

Титан диоксиді негізінде нанобөлшектер негізіндегі грецель ұяшығының фотовольтаикалық қасиеттері зерттелді. Грецель ұяшығын фотовольтаикалық қасиетін 2 кестеден бақылауға болады. Параметрлерді есептеу "IV–Measurement" бағдарламалар пакетін қолдана отырып жүргізілді, алайда бұл алынған мәліметтер әдеби деректермен салыстырғанда тиімділігінің келтірілген мәндері максималды емес, олар сенімді түрде анықтауға мүмкіндік береді қажетті тәуелділіктер. Нәтижелерді 1-суретте келтірілген. Кесте 1 – Грецель ұяшығындағы титан диоксидінің полимитин красительімен қосқаннан кейінгі фотовольтаикалық қасиеттерін зерттеу

	Voc (mV)	FF	Eff	Isc (mA/cm <sup>2</sup> )
TiO <sub>2</sub>	635	0,35	0,7	1,08
TiO <sub>2</sub> +ПК1	674	0,53	1,4	1,62

Суреттен нанокөпозиттік пленка негізіндегі ұяшықтың меншікті беті ең жоғары екенін және ток тығыздығы TiO<sub>2</sub> пленкасына қарағанда жоғары екенін көруге болады. Ұяшықтағы бос кернеудің мәні қолданылатын материалдардың табиғатымен, ал ток тығыздығы сорбцияланған бояғыш молекулаларының санымен анықталатыны белгілі.

Алынған мәліметтер негізінде 1-кестеде көрсетілген фотовольтаикалық элементтердің негізгі параметрлері анықталды. Параметрлерді есептеу "IV–Measurement" бағдарламалар пакетін пайдалана отырып жүргізілді. Күн жасушаларының тиімділігінің келтірілген мәндері әдеби деректермен салыстырғанда максималды емес, алайда қажетті тәуелділіктерді сенімді түрде анықтауға мүмкіндік береді. Қорытынды

Титан диоксиді негізінде құрылымы және оның полимитин бояғыштарының электрофизикалық қасиеттеріне әсері зерттелді. Титан диоксиді негізіндегі полимитин бояғыштарының әсерінің нәтижесі фотогенерацияланатын ток мөлшері мәні зерттеле келе ток мөлшерінің пайыздық мөлшерде әлде қайда жақсы екені көрсетілді.

1. Ahmad H., Kamaruddin S.K., Hydrogen from photo-catalytic water splitting process:A review//Renewable&Sustainable Energy Reviews.–2015.–Т.43, С.599-610.
2. Walter M.G. et all. Solar Water Splitting Cells // Chemical reviews.–2010.–Т.110, №11.–P.6446-6473.
3. Latroche M., Brohan L., Marchand R., Tournoux M. New hollandite oxides: TiO<sub>2</sub>(H) and K<sub>0.06</sub>TiO<sub>2</sub> // J. Solid State Chemistry. – 1989. – Vol. 81. – P. 78–82.
4. Diebold U. The surface science of titanium dioxide // Sur.Sci.Rep. – 2003. – Vol. 48. – P. 53–229.

**Жұман М.А.**, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды Университеті, физика-техникалық факультеті, ТФ-408к-20 тобы, студент

**Рахимғалиев Т.А.**, академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды Университеті, физика-техникалық факультеті, РТ-313р-21 тобы, студент  
(Ғылыми жетекшілері- қауымдастырылған профессор Афанасьев Д.А., техникалық физика магистрі Бакиева Ж.Қ.)

## **ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ СПЕКТРЛЕРІН ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖИНАУ ҮШІН ЗАМАНАУИ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ АВТОМАТТАНДЫРУ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ**

Қазіргі уақытта сәулеленудің затпен өзара әрекеттесу сипатын өлшеуге негізделген әдістер ғылыми зерттеулерде, медицинада және биологияда, лазерлік және телекоммуникациялық технологияларда және т.б. кеңінен қолданылады. Зертханада жинақталған спектрлік аспаптарды қолдану және оптикалық өлшеу процестерін автоматтандыру өзекті мәселе болып қала береді [1].

Микроконтроллерлік техника мен ақпараттық технологиялардың заманауи дамуы аз уақыт пен қаржылық күш жұмсай отырып, өлшеу және технологиялық процестерді автоматтандыруға мүмкіндік береді. Соңғы 10-15 жылда нарықта микроконтроллер мен микропроцессорлық құрылғыларды жылдам бағдарламалауға және пайдалануға мүмкіндік беретін көптеген ашық бастапқы бағдарламалық-аппараттық платформалар пайда болды. Мұндай платформаларға Raspberry Pi, BeagleBoard, Arduino және т.б. жатады [2]. Жоғарыда аталған модельдердің ішінде Arduino платформасы ең қарапайым, арзан және әртүрлі функционалдық және техникалық сипаттамалары бар. Дегенмен, Arduino қарапайымдылығы көптеген автоматтандыру және басқару жобаларында өз орнын табады және микроконтроллер құрылғыларын жасау процесін жеңілдетеді.

LabVIEW бағдарламалық құралын және National Instruments компаниясының құрылғыларын пайдалана отырып, автоматтандыру және өлшеу үшін толық бағдарламалық-аппараттық жүйелерді әзірлеуге мүмкіндік береді [3]. Бұл аз күш жұмсай отырып, әртүрлі практикалық тапсырмаларды тиімді шеше алатын, жеке өлшеу құрылғыларын әзірлеу және бағдарламалау процесін жеңілдетеді.

Бұл жұмыста радиациялық синтез әдісімен MWO<sub>4</sub> (M-Zn, Mn, Mg, Cd) құрамының сілтілі жер және өтпелі топтарының металл вольфраматтары негізінде керамика үлгілерінің люминесценция спектрлерін алу

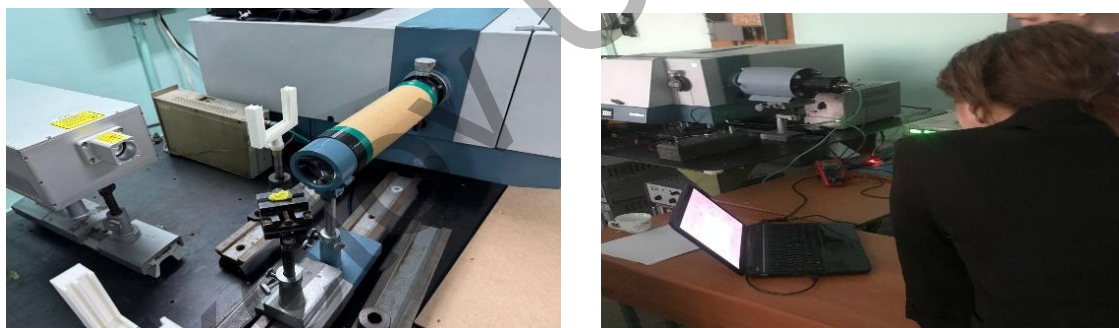
үшін МДР-23 монохроматоры базасында үлгілердің жоғары сезімталдығы және жоғары оптикалық қоздыру энергиясының тығыздығы бар автоматтандырылған өлшеу қондырғысын құрастыру ұсынылған. Жұмыста келтірілген техникалық шешімдерге қарамастан [4], бұл шешім оптикалық қозудың үздіксіз көздерінде, оптикалық қозудың импульстік лазерлік көздерінде өлшеуге мүмкіндік беретіндігімен ерекшеленеді және төмен кванттық өнімділігі бар үлгілердің люминесценция спектрлерін алуға бағытталған.

Зерттеу жүргізу үшін әртүрлі оптикалық сәулелену көздерін (АО-355А-1W лазері, жарықдиодты және т.б.) пайдалану кезінде МДР-23 монохроматоры негізінде эксперименттік қондырғы жиналды. Қондырғының блок-схемасы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. Люминесценция спектрлерін өлшеуге арналған автоматтандырылған қондырғының блок-схемасы

Оның құрамына МДР-23 монохроматоры кіреді, фотодетектор ретінде ФЭУ-79 пайдаланылды, қадамдық қозғалтқыштардың жұмысын басқару үшін ATmega328 - Arduino UNO микроконтроллеріне негізделген электрондық тақта пайдаланылды. 3D принтерінде басып шығарылған бөлшектер Компас-3D-v. 21 бағдарламасында модельденген. Әрі қарай, бөлшектер STL форматқа түрлендіріледі. Басып шығарылатын файлды жасау үшін UltiMaker Cura 5.6.0 бағдарламасы қолданылды. Бөлшектерді басып шығару Creality Enter-3 V2 3D принтерінде шығарылды. Қондырғының жалпы сыртқы түрі 2-суретте көрсетілген.

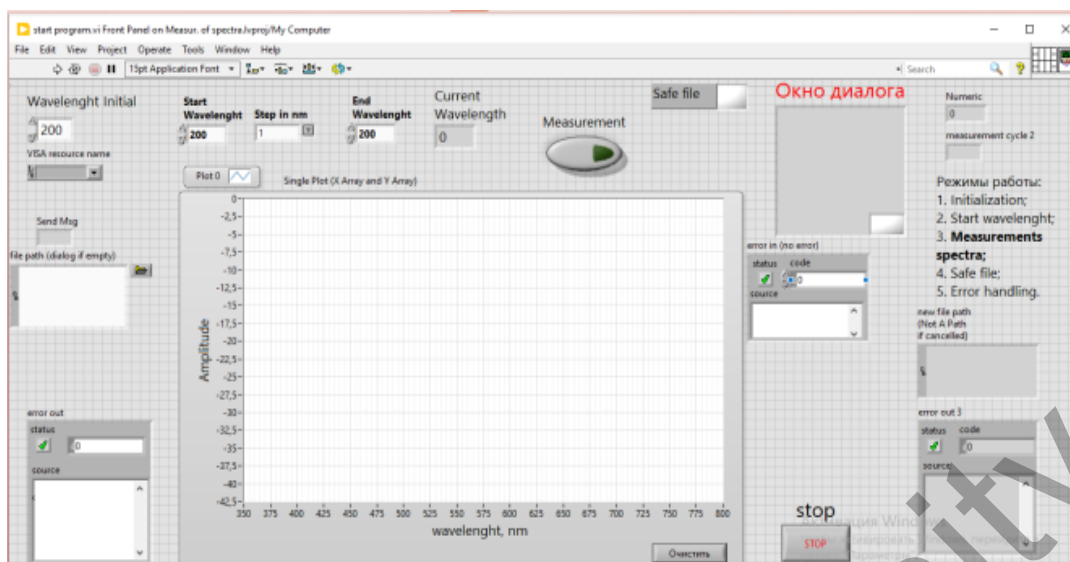


2-сурет. Автоматтандырылған қондырғының жалпы сыртқы түрі

Arduino Uno үшін айналу бағытын және монохроматордың қажетті толқын ұзындығына орнатуды басқару үшін [5] келтірілген бағдарлама жазылды. Айналу бағыты қозғалтқыш орамдарына түсетін импульстар арасындағы фазалық қатынастармен таңдалады. Монохроматорды толқын ұзындығының қажетті күйіне орнатуды бақылау, қозғалтқыш орамаларына берілген тікбұрышты импульстардың қажетті санын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Берілу коэффициенті 1 нм-ге 83 импульсті құрайды.

Бағдарламада барлығы 5 жұмыс режимі қарастырылған, оған келесі кезеңдер кіреді: Initialization (инициализация), Start Wavelength (өлшеу алдында бастапқы толқын ұзындығын орнату режимі), Measurements Spectra (үлгілердің жарқырау спектрлерін өлшеу), Safe file (файлды сақтау), Error handling (қатені өңдеу режимі).

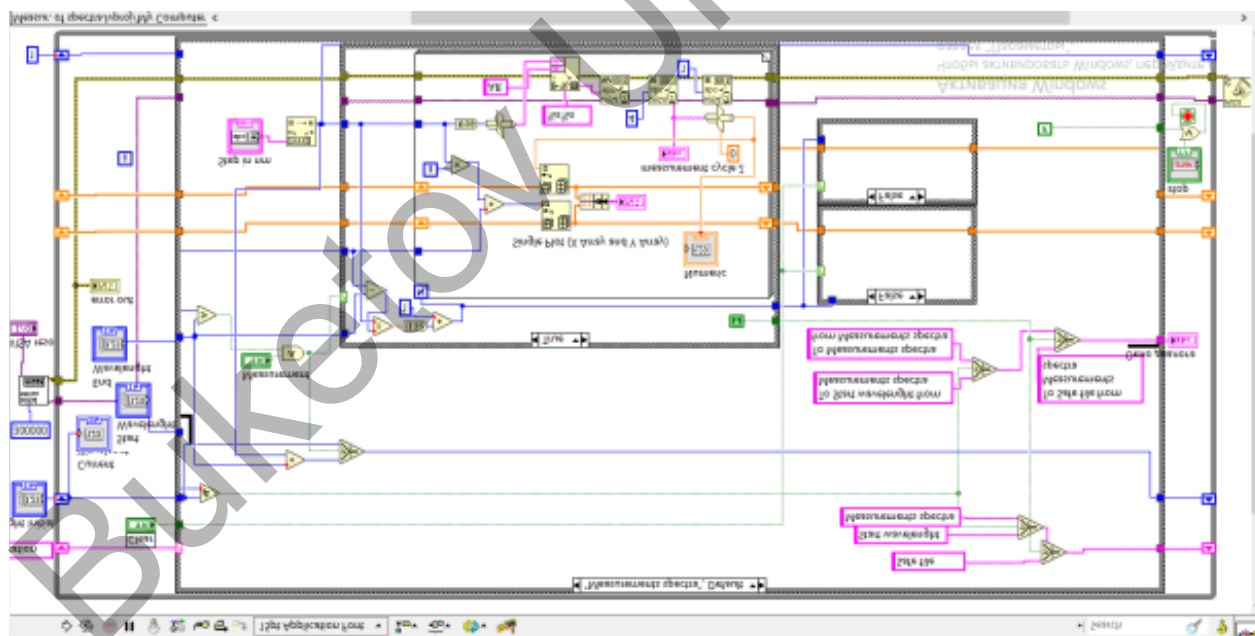
Measurements Spectra режимі монохроматорды бастапқы толқын ұзындығына орнатумен байланысты. Measurements Spectra бағдарламасының негізгі жұмыс режимі виртуалды аспаптың беткі панелінің (3-сурет) жоғарғы жағында көрсетілген бастапқы толқын ұзындығынан соңғы толқын ұзындығына дейінгі жарқырау спектрін өлшейді.



3-сурет Виртуалды аспаптың беткі панелі

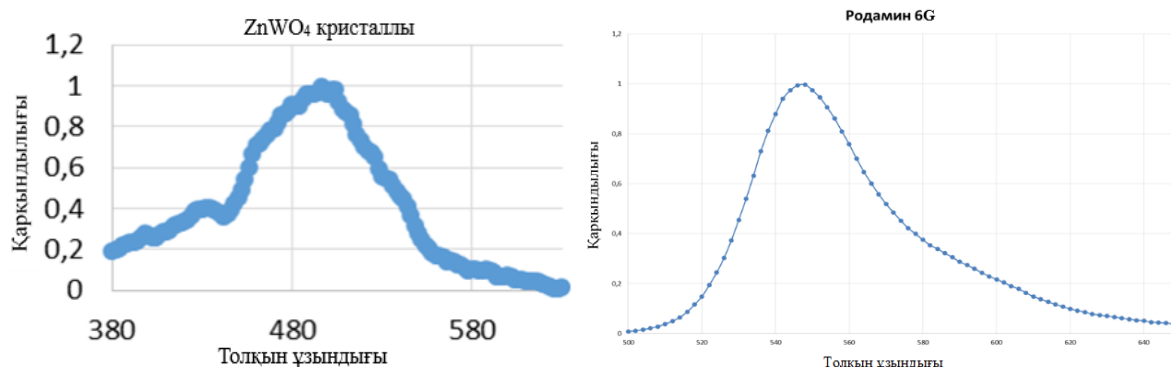
Виртуалды құрылғының беткі панелінде (3-сурет) құрылғының жұмысын басқару элементтері, тізбектелген порттың жұмысында қателердің пайда болу индикаторлары және өлшеу нәтижесінде алынған графиктің сызбасы және диалог терезесі көрсетілген 1) бағдарламаның жұмыс режимі немесе 2) бағдарлама жұмысында пайда болатын қателердің кодтары келтірілген.

Бағдарламаның басқару бөлігі 4-суретте көрсетілген. Сондай-ақ алынған деректерді шығыс файлға (Safe file) жазу мүмкіндігі де қарастырылған. Error handling қатені өңдеу режимі диалогтық терезеде қате кодын көрсетеді және бағдарламаның орындалуын аяқтайды. Бағдарламаны қайта іске қосу үшін қондырғы жұмысының қатесін түзетіп, бағдарламаның орындалуын қайта іске қосу керек.



4-сурет. Жарық спектрін өлшеу режиміндегі виртуалды аспаптың блок-диаграммасы

Бағдарламаның функционалдылығы  $ZnWO_4$  кристаллының және родамин 6G бояғыш ерітіндісінің люминесценция спектрлерін өлшеу кезінде тексерілді (5-сурет). Ерітіндідегі бояғыштың концентрациясы  $10^{-5}$  моль/л құрады.



5-сурет. ZnWO<sub>4</sub> кристаллының және родамин 6G бояғыш ерітіндісінің люминесценция спектрлері

Жарқырау спектрлеріне сынақ өлшемдері жүргізілді. Ақ жарықдиодты жарқыл спектрі өлшенді. Алынған өлшемдер нәтижесі жинақталған құрылғының функционалдылығын көрсетті.

1. Ермачихин А.В., Мальченко С.И., Литвинов В.Г., Мокина О.М., Маслов А.Д. Автоматизация спектральных исследований с помощью монохроматора МДР-2 ЛОМО // Сборник трудов XV международной конференции NIDays 2016, Москва, 2016, С.142-145.

2. Costa D.G., Duran-Faundez C. Open-Source Electronics Platforms as Enabling Technologies for Smart Cities: Recent Developments and Perspectives// Electronics, 2018, V.7, I.12, N. 404

3. Васильев А.С., Лашманов О.Ю. Основы программирования в среде LabVIEW. – Санкт-Петербург. Университет ИТМО 2015. – 80 с.

4. Большиков Ф.А., Малов А.В., Нищев К.Н., Рябочкина П.А., Ушаков С.Н. Установка для проведения спектроскопических исследований в области длин волн 0,2 - 2 мкм // Вестник Мордовского университета. 2007. №3. С.109-114.

5. Кудрин А.В. Использование программной среды LabVIEW для автоматизации проведения физических экспериментов: Электронное учебно-методическое пособие, Нижний-Новгород, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2014, – 68 с.

**Кажмуратова А.Т., Тулеуов У.Б., Насихатұлы Е., Малик Б., Сүлейменова А.С.** Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, Қарағанды, Қазақстан Республикасы

### БЕРІКТІГІ ЖОҒАРЫ ҚОС ТОРЛАР НЕГІЗІНДЕ БИОҮЙЛЕСІМДІ ПОЛИМЕРЛІ ГИДРОГЕЛЬДЕРДІ ӨЗІРЛЕУ

Синтетикалық гидрогельдер медицина саласында, атап айтқанда тіндік инженерияда кеңінен зерттеледі, өйткені олардың бірқатар артықшылығы бар. Сол артықшылығының бірі – биологиялық ортада газдар мен қоректік заттардың алмасуын жеңілдететін судың жоғары мөлшері [1]. Синтетикалық гидрогельдер жасуша популяциялары бекітіліп, қоныс аудара алатын субстрат ретінде зерттеледі немесе олар шоғырланған аймақтағы белгілі бір жасуша функцияларын белсендіру үшін препаратпен бірге жасуша тасымалдаушы ретінде пайдаланылады [2].

Поли-(этиленгликоль) (ПЭГ) – лабильді пептидті және ақуызды биофармацевтикалық препараттардың емдік қасиеттерін жақсарту үшін кеңінен қолданылатын маңызды гидрофильді полимер. ПЭГ негізінде әртүрлі жарияланған материалдардың ішінде ПЭГ-фумарат негізіндегі гидрогельдерге көп көңіл бөлінді, бұл гидрогельдер сүйек тіндері инженериясына көп үміт күттіреді [3].

Биоүйлесімді импланттарды жасау үшін берік және қатты бекітілген поливинил спирті (ПВС) торы бар қос торлы гидрогельдер, сондай-ақ икемді және әлсіз бекітілген полиэфирлі шайыр (ПЭШ) және полиэтиленгликоль (ПЭГ) негізіндегі торлар пайдаланылды.

ПЭГФ молекулалары осы жұмыста сипатталған әдіс бойынша этиленгликоль мен фумар қышқылының поликонденсациясы арқылы алынды [4]. Алынған ПЭГФ бұдан әрі полиэлиленгликоль диакрилатпен (ПЭГДА) торға тігіледі (сурет. 1)

ПВС/ПЭГФ - ПЭГДА қос торы екі кезеңде алынады. Алдымен ПЭГФ, ПЭГДА, фенил-2,4,6-триметилбензоилфосфинат литий (ТРО-Li) және ПВС фотоинициаторы қоспалары дайындалады. Содан кейін бұл қоспаны фотобірілестіру жүргізіледі. Әрі қарай, қазірдің өзінде бірілестірген гель ПВС бірліктерін қалыптастыру үшін бірнеше алдымен мұздатып сосын жібіту циклына ұшырайды.