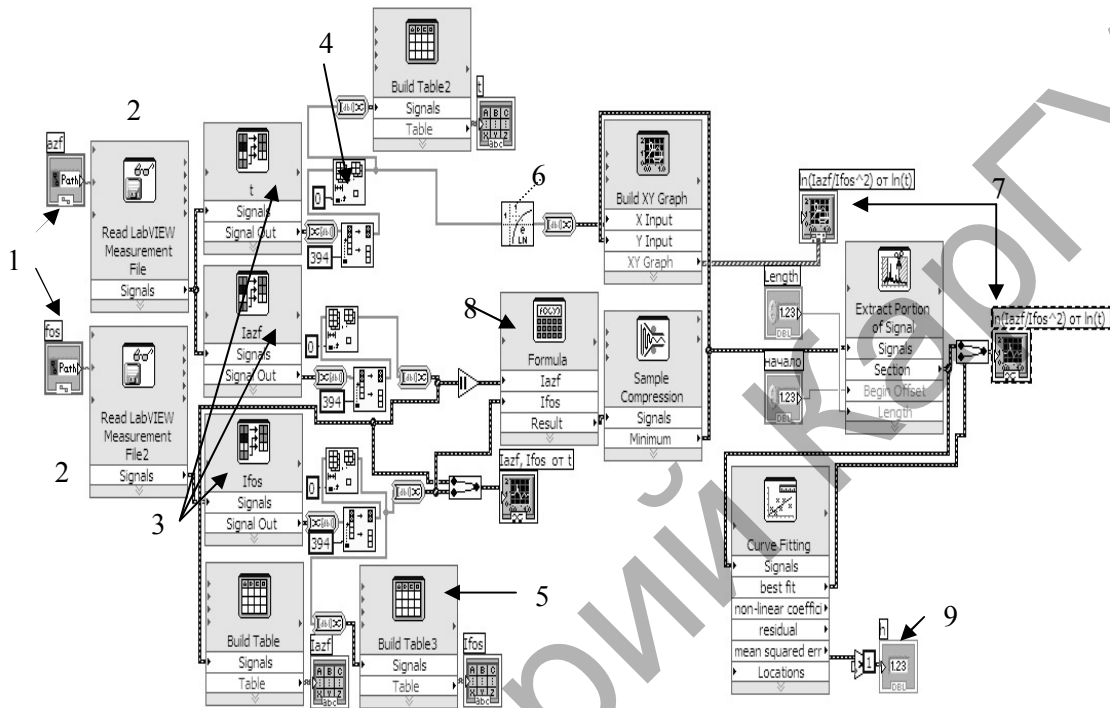
2-суретте LabVIEW ортасында жобаланған программалық код келтірілген. Бұл программа файлдардан мәліметтерді оқуға, оларды басқа форматты файлдарға жазуға, қажетті мәліметтер массивін бөліп алуға және олармен белгілі математикалық операциялар жүргізуге және т.б. мүмкіндіктер береді.

Программаны құрастырған кезде біз мәліметтер массиві ретінде хризен молекулаларының сөну кинетикасына қатысты мәліметтерді таңдадық, олар «\*\*\*.dat» файлы түрінде сақталған болатын. Қарапайым функциялармен қатар LabVIEW қосымша, енгізу және шығару функцияларына ие, олар жалпы барлық енгізу және шығару операцияларын (*File I/O*) орындауға мүмкіндік береді.

Кез келген файлан мәліметтерді енгізу үшін, файлдың орналасу «жолын» көрсету керек. Файлдың жүйелермен жұмыс атқарған кезде «жол» берілгендердің ерекше түрі болып табылады, ол файлдың орналасуын көрсетеді. Функция қосылған кезде файлды ашады, ондағы мәліметтерді оқиды, одан соң файлды жабады. Виртуалды аспаппен қалыптастырылған файл кәдімгі мәтінді файл ретінде болады. Мәліметтерді файлда сақтаудың ең таралған түрлерінің бірі мәтінді файлды форматтау болып табылады. Бұл өте ыңғайлы, себебі оны кестелермен жұмыс атқаратын кез келген программада ашуға болады.

Жоғарыда келтірілгеннен мұнда дәстүрлі программалау тілдеріне ұқсас функциялар қолданылатынын көрінеді:

- «Файлдағы жолды оқу» (Read Lines From File) функциясы файлдан берілген орыннан бастап қажетті жолдар санын оқиды;
- «Кестелік форматты файлға жазу» функциясы екі өлшемді немесе бір өлшемді сандар массивін мәтіндік жолға түрлендіреді, сонан соң жолды жаңа файлға жазады немесе бар файлға қосады.



2-сур. 1 — эксперименттік берілгендер орналасқан директорияға жол көрсетеді (файлға); 2 — берілгендерді оқу блогі; 3 — берілгендер блогынан шығатын мәліметтерді фильтрлеу блогі; 4 — массивтің бастапқы және соңғы интервалын бөледі; 5 — берілгендер массивін кестеге шығару блогі; 6 — уақыттық массивтерді логарифмдеу блогі; 7 — графикалық индикатор; 8 — формуларды енгізу блогі; 9 — сандық индикатор

2-суретте келтірілген *блок-диаграммада* өңделген программаның түпкі графикалық коды келтірілген. LabVIEW блок-диаграммасы кәдімгі C немесе Basic программалау тілдеріндегі мәтіндерге сәйкес келеді — ол нақты орындалатын код. Блок-диаграмманы құрастыру үшін, белгілі бір функцияларды атқаратын объектілерді бір-бірімен қосу керек. Блок-диаграмма әр түрлі компоненттерден тұрады: *терминалдар* (terminals), *түйіндер* (nodes) және *берілгендердің өткізгіштерімен* (wires), бұл компоненттердің функционалды мағыналарын тиянақты қарастыру бұл жұмыста мүмкін емес, сондықтан біз тек программаның жұмыс істеуін қарастырумен шектелеміз.

Программаны қосқан кезде («Run» кнопкасы) (2) файлдарды оқу блогі (1) директориясынан берілгендерді оқиды. Бір ескере кететіні, жұмыс істеуге болатын файлдар саны әр түрлі болуы мүмкін, яғни қойылған мақсатқа байланысты. Жұмыста барлық программа кодтары және нәтижелер нөмірленген және де түсіністік жеңіл болу үшін біз оларды блоктар деп атаймыз.

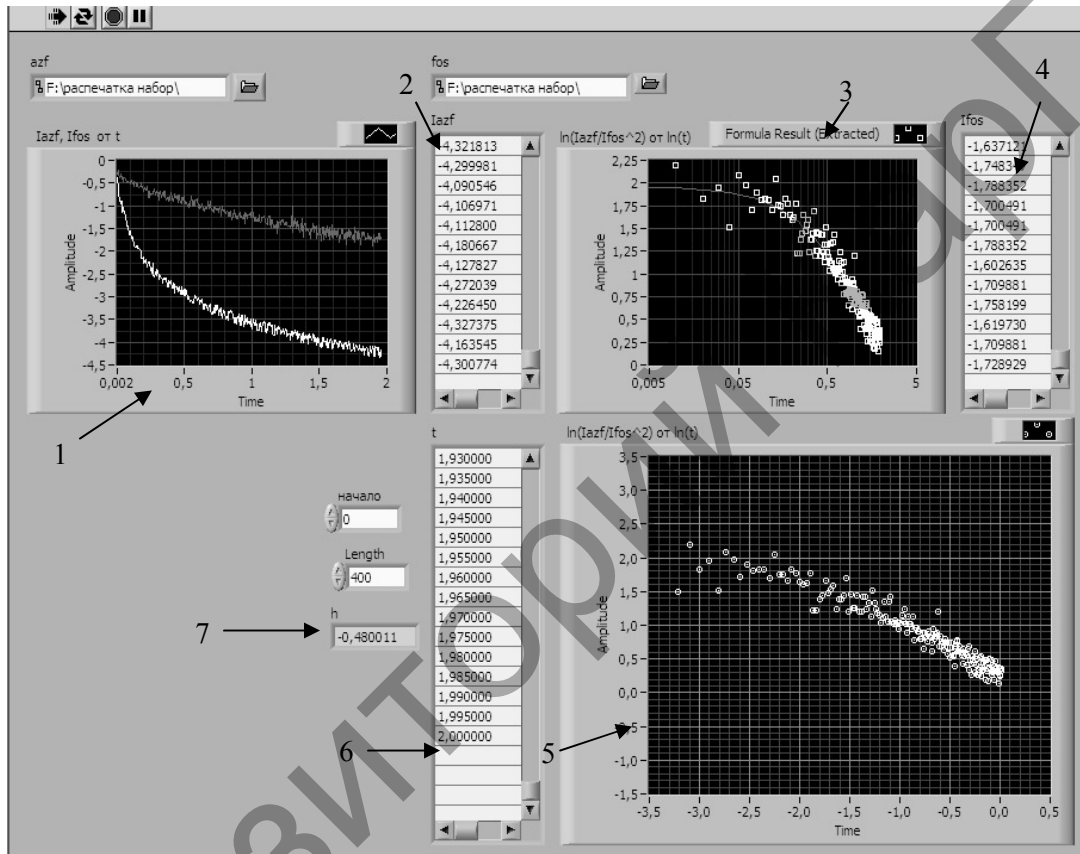
Әрі қарай мәліметтер «Read LabVIEW measurement File» блогімен қабылданады, мұнда берілгендер оқылады, одан соң 3 блоктағы «Signal» командасы берілгендерді графикалық сигнал түріне генерациялайды. Екі сигналды бір графикте шығару үшін **Merge Signals** (сол жақта келтірілген) функциясы қолданылды. Осы функцияның орындалу нәтижесінде экранға сигналдың графикалық бейнесі шығарылады, 3-суретте 1-графикалық индикатор. Сонымен қатар программа алдын ала берілген бұйрық (формула) бойынша мәліметтердің математикалық өңдеуін жүргізеді. Яғни, өңделетін мәліметтер 8 «Formula» блогіна ауыстырылады, ол 2-суретте келтірілген. 3-суретте алынған қисықтар бір ғана физикалық процесті сипаттайды, алайда біз қойылған мәселенің күрделілігін сәл жоғарлаттық, нәтижесінде программа әр түрлі уақыт мезгілдеріне сәйкес келетін мәліметтерді өңдеуге мүмкіндік береді (3-сур., 3 және 5-индикаторлары).

Өңделген программаның сыртқы көрінісі 3-суретте келтірілген.

Программаны қосқан кезде алдымен Басты меню шығады. Жоғарыдағы сол жақта басқару кнопоклары орналасқан. Программаны қосу үшін «стрелка» кнопокасын басу керек. Программа циклдік тәртіпте жұмыс істеу үшін бір-біріне қарсы бағытталған «стрелкалар» кнопокасын қолдану қажет. Ортасы қызылмен боялған кнопка программаны жедел тоқтату қажет болғанда қолданылады. Төменде кестелік және графикалық индикаторлар орналасқан.

Файлмен жұмыс істеу процесі келесі ретпен орындалады:

- программа қосылған соң өңделетін файл таңдалады;
- «Run» немесе «Ctrl+R» клавишаларын қолдану арқылы таңдалған файл мәліметтерін өңдеу процесін қосуға болады.



3-сур. Программаның сыртқы көрінісі: 1 — эксперимент соңында алынған сөну кинетикасының графигі; 2 — сөну кинетикасының бірінші блоктағы бастапқы берілгендері; 3 — 0–200 мкс диапазонында перколяциялық модель бойынша өңделген қисық; 4 — үшінші графикке сәйкес келетін мәліметтер; 5 — 0–2 мс диапазонында перколяциялық модель бойынша өңделген қисық; 6 — бесінші графикке сәйкес келетін мәліметтер; 7 — анықталатын  $h$  параметрінің шамасы

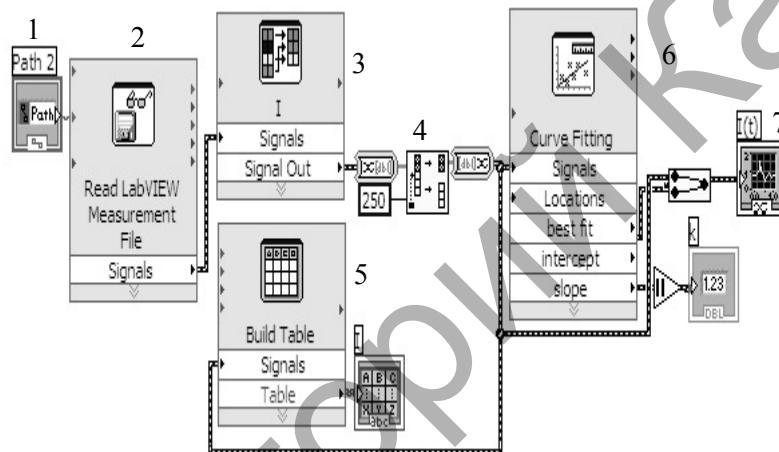
Бірінші графикалық индикаторда өлшенген бетте тіркелген хризеннің сөну кинетикасына сәйкес келетін қисықтар келтірілген. Екінші графикалық индикаторда сөну тәуелділігінің екі ретті логарифмдік түрі  $\ln(I_{az}/I_{fos}^2) - \ln(t)$  келтірілген. Анықталатын біртектілік параметрінің шамасы арнайы түрде бейне терезесіне шығарылады, біздің жағдайымызда оның шамасы  $h = 0,48$  болды. [4] жұмыста осы параметрді «Slyde» графикалық редакторында, сөну кинетикасының түзу сызықты бөлігін таңдау арқылы есептеген, алынған шама  $h = 0,49$  сәйкес келді. Ескеретін бір жағдай, анықталатын параметр шамасы зерттеу жүргізгендегі үлгінің температурасына тәуелді. Әдебиеттердегі мәліметтер бойынша, азот температурасына жақын температура кезінде біртектілік дәрежесі  $h > 0,33$  шамасына сәйкес келеді, температура артқан сайын ортаның энергетикалық құрылымының біртектілік дәрежесі өседі, осыған сәйкес  $h$  параметрінің шамасы өзгереді. Біздің қолданған мәліметтеріміз 183 К кезіндегі температураларға сәйкес келеді.

Жоғарыда орналасқан графикалық индикаторда 0–200 мкс диапазонындағы екі ретті логарифмдік тәуелділік көрсетілген, төменгі индикатордағы қисық 0–2 мс, яғни толық сөнуге сәйкес келетін уақыт диапазонына қатысты.

LabVIEW ортасының ең жақсы қасиеттерінің бірі — дайын программаны «аса қиналмай», басқа мақсаттарға арналған программаға өзгерту мүмкіндігі. Өзгерту кезінде, басқа тілдердегідей, мәтінді жаңадан өңдеп, жазу қажеттілігі жоқ.

Программалаудың дәстүрлі тілдерінде дайын өнімді (программаны) іске қосып, онымен жұмыс істей алатындай мүмкіндік бірден болмайды, себебі программаны бірте-бірте түзету қажеттігі қайткен күнде туады, осының барлығы программаның өзін жазуға жұмсалған уақыттан артық уақыт болмаса да кем уақыт алмайды. LabVIEW ортасында программадағы қателіктер туралы мағлұматтар тікелей экранға шығарылады, және олар қателіктерді жөндеу бойынша ұсыныстармен қамтылған болады.

4-суретте файлдан мәліметтерді оқуға, тәуелділіктерді құрып, сызықты бөліктері бойынша тангенс бұрыштарын анықтауға мүмкіндік береді. Суреттен көрініп тұрғандай, программа құрылысы байқайтындай өзгеріске ұшыраған жоқ. Алғашқы программамен салыстырғанда мұнда «Formula» математикалық есептеу блогі және уақыттық берілгендерді бөлшектеуге арналған блок жоқ. Программаның қосылуы және оның жұмыс істеуі де алғашқыдан аса өзге емес.



4-сур. 1 — эксперименттік мәліметтер орналасқан директорияға (файлға) жол көрсетеді; 2 — файлдан мәліметтерді оқу блогі; 3 — мәліметтер блогінен шыққан берілгендерді фильтрлеу блогі; 4 — мәліметтер массивінің бастапқы және соңғы интервалын белгілейді; 5 — мәліметтерді кестеге шығару блогі; 6 — сызықтық бөлікті есептейтін блок; 7 — графикалық индикатор

### Қорытынды

Әдебиеттерді талдау барысында біз LabVIEW ортасына деген қызығушылық соңғы бес-алты жылдарда ғана арта түскенін байқадық. Виртуалды аспаптарды құрастыру технологиясына арналған әр түрлі оқулықтардың, мақалалардың, кітаптардың және басқа жазбалардың саны артта түсті. Әр жыл сайын LabVIEW технологиясына арналған семинарлар және конференциялар өткізіледі, жаңа мүмкіндіктерге ие модульдар қосылып және жаңартылып жатыр.

Білім беру процесінде, университеттердің лабораториялық практикумдарында, әсіресе электротехника, радиотехника, механика және физика пәндері бойынша LabVIEW ортасының қолдануы жыл сайын артып келеді.

Кез келген бір шаманы өлшеп талдаған соң келесі логикалық тұрғыдан жасалатын қадам — ол басқару, яғни алынған нәтижелерге байланысты белгілі бір параметрлердің өзгертілуі. Мысалы, зерттеу объектісінің температурасын өлшеп, оны қыздыратын немесе суытатын құралды қосуға болады. LabVIEW осы мәселені шешу жолын жеңілдетеді: бұл программалық өнімнің негізгі функциясы — процестерді басқару және мониторинг жүргізу.

Орындалған жұмыс нәтижелерінен келесі қорытындылар жасалды.

1. Сөну кинетикасына қатысты эксперименттік мәліметтерді өңдеп, оларға талдау жүргізуге арналған программа жазылды.

2. Жазылған программаның көмегімен жұқа қабыршақты хризен молекулаларының сөну кинетикасына талдау жүргізілді.

3. Сөну кинетикасының әр түрлі уақыттық диапазондары үшін (0–200 мкс, 0–2 мс) ортаның біртектілік дәрежесін сипаттайтын  $h$  параметрі анықталды.

Жұмыста алынған нәтижелер әдебиеттік берілгендерге қайшы келмейтіні дәлелденді.

#### Әдебиеттер тізімі

1. *Пейч Д.И., Точилин Д.А., Поллак Б.П.* LabView для новичков и специалистов. — М.: Горячая линия–Телеком, 2004.
2. *Копельман Р.* Перенос энергии в смешанных молекулярных кристаллах. Спектроскопия и динамика возбуждений в конденсированных молекулярных системах / Под ред. В.М.Аграновича и Р.М.Хохштрассера. — М.: Наука, 1987.
3. *Клементьев Е.К.* Основы графического программирования в среде LabView: Учеб. пособие. — Самара: Самарск. гос. аэрокосм. ун-т, 2002.
4. *Ибраев Н.Х., Маханов К.М.* Миграция триплетных возбуждений в тонких пленках органических люминофоров // Вестн. КазНУ. — Алматы, 2003. — № 2(15). — С. 62–67.