

А.Қ. ТҮРЕҚҰЛОВА<sup>1</sup>, Н.А. ШЕКТИБАЕВ<sup>2</sup><sup>1</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің PhD докторанты  
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: aydin.turekulova9707@mail.ru<sup>2</sup>PhD, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ түрік университетінің аға оқытушысы  
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: Nurdaulet.Shektibaev@ayu.edu.kz

## ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЭКСПЕРИМЕНТТЕР АРҚЫЛЫ ОҚУШЫЛАРДЫҢ ФИЗИКАҒА ДЕГЕН ҚЫЗЫҒУШЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ

**Аңдатпа.** Бұл мақалада мектеп оқушыларын физикаға қызықтыру мәселесі көтерілген. Авторлар оқу процесін қызықты ету үшін зертханалық сабақтарды қалай пайдалануға болатынына назар аударады. Авторлардың пікірінше, зертханалық эксперименттер оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттырудың тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Олар мектеп оқушыларына тәжірибе жасауға және ғылыми идеялардың қалай жұмыс істейтінін көруге мүмкіндік береді.

Аталмыш жұмыс оқушылардың физика пәніне деген қызығушылығын арттырудың тиімді әдістерін зерттеуге және жүзеге асыруға арналған. Бұл процесте негізгі құрал ретінде зертханалық эксперименттерді қолдануға ерекше назар аударылады. Зертханалық эксперименттер оқушыларға ғылыми ұғымдармен және заңдармен тікелей әрекеттесуге мүмкіндік беретін күшті тарту құралы ретінде қарастырылады. Жұмыс барысында физиканы оқытудың заманауи тәсілдері талданды, оқушылардың қызығушылығын арттыру аясында зертханалық эксперименттерді қолданудың артықшылықтары анықталды.

Зерттеудің маңызды аспектісі, сонымен қатар оқу процесіне зертханалық эксперименттерді енгізудегі ықтимал кедергілер мен қиындықтарды анықтау болып табылады.

Негізгі орта мектептегі математика және физика пәндерінің оқу бағдарламаларында шамамен есептеулерді оқудың келісімділігі туралы мәселе талқыланады. Физиканың жетінші сыныбы шеңберінде зертханалық жұмыстарды орындау және міндеттерді шешу үшін нақты әдістемелік ұсыныстар беріледі.

**Кілт сөздер:** зертханалық жұмыстар, шамамен есептеулер, сенімділік аралығы, өлшеу қателері, зертханалық жұмыстар, физика.

A. Turekulova<sup>1</sup>, N.A. Shektibayev<sup>2</sup><sup>1</sup>PhD Doctoral Student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University  
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: aydin.turekulova9707@mail.ru<sup>2</sup>PhD, Senior Lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University  
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: Nurdaulet.Shektibaev@ayu.edu.kz

### \*Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:

Түреқұлова А.Қ., Шектибаев Н.А. Зертханалық эксперименттер арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыру // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2024. – №3 (133). – Б. 329–341. <https://doi.org/10.47526/2024-3/2664-0686.96>

### \*Cite us correctly:

Turekulova A.Q., Shektibaev N.A. Zertxanalıq eksperimentter arqyly oqushylardyn fizikaga degen qyzygushylygyn arttyru [Increasing Students' Interest in Physics through Laboratory Experiments] // Iasauı universitetinin habarshysy. – 2024. – №3 (133). – B. 329–341. <https://doi.org/10.47526/2024-3/2664-0686.96>

## Increasing Students' Interest in Physics through Laboratory Experiments

**Abstract.** This work is about how to make the study of physics fascinating for schoolchildren. We will focus on how to use laboratory classes to make the learning process more fun. We want to understand how to get students interested in physics. We think laboratory experiments are a good way. They allow students to experiment and see how scientific ideas work.

This work is devoted to the study and implementation of effective methods to increase students' interest in physics. Special attention in this process is paid to the use of laboratory experiments as the main tool. Laboratory experiments are seen as a powerful attraction tool that allows students to interact directly with scientific concepts and laws. In the course of the work, modern approaches to teaching physics were analyzed, and the advantages of using laboratory experiments in the framework of increasing the interest of students were revealed.

An important aspect of the study is also the identification of potential obstacles and difficulties in the implementation of laboratory experiments in the educational process.

In the curricula of mathematics and physics in elementary school, the question of the consistency of the study of approximate calculations is discussed. As part of the seventh grade of physics, specific methodological recommendations are given for performing laboratory work and solving problems.

**Keywords:** laboratory work, approximate calculations, confidence interval, measurement errors, laboratory work, physics.

**А.К. Турекулова<sup>1</sup>, Н.А. Шектибаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>PhD докторант *Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави (Казахстан, г. Туркестан), e-mail: aydin.turekulova9707@mail.ru*

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

## Повышение интереса учащихся к физике с помощью лабораторных экспериментов

**Аннотация.** В статье поднимается проблема о том, как сделать изучение физики увлекательным для школьников. Авторы акцентируют внимание на том, как использовать лабораторные занятия, чтобы сделать процесс обучения более интересным. По мнению авторов, лабораторные эксперименты являются одним из эффективных способов повышения интереса школьников к физике. Они позволяют школьникам экспериментировать и видеть, как работают научные идеи.

Данная работа посвящена изучению и реализации эффективных методов повышения интереса учащихся к физике. Особое внимание в этом процессе уделяется использованию лабораторных экспериментов в качестве основного инструмента. Лабораторные эксперименты рассматриваются как мощный инструмент притяжения, который позволяет школьникам напрямую взаимодействовать с научными понятиями и законами. В ходе работы были проанализированы современные подходы к обучению физике, выявлены преимущества применения лабораторных экспериментов для повышения интереса учащихся.

Важным аспектом исследования также является выявление потенциальных препятствий и трудностей при внедрении лабораторных экспериментов в учебный процесс.

В учебных программах по математике и физике в средней школе обсуждается вопрос о согласованности изучения примерных расчетов. В рамках программы седьмого класса физики предлагаются конкретные методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач.

**Ключевые слова:** лабораторные работы, примерные расчеты, доверительный интервал, погрешности измерений, лабораторные работы, физика.

### Кіріспе

Физиканы үйрену, сөзсіз, қоршаған әлемді ашуға және түсінуге толы қызықты және қызықты саяхат болуы мүмкін. Алайда, кез-келген оқу процесі сияқты, бұл пәнді барлық оқушылар үшін қызықты және қол жетімді ету қиынға соғады. Дәл осы тұрғыда зертханалық эксперименттер арқылы физикаға деген қызығушылықты арттыру оқу процесінің ажырамас бөлігіне айналады.

Физика – бұл формулалар мен теориялардың жиынтығы ғана емес, сонымен қатар айналамыздағы әлемді түсінудің таңғажайып тәсілі. Алайда, көбінесе абстрактілі ұғымдармен, математикалық өрнектермен бетпе-бет келгенде, мектеп оқушылары қызығушылық пен құмарлықты жоғалтуы мүмкін. Сондықтан белсендіру немесе басқаша айтқанда, физикаға деген қызығушылықты ояту мұғалімдер үшін маңызды міндетке айналады [1].

Физика – бұл табиғи құбылыстардың жалпы заңдылықтарын зерттейтін және табиғатты танудың әртүрлі деңгейлерінде әлемді қабылдаудың негізін құрайтын іргелі ғылым. Ол бақылау, өлшеу және эксперимент сияқты физикалық танымның негізгі әдістерін қолдана отырып, әлемнің жаратылыстану-ғылыми бейнесінің жалпы негіздемесін ұсынады [2]. Фокус өлшемдерге бағытталған, өйткені әртүрлі физикалық шамаларды өлшеу дағдыларын дамыту, нәтижелер мен қорытындыларды жалпылау және әртүрлі өлшеу әдістерімен танысу негізгі мектептегі физика курсының маңызды міндеттерін білдіреді.

Физикалық шаманы өлшеу оны кейбір өлшеммен, салыстыру үлгісімен, техникалық құралдарды қолдана отырып салыстыру екені белгілі [3]. Мұндай құралдар бұл өлшемді сақтайды немесе физикалық шаманың тиісті шкаласын шығарады. Әлбетте, іс жүзінде бірде-бір өлшем және бірде-бір өлшеу құралы дәл емес, өлшеу процесіне кейбір дәлсіздіктер мен қателіктер енгізеді. Нәтижесінде алынған практикалық өлшемдер физикалық шаманың шамамен алынған мәндерін ғана білдіреді.

Әдетте, мектептегі физика бойынша тапсырмалар мен зертханалық жұмыстар физикалық шамаларды өлшеу нәтижелерін қамтиды, олар әртүрлі оқулық кестелерінде де берілген. Осылайша, жетінші сыныпта физиканы оқи бастаған оқушылар тек жуықтау мәндерімен ғана емес, сонымен қатар осы жуықтау мәндері басым болатын ортаға енеді. Мәселе мынада, олардың шамамен сипатын қалай ескеру керек және бұл мүлдем жасалуы керек пе?

Математика курсына 5-сыныптан бастап оқушыларға шамамен алынған мәндермен, соның ішінде өлшеу нәтижелерімен жұмыс істеу шамамен есептеу ережелерін қолдануды қажет ететіндігі туралы түсінік қалыптасады. Осылайша, бұл тұжырымдама физика курсына өзінің логикалық жалғасын таба алады және табуы керек.

Практикалық өлшеулер нәтижелерінің шамамен алынған сипаты туралы қолданыстағы оқулықтарда және олардың алдындағы оқулықтарда [4, 16-б.] айтылады. Алайда, өкінішке орай, бұл материалдар оқушылардың тапсырмаларды шешуде және зертханалық жұмыстарды орындауда осы тұжырымдаманы біріктіру жолдарын ашпайды. Сол сияқты практикалық өлшеу нәтижелерін өңдеуге арналған нұсқаулықтар мен оқулықтар болғанымен, олар негізгі мектеп оқушыларының аудиториясын қамтымайды. Бұл салада тек жетінші сынып оқушылары үшін ғана емес, сонымен қатар басқа бастауыш сынып оқушылары үшін де нақты ұсыныстардың болмауы, біздің ойымызша, физиканы оқытуға негізделген мектеп математика курсына пысықталған тұжырымдамалардың болмауына байланысты [1, 194-б.; 5, 23-б.]. Нақтырақ айтсақ, бұл шамамен есептеулерді зерттеуге

қатысты әдістемелік жүйенің жетілмегендігі туралы. Бұл мәселенің маңыздылығы З.И. Злепқан [3] мақаласында атап көрсетілген және педагогикалық эксперименттің нәтижелерінен туындайтын оны шешуге арналған ұсыныстар мақалада келтірілген [6, 10-б.].

Зерттеудің мақсаты – физика сабақтарында зертханалық эксперименттерді қолдану негізінде оқушылардың пәнге деген қызығушылығын ояту.

### **Зерттеу әдістері мен материалдар**

Физика сабақтарында зертханалық эксперименттерді қолдану оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырудың, оқуды тереңірек, практикалық және қызықты етудің тиімді әдісі болады. Яғни зертханалық эксперименттер физикадағы оқу процесінің ажырамас бөлігі, олар оқушыларға физикалық құбылыстар мен процестерді өз бетінше зерттеуге, оларды байқауға және қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Зертханалық эксперименттер оқушылардың танымдық белсенділігін, олардың пәнге деген қызығушылығын, ғылыми дүниетанымын қалыптастыруға ықпал етеді [4, 3-б.; 9].

Зертханалық эксперименттерді ұйымдастырған кезде келесі әдістер мен тәсілдерді қолдану қажет:

- Оқытудың белсенді әдістері оқушыларға зертханалық эксперименттің белсенді қатысушылары болуға мүмкіндік береді. Олар оқушылардың экспериментке деген қызығушылығын арттырады және оны тиімдірек етеді.

- Оқытудың заманауи техникалық құралдары зертханалық экспериментті көрнекі және қызықты етуге мүмкіндік береді.

- Жобалық іс-әрекет оқушыларға алған білімдері мен дағдыларын нақты мәселелерді шешуде қолдануға мүмкіндік береді.

Зертханалық эксперименттер арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыру – бұл практикалық тәжірибелерді қолдана отырып, физикалық құбылыстарды зерттеуге оқушылардың назарын аударуға бағытталған білім берудегі әдістемелік тәсіл. Бұл теориялық тұжырымдама оқушылар сабаққа белсенді қатысып, эксперименттерді өздері жүргізген кезде оқу процесі тиімдірек болады деген идеяға негізделген.

Қызығушылықты арттырудың негізгі идеясы – оқу процесін мектеп оқушылары үшін қызықты және қолжетімді ету. Дәрістер мен оқулықтар арқылы білім берудің дәстүрлі әдісінің орнына практикалық тәжірибеге баса назар аударылады. Зертханалық эксперименттер оқушыларға физикалық заңдылықтарды өз бетінше зерттеуге, өлшеулер жүргізуге және тікелей нәтиже алуға бірегей мүмкіндік береді.

Қызықты және түсінікті эксперименттер жүргізу оқушыларға теориялық аспектілерді іс жүзінде көріп қана қоймай, сонымен қатар оқу процесінің белсенді қатысушылары ретінде сезінуге мүмкіндік береді. Бұл тақырыптың айналасында жағымды эмоционалды орта жасайды, бұл өз кезегінде материалды жақсы игеруге және физикаға деген қызығушылықты қалыптастыруға ықпал етеді.

Бұл теорияның негізгі элементтерінің бірі – қолайлы зертханалық эксперименттерді таңдау. Эксперименттер тек оқу ғана емес, сонымен қатар қызықты болуы керек. Оқушыларға жабдықты өздері орнатуға және өзгерістерді бақылауға мүмкіндік беретін қарапайым, бірақ сонымен бірге көрнекі тәжірибелер көбірек назар аударады.

Тәжірибелерге практикалық қатысу тағы бір маңызды аспект болып табылады. Оқушылардың өздері өлшеу жүргізіп, деректерді талдап, нәтижелерін тіркеген кезде олар материалмен белсенді әрекеттеседі. Бұл жабдықпен жұмыс істеу дағдыларын дамытып қана қоймай, себеп-салдарлық байланыстарды түсінуді қалыптастырады.

Эксперимент нәтижелерін талқылау қызығушылықты арттыру процесінде де шешуші рөл атқарады. Мұғалімнің ойлауды ынталандыруға бағытталған сұрақтары оқушыларға

құбылыстардың мәніне тереңірек еруге мүмкіндік береді. Бұл диалог пен ынтымақтастық атмосферасын қалыптастырады, бұл білімді жақсы игеруге ықпал етеді.

Зертханалық эксперименттер арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыру мұғалімдер үшін маңызды міндет болып табылады. Жаратылыстану ғылымдарының бір бөлігі бола отырып, Физика көптеген оқушылар үшін қиын және түсінуі де қиын болуы мүмкін. Дегенмен, зертханалық эксперименттерді пайдалану оқу процесін жеңілдетіп қана қоймайды, сонымен қатар оны қызықты және есте қаларлық етеді. Физика сабақтарын қызықты әрі қолжетімді еруге көмектесетін әдістемені толығырақ қарастырайық.

Зертханалық эксперименттер арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттырудың қарапайым қадамдары:

1. Қызықты эксперименттерді таңдау:

Таңқаларлық және қызығушылық тудыруы мүмкін эксперименттерді қолданыңыз. Мысалы, энергияның сақталу заңдарын немесе магнит өрісінің әсерін көрсету.

2. Практикалық қатысу:

Оқушыларға эксперименттерді өздері жасауға мүмкіндік беріңіз. Белсенді қатысу сияқты қызығушылық тудыратын ештеңе жоқ. Оларға физикалық құбылыстарды «қолдарымен» сезінуге және көруге мүмкіндік беріңіз.

3. Нәтижелерді талқылау:

Әр эксперименттен кейін нәтижелерді талқылаңыз. Оқушылардан неге бұл немесе басқа құбылыс болғанын сұраңыз және оларға өз ойларымен бөлісуге мүмкіндік беріңіз.

4. Нақты өмірмен байланыс:

Физиканың күнделікті өмірде қалай қолданылатынын көрсетіңіз. Мысалы, физика принциптері гаджеттердің, автомобильдердің немесе тіпті ас үй құрылғыларының жұмысының негізінде қалай жатқанын түсіндіріңіз.

5. Шығармашылық тапсырмалар:

Оқушыларға тәжірибе жасауға және өз тәжірибелерін жасауға мүмкіндік беріңіз. Бұл оларды рефлексия мен зерттеуге итермелеуі мүмкін.

6. Технологияны қолдану:

Физикалық процестерді модельдеу үшін компьютерлік бағдарламалар сияқты заманауи технологияларды енгізіңіз. Бұл қызықты ғана емес, сонымен қатар тәрбиелік болуы мүмкін.

7. Топтық жұмыс:

Топтық жұмысты ынталандырыңыз. Сыныптастармен өзара әрекеттесу сабақтарды қызықты етіп, тәжірибені байыта алады.

8. Эмоционалды қатысу:

Оқушыларға өз әсерлерімен бөлісуге мүмкіндік беріңіз. Физика қалай қызықты және көңілді болатынын атап өтіңіз.

9. Тұрақты мотивация:

Белсенді қатысқаны үшін мадақтау және марапат жүйесін құрыңыз. Мотивация оқуда маңызды рөл атқарады, сондықтан оқушылардың қызығушылығын шағын сыйлықтар немесе жақсы нәтижелер үшін ынталандыру арқылы арттырыңыз.

10. Білімді Практикалық Қолдану:

Зертханалық эксперименттер арқылы алынған білімнің практикалық қолданылуына баса назар аударыңыз. Физика болашақ кәсіби өмірде қалай пайдалы болатынын көрсетіңіз.

Зертханалық эксперименттер арқылы физикаға қызығушылықты арттыру мұқият жоспарлауды және оқушылардың қажеттіліктеріне назар аударуды қажет етеді. Оқытудың белсенді, практикалық әдістері балаларға физика әлемін жақсы түсінуге және қызығушылық танытуына көмектеседі.

### Талдау мен нәтижелер

Шамамен есептеулерді зерттеудің ұсынылған әдістемесі 5-сыныптан бастап негізгі мектепте шектеу әдісін қолдану тұжырымдамасына негізделген. 6-сыныпты аяқтағаннан кейін оқушылар келесі нәтижелерге қол жеткізуі керек:

- Жуықтау мәндерін тану және мысалдар келтіру, оларды екілік теңсіздіктер түрінде жазу және оқу, сондай-ақ координаталық сәуледе және түзуде жуықтау мәндерін табу және сәйкес белгілеу дағдылары.

- Жуықтау мәнінің дәлдікке жақындық дәрежесін талдау, бірнеше жуықтау мәндерін салыстыру және кейбір жағдайларда оларды табу.

- Шамамен мәндерді қосу, азайту, көбейту және бөлу дағдыларын меңгеру.

7-сыныптың басында оқушылар жақын білімнің негізгі көздері туралы идеяларды жүйелеп, олардың жазылуымен шартты теңдік түрінде танысуы керек. Әрі қарай, 7-сынып ішінде оқушылар жақын мәндерді бүтін көрсеткішпен дәрежеге көтеру дағдыларын меңгереді [7]. Осы кезеңде олар дәлдік пен салыстырмалы дәлдік сияқты жуықтау мәндерінің сандық және сапалық сипаттамалары ұғымымен танысады. Олар сондай-ақ математикадағы практикалық және қолданбалы есептерді, соның ішінде оқу әдебиеттеріндегі қателер деп аталатын абсолютті және салыстырмалы қатені шешуде осы сипаттамаларды табу және қолдану қабілетін дамытады.

Практикалық өлшеулердің нәтижелерін орналастыру тәсілі, оларды жуықтау мәндерінің қайнар көздерінің бірі ретінде қарастырады және оларды қос теңсіздіктер мен шартты теңдіктер түрінде жазады, физика бойынша оқу-әдістемелік әдебиеттерде келтірілген тұжырымдарға сәйкес келеді. Өлшеу нәтижесі физикалық шаманың шынайы мәнін бағалау болып табылады. Бұл тұрғыда шын мәннің өзі де, оның қателігі де әдетте сенімділік интервалымен сипатталады, оның шегінде физикалық шаманың шын мәні белгілі бір сенімділікпен болады.

Жүйелік, кездейсоқ, әдістемелік, аспаптық және басқалар сияқты практикалық өлшеу процесінде қателіктердің барлық түрлерін есепке алу метрологияда зерттелетін күрделі процесс болып табылады.

7-сыныпта оқу барысында мектеп математика курсына дәлдік деп те аталатын абсолютті қатенің шекті мәні ретінде оқушылар өлшеу үшін пайдаланылатын аспаптың бөлу бағасының мәнін, ал цифрлық санақ аспаптары үшін индикатордың соңғы цифрлық разрядының жартысын оңайлатылған түрде қабылдайды [2].

Осындай ойларға сүйене отырып, 7-сынып оқушылары зертханалық жұмыстарды орындау кезінде практикалық өлшеулерден алынған физикалық шамалар мәндерінің шамамен сипатын қалай ескеруі керек екендігі туралы мысалдар келтірілген. Мысалдар қолданыстағы оқулықтардан алынған [5].

Бұл зертханалық жұмыстар Түркістан облысы, Төле би мектебінің 7 «А» сынып оқушыларымен жүргізілді. Зертханалық эксперименттерді қолдану физикаға деген қызығушылыққа қаншалықты әсер ететінін білу үшін біз оқушылардың екі тобының оқу жетістіктерін қарастырдық:

1-топ. Физика сабақтарында зертханалық жұмыстарды пайдаланбаған оқушылар (10 оқушы).

2-топ. Физика сабақтарында зертханалық жұмыстарды пайдаланған оқушылар (11 оқушы).

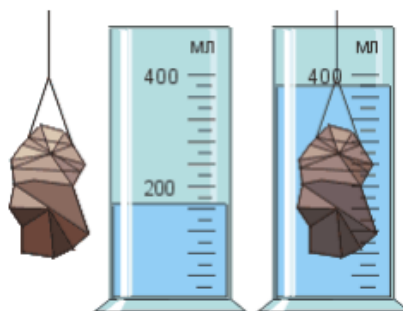
Зерттеуге сыныптағы барлық 21 оқушы қатысып, өз нәтижелерімен бөлісті. Зерттеу барысында оқушылар алған нәтиженің орташа мәні көрсетілді. Зертханалық жұмыс келесідей тақырыптарды қамтыды:

*Зертханалық жұмыс тақырыбы:*

Мұғалім оқушыларды тақырыпқа енгізеді, зертханалық жұмыстың мақсатын түсіндіреді, қажетті жабдықтар туралы ақпарат береді және қатты денелердің көлемін өлшеу бойынша тиісті теориялық ақпарат береді.

Бірінші тақырып: тұрақты емес геометриялық пішінді денелердің көлемін анықтау

1. Оқушылар әртүрлі бөлу бағалары бар өлшеуіш цилиндрлерді қолдана отырып, екі түрлі тұрақты геометриялық денелердің көлемін өлшейді (1-суретті қараңыз). Содан кейін олар өлшеу нәтижелерін тиісті кестеге жазады (1-кестені қараңыз).



1-сурет – Денелердің көлемін анықтау

1-кесте – Өткізілген тәжірибе нәтижесі

Өлшеуіш цилиндр	Судың бастапқы көлемі, мл	Судың және дененің көлемі, мл	$V_1$ және $V_2$ көлем айырмасы	Дене көлемі $V$
20 мл	$150 \leq V_1 \leq 170$	$370 \leq V_2 \leq 390$	$190 \leq V \leq 230$	$V = 220 \pm 20$ мл
1 мл	$38 \leq V_1^* \leq 39$	$47 \leq V_2^* \leq 48$	$7 \leq V^* \leq 9$	$V^* = 9 \pm 1$ мл

2. 1-кестедегі соңғы екі бағанды толтыру үшін оқушыларға қосымша есептеулер жүргізеді. Олар 5-6 сыныптарда математиканы оқу барысында тиісті ережелер мен схемалар бойынша осындай есептеу дағдыларын үйренді [8].

3. Оқушылар 1-кестені толтырғаннан кейін мұғалім олардың назарын практикалық өлшеулердің нәтижелерін қоса алғанда, шамамен алынған мәндер бойынша операцияларды орындау барысында қателерді жинақтау процесіне аударады:

$$V_1 = 170 \text{ мл} \pm 10 \text{ мл} = \pm 1 \text{ мл}$$

$$V_2 = 390 \text{ мл} \pm 10 \text{ мл} = \pm 2 \text{ мл}$$

$$V = 220 \text{ мл} \pm 20 \text{ мл}$$

Бұл орта мектепте қателік шегі әдісін ықтимал зерттеуге және қолдануға кіріспе бола алады (Біздің зерттеулеріміз тек негізгі мектеппен шектеледі).

Екінші кезең: тұрақты геометриялық пішінді денелердің көлемін өлшеу

4. Оқушылар әртүрлі өлшеуіш цилиндрлерді (бөлу бағасы 20 мл және 1 мл) пайдалана отырып, бірдей денелердің көлемін тұрақты геометриялық пішінде (тікбұрышты параллелепипед пен цилиндр) өлшейді.

5. Оқушылар сызғышты қолдана отырып, бірдей геометриялық пішінді денелердің көлемін (тікбұрышты параллелепипед пен цилиндр) анықтайды және өлшеу нәтижелерін 3-4 кестелерде жазады.

6. 2 және 3-кестелердің соңғы бағандарын толтыру кезінде оқушыларға жуықталған мәндердің шекараларын дөңгелектеу ережелерін еске салу ұсынылады [8].

7. Оқушылар әрбір тұрақты геометриялық дене үшін алынған барлық өлшеу нәтижелерін бөлек кестелерге жазады (5-кесте).

8. Зертханалық жұмысты орындау барысында оқушылар әртүрлі нәтижелерге қол жеткізеді, оларды салыстыру және талдау қажет.

9. Бірдей физикалық шаманы өлшеу нәтижелерін салыстыру кезінде оқушылар келесі ережені басшылыққа алады: сенімділік аралықтары қиылысқан жағдайда нәтижелер арасындағы айырмашылық шамалы және өлшемдер келісілген болып саналады. Әйтпесе, егер аралықтар қиылыспаса, айырмашылық айтарлықтай деп саналады және өлшеу нәтижелері сәйкес келмейді деп айтуға болады.

**2-кесте – Бірдей геометриялық пішінді денелердің көлемі**

Өлшенген дене	Өлшеуіш цилиндр	Судың бастапқы көлемі $V_1$ , мл	Судың және дененің көлемі, мл	$V_1$ және $V_2$ көлем айырмасы	Дене көлемі $V$
Параллелепипед	20 мл	$310 \leq V_1 \leq 330$	$330 \leq V_2 \leq 350$	$0 \leq V \leq 30$	$V = 25 \pm 25$ мл
	1 мл	$13 \leq V_1 \leq 14$	$28 \leq V_2 \leq 29$	$10 \leq V \leq 12$	$V = 11 \pm 1$ мл
Цилиндр	20 мл	$320 \leq V_1 \leq 340$	$350 \leq V_2 \leq 370$	$10 \leq V \leq 50$	$V = 30 \pm 20$ мл
	1 мл	$10 \leq V_1 \leq 11$	$39 \leq V_2 \leq 40$	$18 \leq V \leq 20$	$V = 19 \pm 1$ мл

**3-кесте – Бірдей геометриялық пішінді денелердің өлшеу нәтижелері (параллелепипед)**

Өлшенген дене	Дене ұзындығы $l$ , см	Дененің ені $d$ , см	Дененің биіктігі $h$ , см	Дене көлемі $V$ , см <sup>3</sup> (қос теңсіздік түрінде)	Дене көлемі $V$ , см <sup>3</sup> (шартты теңдік түрінде)
Параллелепипед	$2,5 \leq l \leq 2,6$	$2,5 \leq d \leq 2,6$	$3,5 \leq h \leq 3,9$	$21,875 \leq V \leq 26,364$	$V = 16,62 \pm 2,1$ мл

**4-кесте – Бірдей геометриялық пішінді денелердің өлшеу нәтижелері (цилиндр)**

Өлшенетін дене	Радиус $R$ , см	Биіктігі $h$ , см	Дене көлемі $V$ , см <sup>3</sup> (қос теңсіздік түрінде)	Дене көлемі $V$ , см <sup>3</sup> (шартты теңдік түрінде)
Цилиндр	$1,2 \leq R \leq 1,3$	$4,0 \leq h \leq 4,1$	$28,26 \leq V \leq 32,96$	$V = 30,61 \pm 35,2$ мл

**5-кесте – Әрбір тұрақты геометриялық дене үшін алынған барлық өлшеу нәтижелері**

Өлшеу құралы	Өлшеуіш цилиндр бөлімдері	Параллелепипед	Цилиндр
Өлшеуіш цилиндр	20 мл	$V = 20 \pm 20$ мл	$V = 30 \pm 20$ мл
Өлшеуіш цилиндр	1 мл	$V = 15 \pm 1$ мл	$V = 29 \pm 1$ мл
Линейка	0,1 см	$V = 16,62 \pm 1,02$ см <sup>3</sup>	$V = 30,61 \pm 2,35$ см <sup>3</sup>

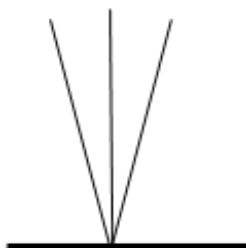
10. Оқушылар өз өлшемдерінің сенімділік аралықтарын координаталық сызықта көрсетеді (2-сурет) және олар өзара келісілген деген қорытындыға келеді.

11. Қолданыстағы оқулықтардың бірінде ұсынылған әдістемеге сәйкес жүргізілген эксперимент нәтижелеріне талдау жүргізу ұсынылады [7]. Атап айтқанда, қатты денелердің көлемін өлшеудің әртүрлі әдістерін талдау; осы әдістердің қайсысы әмбебап екенін және неге екенін анықтау; алынған мәліметтердің дәлдігіне қандай факторлар әсер ететінін зерттеу.



*Зертханалық жұмыстың тақырыбы:* жалпақ айна көмегімен жарықтың шағылысу заңдылықтарын зерттеу. Мұғалім оқушыларды тақырыпқа енгізеді, жұмыстың мақсатын түсіндіреді, қажетті жабдықтар мен тиісті теориялық аспектілер туралы ақпарат береді.

Жұмыстың барысы: 1. Оқушылар жабдықты (жарықшақ экраны, жалпақ айна, жарық көзі) қағаз парағына орналастырады [1, 200-б.] және жарық сәулесінің түсу нүктесінде сәулелердің (түсетін және шағылысқан) жүруін және айнаға перпендикулярды қоса алғанда, тиісті құрылыстарды орындайды.



**2-сурет. Түскен және сынған сәуле мәндерін анықтау**

2. Транспортирді қолдана отырып, оқушылар жарықтың түсу бұрыштарын және шағылысуын өлшейді, оларды транспортирдің бөліну бағасын ескере отырып кестеге жазады (6-кесте). Тәжірибе бес рет қайталанады.

3. Әрбір тәжірибе үшін оқушылар түсу бұрышы мен шағылысу бұрышын сәйкестендіреді. Тиісті сенімділік интервалдарының қиылысы туралы ақпарат кестеге енгізіліп, қорытынды жасалады.

Оқушылар эксперимент нәтижелеріне талдау жасайды. Өз бетінше немесе мұғалімнің қолдауымен олар құрылыстарды орындау кезінде кейбір дәлсіздіктер туындауы мүмкін деген қорытындыға келеді, мысалы, жарық сәулесін шын мәнінде кеңірек салу кезіндегі ауытқулар және т.б. Үшінші және төртінші тәжірибелерде мұндай дәлсіздіктер шамалы болды, бұл нәтижелерді келісілген деп санауға мүмкіндік береді. Бесінші тәжірибеде бұл дәлсіздіктер анағұрлым маңызды болды, бұл құрылымдардың өрескел орындалуын көрсетеді [9]. Сондықтан алынған нәтижелерді сақтықпен қарау керек және құрылыстар мен өлшемдерді мұқият орындай отырып, тәжірибені қайталау ұсынылады.

**6-кесте – Жарықтың түсуіне жасалған тәжірибе**

	Түсу бұрышы, °	Шағылу бұрышы, °	Түсу және шағылу бұрыштарын салыстыру	Қорытынды
1	15°±1°	15°±1°	∠AOB = ∠BOC	Жарықтың шағылысу Заңы орындалады: түсу бұрышы шағылысу бұрышына тең.
2	33°±1°	33°±1°	∠AOB = ∠BOC	
3	53°±1°	54°±1°	∠AOB ≈ ∠BOC	Түсу бұрышы мен шағылысу бұрышы арасындағы айырмашылық аз, сондықтан біз оларды шамамен тең деп санауға болады. Сондықтан жарықтың шағылысу заңы орындалады.
4	42°±1°	43°±1°	∠AOB ≈ ∠BOC	
5	31°±1°	36°±1°	∠AOB ≠ ∠BOC	Түсу бұрышы мен шағылысу бұрышы арасындағы айтарлықтай айырмашылық бар.

Оқушылар 7-сыныпта және негізгі мектептің басқа сыныптарында шешетін физика есептерінде көп жағдайда шамамен алынған мәліметтер қолданады. Зертханалық жұмыс

кезіндегі өлшеу нәтижелерінің айырмашылығы, бұл деректердің шамамен сипаты әрдайым айқын бола бермейтінін растайды. Дәстүр бойынша, мектептегі физика курсында жуықтап есептеудің негізгі әдісі ретінде маңызды сандарды санау ережелерін орналастырған кезде, есептер жуықталған деректердің дәлдігін нақтылауды сирек қамтиды. Физиканы оқуда жуықтау есептеулерінде маңызды рөл атқаратын шекара әдісінің контекстінде есептерде жуықтау мәндерінің дәлдігінің сандық мәні жиі көрсетілуі керек. Негізгі мектепте шамамен есептеулерді зерттеудің ұсынылған әдістемесінің тиімділігін зерттеу кезінде, әсіресе физикалық есептерді шешу кезінде біз тапсырмалардың шарттарын талдап, дәлдік туралы қосымша мәліметтер енгіздік [7].

Зертханалық эксперимент арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыруға ықпал ету:

- Зертханалық жұмыстар оқушылар үшін қызықты және түсінікті құбылыстар мен процестерді зерттеуге бағытталуы керек;

- Оқушыларға зертханалық жұмыстарды таңдауды ұсыну керек, сонда олар өздерін қызықтыратындарды таңдай алады;

- Зертханалық жұмыстар оқушылардың өз бетінше зерттеуін қамтуы тиіс;

- Оқушылар зертханалық жұмыстарды орындау нәтижелері бойынша уақтылы және сапалы кері байланыс алуы тиіс [10].

Оқушылардың физикаға қызығушылығын арттыру үшін зертханалық эксперимент ұйымдастыру бойынша:

- Заманауи техникалық оқыту құралдарын пайдалану зертханалық экспериментті көрнекі және қызықты етуге мүмкіндік береді;

- Жарыс немесе ойын оқушылардың зертханалық жұмыстарды орындауға деген ынтасын арттыруға көмектеседі;

- Шығармашылық тапсырмалар оқушыларға өз қабілеттерін көрсетуге және шығармашылық әлеуетін ашуға мүмкіндік береді [11].

Зертханалық экспериментті ұйымдастыру:

- Оқытудың белсенді әдістері оқушыларға зертханалық эксперименттің белсенді қатысушылары болуға мүмкіндік береді;

- Оқытудың заманауи техникалық құралдары Зертханалық экспериментті көрнекі және қызықты етуге мүмкіндік береді;

- Жобалық қызмет оқушыларға алған білімдері мен дағдыларын нақты мәселелерді шешуде қолдануға мүмкіндік береді [12].

Зертханалық эксперимент арқылы оқушыларды біз төмендегідей бағаладық:

Білім: біз зерттеу барысында зерттелген тақырыптар бойынша оқушылардың білімін тексердік.

Түсіну: біз оқушылардың физикалық ұғымдар мен заңдарды қаншалықты жақсы түсінетінін бағаладық.

Дағдылар: біз оқушылардың есептерді шешу, эксперименттер жүргізу және деректерді талдау сияқты дағдыларын бағаладық.

Қызығушылық: біз сауалнамалар арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын артқанына көз жеткіздік.

Анықтау үшін статистикалық әдістер қолданылды. Яғни реттілік шкаласы бойынша  $\chi^2$  критерийінің (порядковая шкала) статистикасының көмегімен талданды.  $\chi^2$  критерийінің статистикалық мәнін (1) формула арқылы есептейміз:

$$\chi^2_{эмп} = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}} \quad (1)$$

Мұндағы  $N, M$  - бірінші және екінші топ оқушыларының жалпы сандары.

Зертханалық эксперимент арқылы оқушылардан біз төмендегідей нәтиже алдық:

Білім: зертханалық жұмыстарды пайдаланған 2-топ оқушылары 1-топпен салыстырғанда жоғары білім көрсетті.

Түсіну: 2-топта физикалық ұғымдар мен заңдар туралы тереңірек түсінік болды.

Дағдылар: 2-топ оқушылары есептерді шешуде, эксперименттер жүргізуде және деректерді талдауда жақсырақ болды.

Қызығушылық: физикаға деген қызығушылық деңгейі 1 топпен салыстырғанда 2-топта айтарлықтай өсті.

**7-кесте – Сауалнаманың (оқушылардың білімі, түсінуі, дағдысы, қызығушылығы) сандық және пайыздық көрсеткіші**

Топ	1-топ, бастапқы (10 оқушы)		2-топ, бастапқы (11 оқушы)		1-топ, кейінгі (10 оқушы)		2-топ, кейінгі (11 оқушы)	
	сандық	пайыздық	сандық	пайыздық	сандық	пайыздық	сандық	пайыздық
Жоғары	2	20	2	18,2	3	30	6	54,5
Орта	4	40	4	36,4	5	50	4	36,4
Төмен	4	40	5	45,4	2	20	1	9,1

Қорыта айтқанда, зерттеу физика сабақтарында зертханалық эксперименттерді қолдану оқушылардың білімін, түсінігін, дағдыларын және пәнге қызығушылығын арттырудың тиімді әдісі екенін көрсетті.

Бұл бір ғана зерттеу болды және бұл нәтижелерді растау үшін көбірек зерттеулер жүргізу қажет. Зертханалық жұмыстың тиімділігі эксперименттердің сапасы, мұғалімнің дайындығы және оқушылардың мотивациясы сияқты әртүрлі факторларға байланысты болуы мүмкін.

Бұл жұмыстар оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыру үшін зертханалық эксперименттерді қолданудың әртүрлі аспектілерін қарастырды. Авторлар зертханалық эксперимент оқушылардың танымдық белсенділігін арттырудың, олардың пәнге деген қызығушылығын дамытудың, ғылыми дүниетанымды қалыптастырудың тиімді құралы екенін атап өткен. Жалпы, физика сабақтарында зертханалық эксперименттерді пайдалану оқушылар үшін оқуды тиімдірек және қызықты ете алатын пайдалы құрал болып табылады.

**Қорытынды**

Қорытындылай келе, зертханалық эксперименттер арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыру маңызды және тиімді тәсіл деп айтуға болады. Қызықты және қол жетімді эксперименттер жүргізу оқушылардың қызығушылығын оятады, сабақтарды практикалық және есте қаларлық етеді. Оқушылардың белсенді қатысуы үшін жағдай жасау, нәтижелерді талқылау, нақты өмірмен байланысты көрсету және заманауи технологияларды қолдану маңызды. Топтық жұмыс, шығармашылық тапсырмалар және эмоционалды қатысуды қолдау да шешуші рөл атқарады. Білімді үнемі ынталандыру және практикалық қолдануға баса назар аудару оқушылардың физикаға деген қызығушылығын

сақтауға көмектеседі. Бұл тәсіл тек оқуға ғана емес, жалпы ғылымға деген оң көзқарасты қалыптастыруға да ықпал етеді.

Қазіргі білім беруде физика сияқты ғылыми пәндерге оқушылардың қызығушылығын арттыру әдістеріне ерекше назар аударылады. Зертханалық эксперименттер мектеп оқушыларының назарын осы күрделі, бірақ қызықты пәнге аударудың негізгі құралына айналады. Бұл тұрғыда зертханалық эксперименттер арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыру маңызды және тиімді оқыту стратегиясын білдіреді.

Зерттеу көрсеткендей, негізгі мектепте физиканы оқытудың ұсынылған әдістемесі тиімді. Оқушылар осы тәсілді қолдана отырып, өлшеу нәтижелерінің жақын екенін және сенімділік аралығы бар екенін түсінеді. Олар сондай-ақ өлшеу нәтижелерін дұрыс жазуды және деректердің дәйектілігі туралы қорытындыларды бөлу үшін оларды салыстыруды үйренеді. Бұл әдіс эксперимент нәтижелерін талдауға және деректердің дәлдігіне әсер ететін факторларды анықтауға көмектеседі.

Бұл әдісті қолдану оқушылардың негізгі құзыреттіліктерін қалыптастыруға ықпал етеді. Олар ғылыми-зерттеу жұмыстарының дағдыларын дамытады, соның ішінде сұрақтар қою, гипотеза жасау, эксперименттер жүргізу және нәтижелерді талдау. Сондай-ақ, жаратылыстану-ғылыми білім беру саласында құзыреттіліктер қалыптасады, онда оқушылар есептерді шешу үшін физикалық құбылыстар туралы білімді қолданады және ақпараттық мәдениет саласында әртүрлі ақпарат көздерімен жұмыс істеу қабілетін дамытады.

Физиканы оқытудағы Әдістеменің тиімділігін арттыру үшін тақырыпты шамамен алынған мәндерді түсіндіруден бастау ұсынылады. Оқушыларға физикалық шамаларды өз бетінше өлшеп, нәтижелерді салыстыра алатындай етіп өлшеу нәтижелерін жазуға және зертханалық жұмыстарды жүргізуге үйрету керек. Зертханалық жұмыстардың нәтижелерін талқылау деректерді талдау дағдыларын дамытуға және өлшеу дәлдігі туралы қорытынды жасауға көмектеседі. Болашақта өлшеу қателіктерін ескере отырып, күрделі мәселелерді шешу үшін техниканы қолдануға болады.

Бұл жұмыс маңызды, өйткені біз мұғалімдер мен оқушыларға физиканы қызықты етуге көмектескіміз келеді. Біз зертханалық жұмыстарды барлығына қолжетімді ету үшін практикалық кеңестер береміз. Біздің идеяларымыз оқушыларға физикаға ынталы болуға және оқуды қызықты шытырман оқиғаға айналдыруға көмектеседі деп үміттенеміз.

Нәтижесінде, бұл зерттеу оқытушылардың әдістемелік арсеналын байыта отырып және оқушылардың зертханалық эксперименттердің практикалық және визуалды компоненті арқылы физика пәніне тұрақты қызығушылық пен оң көзқарасты қалыптастыруға ықпал ететін білім беру практикасы саласына маңызды үлес болып табылады.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Генденштейн Л.Е. Физика, 7 кл.: учебник для средних общеобразовательных школ. – Харків: Гімназія, 2007. – 208 с.
2. Shektibayev N., Sarybaeva A.Kh., Turalbayeva A., Anarbayev A.K., Ramankulov Sh. Zh., Turmambekov T.A., Berkimbayev M.O., Batyrbekova A. Zh. A model of the future teachers' professional competence formation in the process of physics teaching // Man In India. – 2017. – V. 97, Iss. 11. – P. 517–529.
3. Ramankulov Sh., Sultanbek M., Berkimbaev K., Meirbekova G., Ussenov S., Zhasuzakova M., Shektibayev N. Didactic Conditions of Implementation of ICT in the Formation of Creativity of Future Teachers of Physics // Asian Social Science. – 2015. – Vol. 11, No 28. – P. 51–57.
4. Савчук В.П. Обработка результатов измерений. Физическая лаборатория: уч. пособие для студ. вузов. – Одесса: ОНПУ, 2002. – 54 с.
5. Слепкань С.И. К проблеме изучения приближенных вычислений в школе // Математика в школе. – 2006. – №10. – С. 8–10.

6. Коршак Е.В., Ляшенко А.И., Савченко В.Ф. Физика, 7 кл.: учебник для общеобразовательных учебных заведений. – Киев: Перун, 2002. – 168 с.
7. Божинова Ф.Я., Кирюхин М.М., Кирюхина А.А. Физика, 7 класс: учебник. – Харків: Видво «Утро», 2007. – 192 с.
8. Сапожник И.О., Клиндухова В.Н. Приближенные вычисления на уроках математики. – Киев: Школьный мир, 2010. – 128 с.
9. [Электронды ресурс]. URL: <http://www.fizika.ru/laborant/index.php?theme=01&id=01301> (қаралған күні 15.02.2024)
10. Абрамова Н.В. Использование лабораторных работ для повышения интереса учащихся к изучению физики: дис. ... канд. пед. наук. – М., 2019. – 180 б.
11. Воробьев А.А. Лабораторный эксперимент в физике как средство повышения интереса учащихся к предмету: дис. ... канд. пед. наук. – М., 2019. – 208 б.
12. Литвинчук В.А. Использование лабораторного эксперимента для повышения интереса учащихся к изучению физики: дис. ... канд. пед. наук. – Минск, 2019. – 196 б.

### REFERENCES

1. Gendenshtein L.E. Fizika, 7 kl.: uchebnik dlia srednih obsheobrazovatelnyh shkol [Physics, 7th grade: textbook for secondary schools]. – Harkiv: Gimnazia, 2007. – 208 s. [in Russian]
2. Shektibayev N., Sarybaeva A.Kh., Turalbayeva A., Anarbayev A.K., Ramankulov Sh.Zh., Turmambekov T.A., Berkimbayev M.O., Batyrbekova A.Zh. A model of the future teachers' professional competence formation in the process of physics teaching // Man In India. – 2017. – V. 97, Iss. 11. – P. 517–529.
3. Ramankulov Sh., Sultanbek M., Berkimbaev K., Meirbekova G., Ussenov S., Zhasuzakova M., Shektibayev N. Didactic Conditions of Implementation of ICT in the Formation of Creativity of Future Teachers of Physics // Asian Social Science. – 2015. – Vol. 11, No 28. – P. 51–57.
4. Savchuk V.P. Obrabotka rezultatov izmereniy. Fizicheskaiia laboratoria: uch. posobie dlia stud. Vuzov [Processing of measurement results. Physical laboratory: a textbook for students. universities]. – Odessa: ONPU, 2002. – 54 s. [in Russian]
5. Slepkan S.I. K probleme izuchenia priblijennyh vychisleniy v shkole [On the problem of studying approximate calculations at school] // Matematika v shkole. – 2006. – №10. – S. 8–10. [in Russian]
6. Korshak E.V., Liashenko A.I., Savchenko V.F. Fizika, 7 kl.: uchebnik dlia obsheobrazovatelnyh uchebnyh zavedeniy [Physics, 7th grade: textbook for general education institutions]. – Kiev: Perun, 2002. – 168 s. [in Russian]
7. Bojinova F.Ia., Kiriuhin M.M., Kiriuhina A.A. Fizika, 7 klass: uchebnik [Physics, 7th grade: textbook]. – Harkiv: Vidvo «Utro», 2007. – 192 s. [in Russian]
8. Sapojnik I.O., Klinduhova V.N. Priblijennye vychislenia na urokah matematiki [Approximate calculations in math lessons]. – Kiev: Shkolnyi mir, 2010. – 128 s. [in Russian]
9. [Electronic resource]. URL: <http://www.fizika.ru/laborant/index.php?theme=01&id=01301> (date of access: 15.02.2024)
10. Abramova N.V. Ispolzovanie laboratornyh rabot dlia povyshenia interesa uchashihsia k izucheniu fiziki: dis. ... kand. ped. nauk. [The use of laboratory work to increase students' interest in the study of physics: dis.]. – M., 2019. – 180 b. [in Russian]
11. Vorobiev A.A. Laboratornyi eksperiment v fizike kak sredstvo povyshenia interesa uchashihsia k predmetu: dis. ... kand. ped. nauk. [Laboratory experiment in physics as a means of increasing students' interest in the subject: dis.]. – M., 2019. – 208 b. [in Russian]
12. Litvinchuk V.A. Ispolzovanie laboratornogo eksperimenta dlia povyshenia interesa uchashihsia k izucheniu fiziki: dis. ... kand. ped. nauk. [Using a laboratory experiment to increase students' interest in studying physics: dis.]. – Minsk, 2019. – 196 b. [in Russian]