

ФИЗИКА

ӘОЖ 37.016:53;

МҒТАР 29.03.31

<https://doi.org/10.47526/2023-3/2524-0080.04>

Н. А. ШЕКТИБАЕВ¹, Б. СПАБЕК²

¹*PhD, аға оқытушы Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ түрік университеті,
(Қазақстан, Түркістан), e-mail: Nurdaulet.Shektibaev@ayu.edu.kz*

²*7M01506-Физика педагогтерін даярлау мамандығының I курс магистранты
Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ түрік университеті, (Қазақстан, Түркістан), e-mail: Bekbolatspabek@gmail.com*

ОПТИКА БӨЛІМІН ОҚЫТУДАҒЫ НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕР

Аңдатпа. «Оптика бөлімін оқытудағы негізгі мәселелер» тақырыбы осы салада алдын ала тәжірибесі немесе білімі жоқ болашақ мамандарға оптиканы тиімді оқытудың әртүрлі тәсілдері мен стратегияларын зерттеуді қамтиды. Бұл тақырып маңызды, өйткені оптика физиканың негізгі аспектісі болып табылады және медицина, инженерия және телекоммуникация сияқты көптеген салаларда қолданылады. Оптиканы бастапқы деңгейден бастап оқытудың мақсаты - болашақ мамандарды оптиканың негізгі принциптерін және олардың әртүрлі салаларда қалай қолданылатынын түсінуге көмектеседі.

Оптиканы бастапқы деңгейден бастап оқытуда қолданылатын негізгі әдістердің кейбірі болашақ мамандарға тұжырымдамаларды визуализациялауға көмектесу үшін практикалық демонстрациялар мен эксперименттерді, болашақ мамандарға сыни ойлау мен проблемаларды шешу дағдыларын дамытуға көмектесу үшін проблемалық оқытуды және оқу процесін жақсарту үшін модельдеу және интерактивті бағдарламалық қамтамасыз ету сияқты технологияларды пайдалануды қамтиды.

Осы саладағы зерттеулер тиімді оқыту әдістерін анықтауға және оптиканы нөлден бастап оқытудың инновациялық Стратегияларын жасауға бағытталған. Осы тақырып бойынша әдебиеттер әртүрлі оқыту әдістері мен технологияларын пайдалануды зерттейтін зерттеулерді, сондай-ақ болашақ мамандардың оқу деңгейі мен белсенділігін арттырудағы осы тәсілдердің тиімділігін зерттейтін зерттеулерді қамтиды.

Сонымен қатар, оптиканы нөлден оқыту тақырыбы физикалық білім берудегі әртүрлілік пен инклюзияны арттыру мәселесін шешу үшін маңызды. Көптеген болашақ мамандар, әсіресе аз қамтылған топтардан, физика бойынша алдын ала білімі немесе тәжірибесі болмауы мүмкін және физика курстарына қол жеткізу және оларды сәтті аяқтау кезінде кедергілерге тап болуы мүмкін. Оптиканы нөлден оқытудың тиімді стратегиялары бұл олқылықты жоюға және барлық болашақ мамандарға физика саласында берік негіз беруге көмектеседі.

Кілт сөздер: Оптика бойынша білім беру, оптиканы оқыту әдістері, оптика бойынша эксперименттер, оптика бойынша демонстрациялар, оптика бойынша интерактивті оқыту, оптика бойынша білім берудегі компьютерлік модельдеу

Н. А. Шектибаев¹, Б. Спабек²

¹*PhD, старший преподаватель, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави (Казахстан, Туркестан), e-mail: Nurdaulet.Shektibaev@ayu.edu.kz*

²*Магистрант I курса специальности 7M01506-подготовка физических педагогов Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави (Казахстан, Туркестан), e-mail: Bekbolatspabek@gmail.com*

Основные вопросы обучения оптике

Аннотация. «Основные вопросы обучения оптике» предполагает изучение различных подходов и стратегий для эффективного преподавания оптики ученикам, у которых нет предварительного опыта или знаний в этой области. Эта тема важна, поскольку оптика является фундаментальным аспектом физики и используется в самых разных областях, включая медицину, инженерное дело и телекоммуникации. Цель преподавания оптики с нуля - помочь ученикам понять основные принципы оптики и то, как они применяются в различных областях.

Некоторые из ключевых методов, используемых при обучении оптике с нуля, включают использование практических демонстраций и экспериментов, чтобы помочь ученикам визуализировать концепции, проблемное обучение, чтобы помочь ученикам развить критическое мышление и навыки решения проблем, а также использование технологий, таких как моделирование и интерактивное программное обеспечение, для улучшения процесса обучения.

Исследования в этой области были сосредоточены на выявлении эффективных методов обучения и разработке инновационных стратегий обучения оптике с нуля. Литература по этой теме включает исследования, в которых исследуется использование различных методов и технологий обучения, а также те, в которых исследуется эффективность этих подходов в повышении уровня обучения и вовлеченности учащихся.

Кроме того, тема преподавания оптики с нуля важна для решения проблемы увеличения разнообразия и инклюзивности в физическом образовании. Многим ученикам, особенно из недопредставленных групп, не хватает предварительных знаний или бэкграунда в области физики, и они могут столкнуться с препятствиями при доступе к курсам физики и достижении успеха на них. Эффективные стратегии обучения оптике с нуля могут помочь преодолеть этот разрыв и обеспечить всем учащимся прочную основу в области физики.

Ключевые слова: Образование по оптике, методы преподавания оптики, эксперименты по оптике, демонстрации оптики, интерактивное обучение оптике, компьютерное моделирование в образовании по оптике

N. A. Shektibaev¹, B. Spabek²

¹*PhD, Senior lecturer, Khoja Ahmed Yasawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan, Turkestan), e-mail: Nurdaulet.Shektibaev@ayu.edu.kz*

²*1st year master's student of the specialty 7M01506-Physics Teacher Training International Kazakh Turkish university named after Khoja Ahmed Yasawi (Kazakhstan, Turkestan), e-mail: BekbolatSpabek@gmail.com*

Basic questions of optics training

Abstract. «Basic Questions of Optics Training» involves the study of various approaches and strategies for effective teaching of optics to students who do not have prior experience or knowledge in this field. This topic is important because optics is a fundamental aspect of physics and is used in a variety of fields, including medicine, engineering, and telecommunications. The aim of teaching optics from scratch is to help students understand the basic principles of optics and how they are applied in different areas.

Some of the key methods used in teaching optics from scratch include using hands-on demonstrations and experiments to help students visualize the concepts, problem-based learning to help students develop critical thinking and problem-solving skills, and the use of technology, such as simulations and interactive software, to enhance the learning experience.

Research in this field has focused on identifying effective teaching methods and developing innovative strategies for teaching optics from scratch. The literature on this topic includes studies

that explore the use of different teaching methods and technologies, as well as those that investigate the effectiveness of these approaches in enhancing student learning and engagement.

Furthermore, the topic of teaching optics from scratch is important for addressing the challenge of increasing diversity and inclusivity in physics education. Many students, particularly those from underrepresented groups, may lack the prior knowledge or background in physics and may face barriers in accessing and succeeding in physics courses. Effective strategies for teaching optics from scratch can help to bridge this gap and provide all students with a strong foundation in physics.

Keywords: Optics education, optics teaching methods, optics experiments, optics demonstrations, interactive optics learning, computer simulations in optics education.

Кіріспе

«Оптиканы нөлден қалай үйрету керек» мұғалімдерге болашақ мамандарды осы күрделі пәнмен көңілді және тиімді таныстыруға көмектесетін көптеген стратегиялар мен ресурстарды қамтиды. Бұл әдістер негіздерден бастауды, нақты эксперименттер жүргізу үшін ұқсастықтар мен көрнекі материалдарды пайдалануды, нақты мәселелерді шешуді және зерттеуге негізделген оқытуды ынталандыруды қамтуы мүмкін. Сондай-ақ болашақ мамандардың математика мен физиканың негізгі ұғымдарын нақты түсінуі және оқыту әдістерін оқытудың әртүрлі стильдеріне бейімдеуі маңызды. Нақты қолданбаларға қосылу арқылы мұғалімдер болашақ мамандарға оптиканың өзектілігі мен маңыздылығын түсінуге көмектеседі. Сайып келгенде, оптиканы нөлден бастап тиімді оқыту шығармашылықты, шыдамдылықты және жеке болашақ мамандардың қажеттіліктеріне бейімделуге дайын болуды талап етеді.

Оптиканы нөлден сәтті оқыту үшін мұғалімдер де тақырыпты жақсы меңгергеніне көз жеткізуі керек. Бұл негізгі тұжырымдамаларды қайта қарауды және осы саладағы жаңа әзірлемелер мен жаңалықтармен танысуды қамтуы мүмкін. Мұғалімдер сонымен қатар оқулықтар, бейнежазбалар, машиналар және бағдарламалық жасақтама сияқты қол жетімді ресурстар мен құралдармен таныс болуы керек.

Оптиканы нөлден үйренудің тағы бір маңызды аспектісі-ынтымақтастыққа негізделген қолайлы оқу ортасын құру. Бұған ынталандырушы сұрақтар мен пікірталастар, сындарлы кері байланыс беру және қиындықтарға тап болған болашақ мамандарға жеке қолдау көрсету кіруі мүмкін. Позитивті оқу ортасын құру болашақ мамандарға оқуға деген сенімділік пен ынтаны арттыруға мүмкіндік береді. Сондай-ақ болашақ мамандардың Оптика бойынша әртүрлі деңгейдегі алдын ала білімі мен тәжірибесі болуы мүмкін екенін түсіну маңызды. Мұғалімдер осы айырмашылықтарды түсіндіру үшін оқыту әдістері мен жылдамдығын реттеуге дайын болуы керек. Болашақ мамандарға шағын топтарда немесе оқытушылармен бір-бірден жұмыс істеуге мүмкіндік беру де жеке қолдау көрсетудің тиімді әдісі болуы мүмкін. Сонында, мұғалімдер оқу процесін болашақ мамандар үшін жағымды және қызықты етуге тырысуы керек. Бұл ойындарды, басқатырғыштарды және басқа интерактивті әрекеттерді сыныпқа қосуды, сондай-ақ болашақ мамандардың оптикаға деген қызығушылығы мен қызығушылығын арттыру мүмкіндіктерін құруды қамтуы мүмкін. Осылайша, оптиканы нөлден оқыту пәндік білімді, оқытудың тиімді әдістерін және қолайлы оқу ортасын біріктіруді талап етеді. Оқытудың әртүрлі стильдеріне бейімделу және қызығушылық пен зерттеу әрекеттерін дамыту үшін әртүрлі стратегиялар мен ресурстарды пайдалана отырып, мұғалімдер болашақ мамандарға Оптика мен өмір бойы оқуға деген сүйіспеншілікті үйренудің берік негізін қалыптастыруға көмектесе алады.

Оптика-жарықтың мінез-құлқы мен қасиеттерін зерттейтін физика саласы. Оптиканы нөлден оқыту мұғалімдер үшін қиын міндет болуы мүмкін, өйткені ол болашақ мамандарды рефлексия, сыну, дифракция және кедергі сияқты күрделі ұғымдармен таныстыруды

камтиды. Дегенмен, барлық жастағы және білім деңгейіндегі болашақ мамандарға оптиканы тиімді оқыту үшін қолдануға болатын көптеген әдістер мен стратегиялар бар.

Оптикалық білім берудің маңызды аспектілерінің бірі-жарық толқындары мен фокустық диаграммалар сияқты негіздерден бастап, жетілдірілген тұжырымдамаларға көшу керек. Нақыл сөздер мен көрнекі құралдар болашақ мамандарға осы ұғымдарды түсінуге көмектесетін пайдалы құралдар бола алады. Өйткені олар нақтырақ және дерексіз ұғымдармен салыстыруға болады. Тәжірибелік эксперименттер мен сабақтар болашақ мамандардың Жарық қасиеттерін және линзалар мен айналар сияқты оптикалық құралдардың мінез-құлқын түсінуде тиімді болуы мүмкін [1].

Осы стратегиялардан басқа, практикалық есептерді шешу және зерттеуге негізделген оқытуды ынталандыру болашақ мамандарға оптика туралы білімдерін нақты жағдайларға қолдануға және тақырыпты тереңірек түсінуге көмектеседі. Оқытушылар болашақ мамандарға оптика негіздерін меңгеруге және физиканың осы қызықты саласын түсінуге көмектесу үшін әртүрлі оқыту әдістері мен ресурстарын пайдалана алады.

Оптиканы нөлден оқытудың тағы бір маңызды аспектісі-болашақ маманның оптиканың негізінде жатқан математикалық және физикалық ұғымдар туралы нақты түсініктерін қамтамасыз ету. Бұл геометрия, тригонометрия, алгебра және математика сияқты тақырыптарды қамтуы мүмкін. Оқытушылар бұл ұғымдарға нақты түсініктеме беріп, болашақ мамандарға оптикалық тапсырмалар контекстінде оларды қолдануға машықтануға мүмкіндік беруі керек [2].

Оқытудың әртүрлі стильдерін білу және сәйкесінше оқыту әдістерін қолдану маңызды. Кейбір болашақ мамандар көруді үйреніп, диаграммалар мен анимациялардан білімдерін жетілдіре алады, ал басқалары есту қабілетіне көбірек көңіл бөліп, дәрістер мен пікірталастардың нәтижесінде көздеген мақсаттарына жете алады. Тәжірибелік сабақтар әсіресе практикада оқитын кинестетикалық болашақ мамандар үшін тиімді болуы мүмкін. Оқытудың әртүрлі әдістерін қолдана отырып, мұғалімдер барлық болашақ мамандардың оптика саласында оқуға және өркендеуге мүмкіндік алатынына кепілдік бере алады [3].

Тағы бір маңызды мәселе - Оптика мен Нақты қолданбалар арасында байланыс орнату. Мысалы, мұғалімдер оптикада камералар, телескоптар және микроскоптар сияқты күнделікті технологияларда қалай қолданылатынын талқылай алады. Ал бұл болашақ мамандарды оптиканың өзектілігі мен маңыздылығын түсінуге және тақырып туралы көбірек білуге ынталандыруға көмектеседі.

Тұтастай алғанда, оптиканы нөлден үйрену білімнің, шығармашылықтың және табандылықтың үйлесімін қажет етеді. Ұғымдарды нақты түсіндіру және нақты қолданбалармен байланыс орнату үшін әртүрлі оқыту әдістерін пайдалана отырып, мұғалімдер болашақ мамандарға оптика туралы білудің берік негізін және осы қызықты тақырыпты өмір бойы үйренуге деген сүйіспеншілікті дамытуға көмектесе алады [4].

Оптиканы оқыту әдістемесінің негізгі тиімді мақсаттары, мәселелері мен міндеттері нақты зерттеу сұрақтары мен зерттеу контекстіне байланысты. Дегенмен, зерттеушілер оптиканы нөлден үйрететін әдістемелердің тиімділігін зерттеу кезінде ескеретін кейбір жалпы мақсаттар, мәселелер мен міндеттер бар [5]:

Мақсаты: басынан бастап оптикалық білім берудің басты мақсаты - болашақ мамандарға жарықтың мінез-құлқы мен оның материямен өзара әрекеттесуі туралы терең түсінік қалыптастыруға көмектесу. Оптиканы оқытудың тиімді әдісі болашақ мамандардың тұжырымдамалық түсінігі мен проблемаларды шешу дағдыларын, сондай-ақ нақты жағдайларда оптика тұжырымдамаларын қолдану қабілетін дамытуға бағытталуы керек.

Мәселе: оптикалық білім берудегі басты мәселелердің бірі-оптикалық құбылыстарды визуализациялау және түсіну қиындықтары. Оптиканы оқытудың тиімді әдістері болашақ мамандарға оптикалық құбылыстарды елестетуге және практикалық тәсілдермен өзара әрекеттесуге көмектесетін іс-шаралар мен демонстрацияларды қамтуы керек. Тағы бір

мәселе-оптикалық тұжырымдамалардың күрделілігі және күшті математикалық дағдылардың қажеттілігі. Оптикалық білім берудің тиімді әдісі болашақ мамандарды математикалық дағдыларды дамытуда және математика мен тұжырымдамалық түсіну арасында байланыс орнатуда оқыту мен қолдауды қамтуы керек.

Мақсаты: оптикалық білім берудің тиімді әдістемесі белсенді оқыту мен қатысуға ықпал ететін әртүрлі міндеттер мен әрекеттерді қамтуы керек. Бұған нақты әлемдегі эксперименттер, компьютерлік модельдеу, мәселелерді шешу әрекеттері және топтық талқылаулар кіруі мүмкін. Тапсырмалар формулалар мен тұжырымдамаларды жаттаудың орнына терең білім мен түсінуге ықпал ететіндей етіп жасалуы керек.

Бағалау: тиімді оптикалық оқыту әдістемесі болашақ мамандардың үлгерімі мен түсінігін өлшеу үшін сенімді және жарамды бағалау әдістерін қамтуы керек. Бұған викториналар мен сауалнама парақтары сияқты дәстүрлі бағалаулар және тұжырымдамалық карталар мен портфолио сияқты инновациялық бағалаулар кіруі мүмкін. Бағалау әдісі курстың білім беру мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес келуі керек және болашақ мамандар мен оқытушылар үшін маңызды кері байланысты қамтамасыз етуі керек.

Технологияны интеграциялау: оптикалық білім берудің тиімді әдісі болашақ мамандардың оқу деңгейі мен қатысуын арттыру үшін технологияны қолдануды талап етеді. Бұған болашақ мамандарға оптикалық құбылыстарды елестетуге және түсінуге көмектесетін компьютерлік модельдеу, интерактивті тақталар және басқа да инновациялық технологиялар кіреді. Технологияның интеграциясы курстың білім беру мақсаттары мен міндеттерін қолдай отырып, мақсатты және мұқият болуы керек.

Педагогикалық мазмұнды білу: оқытудың тиімді оптикалық әдістері мұғалімдерден білім беру педагогикасы мен оптикалық мазмұнды терең түсінуді талап етеді. Бұл болашақ мамандардың қалай оқытынын түсіну және әртүрлі болашақ мамандардың қажеттіліктерін қанағаттандыратын тиімді оқытуды дамыту мүмкіндігін қамтиды. Ол сондай-ақ оптика ұғымдарын терең түсінуді және болашақ мамандармен нақты және тиімді қарым-қатынас жасауды қажет етеді.

Оқу жоспарын әзірлеу: оптиканы оқытудың тиімді әдістемесі оқу жоспарының дизайны мен құрылымын мұқият қарастыруды қажет етеді. Бұл дұрыс оқу материалдарын таңдауды, тиімді оқу әрекеттері мен бағалауларды әзірлеуді және болашақ мамандардың оқуы мен түсінуіне ықпал ететін мазмұнды ұйымдастыруды қамтиды. Оқу жоспарын әзірлеу оқытудың тиімді тәжірибесін зерттеуге негізделуі керек және курстың оқу мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес келуі керек. Тұтастай алғанда, оптиканы оқыту әдістемесінің тиімді мақсаттары, мәселелері мен міндеттері оптика тұжырымдамаларының күрделілігін, әртүрлі болашақ мамандардың қажеттіліктерін және оқыту мен қатысуды жақсарту үшін технологиялардың әлеуетін ескеретін біртұтас тәсілді қажет етеді.

Әдістемелік бөлім

Оптиканы оқытудағы компьютерлік модельдеу:

Бірнеше ресейлік авторлардың зерттеулеріне сәйкес, компьютер көмегімен модельдеу өзінің кәсіби және білім беру қызметі туралы зерттеу жүргізді: теория және практика [6]. Оқытуда компьютерлік модельдеуді қолдану аспектілері келесі С. А. Бешенков, Е. А. Ракитина жұмыстарында көрінеді. [7]. Дәрісті компьютерлік қолдаумен бірлескен білім беру қызметі ретінде интерактивті түрде көрсету тәсілін американдық зерттеушілер өз жұмыстарында қарастырды [8]. Ал бірнеше малайзиялық зерттеушілер электромагнетизмнің әсерін зерттеу үшін виртуалды шындықты пайдаланды: ағындық тәжірибе мен болашақ мамандарды оқытудың әсері туралы зерттеді [9]. Шығыс авторларына келетін болсақ, олар өз жұмыстарында модельдеуге негізделген дене шынықтыруды қолдаудың әсерін қарастырды [10]. Басқа елдердің көптеген ғалымдары осы салада зерттеулер жүргізді. Олардың ішінде Абдурахманова З. К Білім беру жүйесінде компьютерлік модельдеудің маңыздылығын ашты

[11].

Тиісінше, пән мұғалімдері мен оқу пәндерінің білімін жақсарту мақсатында ақпараттандыру саласында шетелдік және отандық ғалымдардың ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді және оның бағыты анықталды:

- Оқыту кезінде компьютерді пайдалану тәртібі мен егжей-тегжейлері (Х. Х.Ж.Бекер)

[12];

- Болашақ оқытушыларды даярлауда метрология саласындағы зертханалық практиканың маңыздылығы (М.С. Молдабекова) [13];

- Физикалық эксперименттерді виртуальды машиналық модельдеу (К.Н.Жумадиллаев)

[14];

- Физика курстарындағы классикалық эксперименттерді статикалық компьютерлік модельдеу (С. А. Красиков) [15]. Жоғарыда аталған әрекеттер біздің жұмысымызға сәйкес орындалды.

Жаңа заманауи технологияларды физикада қолданып оқыту нәтижелерін келесідей ғалымдар зерттеген: Л. И. Анциферов, А. А. Богуславский, Д. В. Баяндин, Э. В. Бурсиан, Ю. А. Воронин, Ю. А. Гороховатский, В. А. Извозчиков, А. С. Кондратьев, В. В. Лаптев, А. И. Назарова, В. В. Лаптева, Р. В. Майер, Ю. С. Песоцкий, О. В. Повалеева, И. В. Роберт, А. Б. Смирнова, С. К. Стафеева, С. Б. Степанова, Г. Н. Степанова, А. И. Фишман, А. С. Чирцова, П. М. Чудинский және басқалар., Орта мектептердің оптика эксперименттерін зерделеу кезінде заманауи технологияларды қолданатын әдістеме мәселесі әлі де зерттелуде.

Компьютерлік модельдеу-бұл оптиканы оқыту әдістемесінде қолдануға болатын инновациялық және тиімді құрал. Бұл болашақ мамандарға оптикалық құбылыстарды шынайы модельдеумен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді, бұл оларға дәстүрлі сынып жағдайында көрсету қиын күрделі ұғымдарды елестетуге және зерттеуге мүмкіндік береді.

Компьютерлік модельдеуді оптиканы оқытуды жақсарту үшін әртүрлі тәсілдермен қолдануға болады. Мысалы, болашақ мамандар әртүрлі материалдармен әрекеттесу кезінде жарықтың мінез-құлқын модельдеу үшін Бағдарламалық құралды пайдалана алады, бұл оларға сыну, шағылысу және дифракция сияқты ұғымдарды зерттеуге мүмкіндік береді. Олар сондай-ақ линзалар мен айналар сияқты оптикалық жүйелерді жобалау және талдау үшін Бағдарламалық құралды пайдалана алады және осы жүйелердің параметрлеріндегі өзгерістер олардың мінез-құлқына қалай әсер ететінін түсінеді [16].

Компьютерлік модельдеудің басты артықшылықтарының бірі-бұл болашақ мамандарға өз қарқынымен және қауіпсіз және бақыланатын ортада білім алуға мүмкіндік береді. Олар әртүрлі айнымалылармен тәжірибе жасай алады, параметрлерді реттей алады және нәтижелерді нақты уақыт режимінде жабдыққа зақым келтірместен немесе өзіне немесе басқаларға зиян келтірместен бақылай алады. Бұл болашақ мамандарға проблемаларды шешу дағдыларын дамытуға және оптиканың негізгі принциптерін тереңірек түсінуге құнды мүмкіндік береді.

Компьютерлік модельдеуді интерактивті виртуалды зертханаларды құру үшін де пайдалануға болады, оған болашақ мамандар Интернет байланысы бар кез келген жерден қол жеткізе алады. Бұл болашақ мамандарға эксперименттер жүргізуге және оптикалық құбылыстарды сыныптан тыс уақытта және оларға ыңғайлы уақытта зерттеуге мүмкіндік береді.

Компьютерлік модельдеу болашақ мамандардың белсенділігін арттыру, олардың күрделі ұғымдар туралы түсініктерін тереңдету және зерттеулер мен эксперименттерге құнды мүмкіндіктер беру үшін оптиканы оқыту әдістемесінде қолдануға болатын тиімді құрал болып табылады. Компьютерлік модельдеуді оқыту әдістемесіне қосу арқылы оқытушылар болашақ мамандарға оптика саласында оқыту мен ашудың қуатты құралын ұсына алады [17].

Оптиканы компьютерлік модельдеу арқылы оқытудағы ерекшеліктері:

Компьютерлік модельдеу оны оптиканы оқытудың құнды құралына айналдыратын бірқатар ерекшеліктерге ие. Кейбір негізгі функцияларға мыналар кіреді [18]:

1. Нақты модельдеу: компьютерлік модельдеу болашақ мамандарға дәстүрлі сынып жағдайында көрсету қиын болуы мүмкін оптикалық құбылыстардың нақты модельдерімен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Бұл болашақ мамандарға жарықтың мінез-құлқы және оның әртүрлі материалдармен өзара әрекеттесуі туралы толық түсінік береді.

2. Интерактивті оқыту: компьютерлік модельдеу болашақ мамандарға әртүрлі айнымалылармен тәжірибе жасауға, параметрлерді реттеуге және нәтижелерді нақты уақытта бақылауға мүмкіндік беру арқылы интерактивті оқытуды ынталандырады. Бұл практикалық тәсіл белсенді оқытуға ықпал етеді және болашақ мамандарға проблемаларды шешу дағдыларын дамытуға көмектеседі.

3. Қауіпсіз және бақыланатын орта: компьютерлік модельдеу болашақ мамандардың оптикалық құбылыстарды зерттеуі үшін қауіпсіз және бақыланатын ортаны қамтамасыз етеді. Бұл жабдыққа зақым келтіру немесе өзіне немесе басқаларға зиян келтіру қаупін жояды, бұл дәстүрлі зертханалық жағдайда аландаушылық тудыруы мүмкін.

4. Қол жетімділік: компьютерлік модельдеу болашақ мамандарға Интернет байланысы бар кез келген жерден қол жетімді. Бұл болашақ мамандарға эксперименттер жүргізуге және оптикалық құбылыстарды сыныптан тыс уақытта және оларға ыңғайлы уақытта зерттеуге мүмкіндік береді.

5. Икемділік: компьютерлік модельдеу-бұл оптикалық құбылыстар мен жүйелердің кең ауқымын модельдеу үшін қолдануға болатын икемді құрал. Ол курстың нақты оқу мақсаттарына бейімделуі мүмкін және оптикалық жүйелерді жобалау және талдау, жарықтың мінез-құлқын модельдеу және күрделі оптикалық ұғымдарды зерттеу үшін пайдаланылады.

Компьютерлік модельдеуді оптиканы оқыту әдістемесіне қосу болашақ мамандардың белсенділігін арттырады, олардың күрделі ұғымдар туралы түсініктерін тереңдетеді және зерттеулер мен эксперименттерге құнды мүмкіндіктер береді. Бұл өз болашақ мамандарына оптика саласында күшті оқу тәжірибесін ұсынғысы келетін оқытушылар үшін құнды құрал.

Зерттеу нысаны ретінде болашақ мамандар екі топқа бөлініп, оқу пәндері ретінде оқыды. Бірінші топта бақылау тобы ретінде 25 болашақ маман және эксперименттік топ ретінде 25 болашақ маман болды. Зерттеу Түркістан қаласының Н.Келімбетов атындағы № 28 мектеп-лицейінде жүргізілді. Зерттеуге қатыспас бұрын барлық болашақ мамандар сабақтарда осы тақырыптар бойынша дәстүрлі оқытудан өткені және физикалық зертханада эксперименттік жұмыс жүргізілгені анықталды. Жұмыс барысында бақылау тобында оқытудың дәстүрлі түрлері қолданылды, ал эксперименттік топта сабақтар компьютерлік модельдерді қолдана отырып өткізілді. Бұл жұмысты орындау барысында «Физикалық құбылыстар» электрондық оқу құралы дәріс сабақтарының тиімділігін арттыруда маңызды орын алды [19].

Ғылыми зерттеу әдістері, зерттеу үшін қолданған әдістер тізімі:

- Бақылау әдісі;
- Салыстыру;
- Эксперименттік әдіс;
- Талдау және сараптама әдістері;

Атап айтқанда, екі топтың бастапқы деңгейін анықтау үшін біз Бақылау әдістерін қолдана отырып, топтардың білімін салыстырдық. Зерттеуге қатысқанға дейін болашақ мамандардың іс-әрекеті математикалық теңдеулер есептерін шешуге және сандық нәтижелерге негізделген дәстүрлі әдістермен шектелетіні көрсетілген. Эксперименттік топтың болашақ мамандары бұл эксперимент жасалмас бұрын модельдеу арқылы физикалық құбылыстар негізінде тәжірибе жасамады. Кейінірек эксперименттің нәтижелерін талдағаннан кейін жалпы қорытынды жасалды.

Зерттеу барысында эксперименттік топтың болашақ мамандары сабақтас тақырыптар бойынша дәстүрлі аудиториялық білім алғаннан кейін шамамен екі апта өтті. Эксперименттік топтың барлық болашақ мамандары компьютерлік сыныпта бір сағаттық екі сабақтан өтті. Бірінші сабақта интерактивті физика зерттеушілермен қарапайым жарық құбылыстарының заңдылықтарын талдау үшін қолданды. Сонымен қатар, барлық болашақ мамандарға модельдеу ортасымен танысу үшін қысқа мерзімді тағылымдама берілді. Екінші сабақта болашақ мамандар интерактивті физикалық өрнекті қолдануды қажет ететін тапсырманы орындады. Болашақ мамандардың модельдеуге қатысуы тек «Шыныда сәулелердің сыну көрсеткішін анықтау » тақырыбы негізінде зерттеумен шектелді. Компьютер экранында шынының сыну көрсеткішін анықтау үшін компьютерлік қосымшасын (симулятор) қолдана отырып, түскен және сынған сәулені, сыну көрсеткішін, сыну көрсеткішінің мәнін және ортадағы жарықтың таралу жылдамдығын анықтау нәтижелерін бақылау ұсынылды.

Олар сондай-ақ әртүрлі физикалық шамаларды графикалық түрде көрсету, физикалық ұғымдар арасындағы байланысты түсіну және физика заңдары туралы терең түсінік алу үшін әртүрлі модельдеу бағдарламалары ұсынатын сенсорларды пайдаланды.

Оптиканы нөлден оқыту әдістемесі-бұл салада бұрынғы тәжірибесі жоқ бастаушы болашақ мамандарға бағытталған оптикалық оқыту тәсілі. Бұл әдіс болашақ мамандарға оптика негіздерін меңгеруге көмектесу үшін әртүрлі әдістер мен стратегияларды қолданады [20].

Оптиканы нөлден оқыту әдістемесінің негізгі аспектілеріне мыналар жатады:

- 1) болашақ мамандарға оптика ұғымдарын түсінуге көмектесу үшін қарапайым және көрнекі демонстрацияларды қолдану.
- 2) болашақ мамандарға практикалық мәселелерді шешуге көмектесу үшін проблемалық оқыту әдістемесін қолдану.
- 3) болашақ мамандарға оптика білімін іс жүзінде қолдануға көмектесу үшін жобаға бағытталған оқытуды қолдану.
- 4) болашақ мамандарға оптика ұғымдарын визуализациялауға және түсінуге көмектесу үшін модельдеу сияқты интерактивті және компьютерлік технологияларды қолдану.

Физиканы оқытудың негіздерін, соның ішінде оптиканы меңгеруге көмектесетін бірнеше негізгі ұғымдар [21]:

- 1) Физика Негіздерін Түсіну: физиканы оқытпас бұрын, механика, электромагнетизм, термодинамика және оптика сияқты физиканың негізгі ұғымдарын нақты түсіну маңызды. Бұл күштерді, энергияны, қозғалысты, толқындарды, жарық пен электр энергиясын зерттеуді қамтуы мүмкін.
- 2) Оқу бағдарламасын білу: сіз оқытатын оқу бағдарламасымен таныс екеніңізге көз жеткізіңіз, оның ішінде болашақ мамандар оқудың әр деңгейінде оқуы керек нақты тақырыптар. Бұл сіздің сабақтарыңыз бен бағаларыңызды тиімді жоспарлауға көмектеседі.
- 3) Тиімді оқыту стратегияларын әзірлеу: дәрістер, демонстрациялар, практикалық эксперименттер, топтық жұмыс және мультимедиялық ресурстар сияқты әртүрлі оқыту стратегияларын пайдалануды қарастырыңыз. Әр түрлі болашақ мамандар әртүрлі тәсілдермен оқиды, сондықтан әр түрлі стратегияларды қолдану сіздің барлық болашақ мамандарыңызбен мақсатқа жетуге көмектеседі.
- 4) Көрнекі құралдарды пайдалану: Оптика - бұл таза көрнекі тақырып, сондықтан диаграммалар, анимациялар және бейнелер сияқты көрнекі құралдарды пайдалану болашақ мамандарға негізгі ұғымдарды түсінуге көмектеседі. Бұған фокустық диаграммалар, толқындық фронттар және линзалар мен айналар сияқты оптикалық аспаптардың суреттері кіреді.
- 5) Эксперименттер жүргізу: тәжірибелік эксперименттер болашақ мамандарға физика мен Оптиканың негізгі ұғымдарын түсінуге көмектеседі, сонымен қатар болашақ мамандарды

тартудың қызықты тәсілі бола алады. Шағылысу, сыну және дифракция сияқты жарық қасиеттерін көрсететін эксперименттер жүргізуді қарастырыңыз.

6) Практикалық есептерді шешу: дәрістер мен демонстрациялардан басқа, практикалық есептерді шешу болашақ мамандарға негізгі ұғымдарды меңгеруге және оларды нақты жағдайларға қолдануға көмектеседі. Бұған Сандық есептер, тұжырымдамалық мәселелер және ауызша мәселелер кіреді.

7) Сұранысқа негізделген оқытуды ынталандыру: болашақ мамандарды сұрақтар қоюға және өз қызығушылықтарын зерттеуге ынталандыру олардың физика мен оптика туралы түсініктерін тереңдетуге көмектеседі. Сабақтарыңызға ғылыми жобалар, тәуелсіз сұрақтар және топтық пікірталастар сияқты сұраныстарға негізделген оқу іс-шараларын қосуды қарастырылады.

Физиканы оқыту қиын болуы мүмкін, бірақ бұл өте пайдалы. Пән туралы түсінігіңізді дамыта отырып, тиімді оқыту стратегияларын қолдана отырып және болашақ мамандарды практикалық эксперименттер мен сұраныстарға негізделген оқыту арқылы тарту болашақ мамандарыңызға материалды игеруге және өмір бойы физикаға деген сүйіспеншілікті дамытуға көмектесе аласыз [22].

Оптиканы нөлден оқыту қиын болуы мүмкін, бірақ бұл пәнді болашақ мамандарға түсінікті және тартымды түрде ұсынуға көмектесетін бірнеше әдістер мен стратегиялар бар [23-25]. Бірнеше идеялар:

1) Негіздерден бастау: оптика саласындағы неғұрлым жетілдірілген тұжырымдамаларға кіріспес бұрын, болашақ мамандардың негіздерді түсінетініне көз жеткізу керек. Бұған жарық толқындары, фокустық диаграммалар, шағылысу және сыну сияқты ұғымдары кіреді. Болашақ мамандарға осы ұғымдарды елестетуге көмектесу үшін диаграммалар мен практикалық әрекеттерді қолданыңыз.

2) Аналогияларды қолдану: аналогиялар оптикадағы күрделі ұғымдарды түсіндірудің пайдалы құралы бола алады. Мысалы, сіз жарық толқындарының әрекетін тоған бетіндегі толқындармен немесе линзалардың жарықты қалай бұрмалайтынын үлкейткіш әйнектің заттарды қалай үлкейте алатынымен салыстыра аласыз.

3) Эксперименттер жүргізу: тәжірибелік эксперименттер болашақ мамандарға оптика саласындағы негізгі ұғымдарды түсінуге көмектеседі, сонымен қатар болашақ мамандарды тартудың қызықты тәсілі бола алады. Шағылысу, сыну және дифракция сияқты жарық қасиеттерін көрсететін эксперименттер жүргізуді қарастырыңыз. Бұл жарықты фокустау және сыну үшін айналар мен линзаларды пайдалануды және әртүрлі материалдар арқылы жарықтың әрекетін бақылауды қамтуы мүмкін.

4) Мультимедиялық ресурстарды пайдалану: Оптика - бұл таза визуалды тақырып, сондықтан диаграммалар, анимациялар және бейнелер сияқты көрнекі құралдарды пайдалану болашақ мамандарға негізгі ұғымдарды түсінуге көмектеседі. Бұған фокустық диаграммалар, толқындық фронттар және линзалар мен айналар сияқты оптикалық аспаптардың суреттері кіруі мүмкін.

5) Практикалық есептерді шешу: дәрістер мен демонстрациялардан басқа, практикалық есептерді шешу болашақ мамандарға негізгі ұғымдарды меңгеруге және оларды нақты жағдайларға қолдануға көмектеседі. Бұған Сандық есептер, тұжырымдамалық мәселелер және ауызша мәселелер кіреді.

6) Сұрақтар мен пікірталастарды көтермелеу: болашақ мамандарды сұрақтар қоюға және өз қызығушылықтарын зерттеуге шақыру олардың оптика туралы түсініктерін тереңдетуге көмектеседі. Сабақтарыңызға ғылыми жобалар, тәуелсіз тергеулер және топтық пікірталастар сияқты сұраныстарға негізделген оқу іс-шараларын қосуды қарастырыңыз.

Оптиканы нөлден оқыту шыдамдылық пен табандылықты қажет етуі мүмкін, бірақ дұрыс стратегиялар мен ресурстардың көмегімен сіз болашақ мамандарға осы қызықты және маңызды тақырыпты түсінуге көмектесе алады

Оптиканы нөлден оқыту тақырыбында зерттеу жүргізу кезінде қолдануға болатын бірнеше әдістер бар [26-29]. Бірнеше мысалдар келтірілген:

- 1) Әдебиеттерге шолу: бұл оптиканы нөлден үйренуге қатысты бар зерттеулерді, кітаптар мен мақалаларды зерттеуді қамтиды. Бұл білімдегі олқылықтарды анықтауға және бұрын қандай әдістер сәтті болғандығы туралы түсінік беруге көмектеседі.
- 2) Сауалнамалар: зерттеушілер оқытушылар мен болашақ мамандарға сауалнамалар жүргізе алады, олардың оқыту және оқыту оптикасындағы тәжірибесі туралы ақпарат жинай алады. Сауалнамалар жалпы мәселелерді анықтау және тиімді оқыту әдістері туралы деректерді жинау үшін пайдаланылуы мүмкін.
- 3) Бақылаулар: сыныптағы оқытушылар мен болашақ мамандарды бақылау қазіргі уақытта Оптика бойынша оқыту нөлден қалай жүргізілетіні туралы құнды ақпарат бере алады. Бақылаулар зерттеушілерге оқытудың тиімді әдістерін және жақсартуға болатын бағыттарды анықтауға көмектеседі.
- 4) Эксперименттік зерттеулер: зерттеушілер оптиканы оқытудың әртүрлі әдістерінің тиімділігін нөлден бастап тексеру үшін эксперименттер жүргізе алады. Мысалы, зерттеушілер практикалық сабақтардың тиімділігін дәрістерге негізделген оқытумен салыстыра алады.
- 5) Жағдайлық зерттеулер: зерттеушілер тиімді оқыту әдістері мен озық тәжірибелерді анықтау үшін табысты оқу бағдарламалары немесе жеке мұғалімдер үшін терең жағдайлық зерттеулер жүргізе алады.
- 6) Сұхбат: зерттеушілер Оптика бойынша оқытушылармен, болашақ мамандармен және сарапшылармен сұхбат жүргізе алады, олардың оптиканы оқыту және зерттеу тәжірибесі туралы ақпарат жинай алады. Сұхбаттар нақты оқыту әдістері мен олардың тиімділігі туралы толық ақпарат бере алады.
- 7) Фокус-топтар: фокус-топтар оқытушылар немесе болашақ мамандар тобының пікірлері мен тәжірибесін жинау үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл жалпы мәселелер мен Тиімді оқыту әдістерін анықтауға көмектеседі.
- 8) Іс-әрекетті зерттеу: іс-әрекетті зерттеу оқытудың тиімді әдістерін анықтау және болашақ мамандардың оқу нәтижелерін жақсарту мақсатында өзінің педагогикалық практикасына зерттеу жүргізетін оқытушыларды немесе зерттеушілерді қамтиды.
- 9) Аралас әдістермен зерттеу: зерттеушілер оптиканы нөлден бастап оқытудың сандық және сапалық деректерін жинау үшін әртүрлі зерттеу әдістерінің комбинациясын пайдалана алады. Бұл әртүрлі оқыту әдістерінің тиімділігі туралы толық түсінік бере алады.

Бұл оптикалық оқыту зерттеулерінде нөлден бастап қолдануға болатын әдістердің бірнеше мысалдары. Зерттеушілер зерттеу сұрағына жауап беру үшін қандай әдістер ең пайдалы және сәйкес деректерді алатынын мұқият қарастыруы керек.

Оптиканы нөлден оқыту тақырыбында зерттеулер жүргізу кезінде бірнеше инновациялық құрылғыларды қолдануға болады [30-31]. Бірнеше мысалдар келтірілген:

- 1) Оптика жинақтары: бұл жинақтарға әдетте әртүрлі оптикалық қондырғыларды жасау үшін пайдалануға болатын линзалар, айналар және басқа оптикалық компоненттер кіреді. Оптика жинақтары болашақ мамандарға жарықтың әрекетін елестетуге көмектесетін практикалық әрекеттер мен демонстрациялар үшін пайдалы.
- 2) Интерактивті тақталар: интерактивті тақталар - бұл пайдаланушыларға сандық мазмұнмен қалам немесе саусақ арқылы өзара әрекеттесуге мүмкіндік беретін үлкен экрандар. Оларды оптика тұжырымдамаларының визуалды көріністерін көрсету және болашақ мамандарды қамтитын интерактивті әрекеттерді қамтамасыз ету үшін пайдалануға болады.
- 3) Компьютерлік модельдеу: компьютерлік модельдеуді оптикалық құбылыстарды модельдеу үшін қолдануға болады және болашақ мамандарға әртүрлі айнымалыларды зерттеуге және басқаруға мүмкіндік береді. Модельдеу әсіресе елестету қиын күрделі ұғымдарды көрсету үшін пайдалы.

- 4) Виртуалды шындық жүйелері (VR): виртуалды шындық жүйелері болашақ мамандарға үш өлшемді ортада оптикалық құбылыстармен өзара әрекеттесуге мүмкіндік беретін иммерсивті әсерді қамтамасыз ете алады. Виртуалды шындық жүйелері әсіресе физикалық зертханада қайталануы қиын ұғымдарды көрсету үшін өте пайдалы.
- 5) Спектрометрлер: спектрометрлер-жарықтың толқын ұзындығы мен қарқындылығы сияқты қасиеттерін өлшеу үшін қолдануға болатын құрылғылар. Оларды жарықтың мінез-құлқын зерттейтін эксперименттер жүргізу үшін және оның көзі туралы ақпарат алу үшін жарықты қалай талдауға болатындығын көрсету үшін пайдалануға болады.
- 6) Лазерлік көрсеткіштер: лазерлік көрсеткіштерді шағылысу және сыну сияқты әртүрлі оптикалық құбылыстарды көрсету үшін пайдалануға болатын жарық сәулелерін жасау үшін пайдалануға болады. Олар әсіресе жарықтың әртүрлі материалдарда қалай әрекет ететінін көрсету үшін өте пайдалы.
- 7) Талшықты-оптикалық жиынтықтар: талшықты-оптикалық жиынтықтар ақпаратты алыс қашықтыққа беру үшін пайдалануға болатын оптикалық талшықтарда жарықты құру және басқару үшін пайдаланылуы мүмкін. Олар ақпаратты беру үшін жарықты қалай пайдалануға болатынын көрсету және әртүрлі материалдардағы жарықтың әрекетін зерттеу үшін пайдаланылуы мүмкін.
- 8) Поляризаторлар: Поляризаторлар - жарықтың поляризациясын басқаруға болатын оптикалық сүзгілер. Оларды поляризацияланған жарықтың мінез-құлқын зерттейтін эксперименттер жүргізу үшін және поляризаторларды жарықтың бағытын басқару үшін қалай пайдалануға болатындығын көрсету үшін пайдалануға болады.
- 9) Голографиялық пластиналар: голографиялық пластиналар - үш өлшемді голографиялық кескіндерді жасау үшін пайдалануға болатын фотопластинкалар. Оларды жарықтың мінез-құлқын көрсету және голографиялық кескіндердің қасиеттерін зерттеу үшін пайдалануға болады. Жалпы, жабдықты таңдау нақты зерттеу сұрағы мен зерттеу мақсаттарына байланысты болады. Зерттеушілер зерттеу сұрағына жауап беру үшін қай жабдық ең пайдалы және сәйкес деректерді беретінін мұқият қарастыруы керек. Оптиканы нөлден оқыту әдістемесін зерттеу аясында жүргізілуі мүмкін негізгі тиімді нәтижелер мен талдаулар нақты зерттеу сұрағы мен зерттеу контекстіне байланысты болады [32-33]. Дегенмен, мұнда зерттеушілер оптиканы нөлден оқыту әдістемесінің тиімділігін зерттеу кезінде ескеруі мүмкін бірнеше жалпы нәтижелер мен талдаулар берілген:
- 10) Оқыту нәтижелері: оптиканы нөлден оқыту әдістемесі бойынша зерттеудің маңызды нәтижелерінің бірі-оқу нәтижелерін өлшеу. Бұл болашақ мамандардың түсінігін алдын-ала және кейінгі бағалауды, сондай-ақ болашақ мамандардың жұмысы мен тапсырмалар мен емтихандардағы үлгерімін талдауды қамтуы мүмкін. Зерттеушілер сонымен қатар оқыту әдістемесінің болашақ мамандардың көзқарасына және олардың оптикаға деген сеніміне әсерін қарастырады.
- 11) Педагогикалық тәсілдер: оптиканы нөлден оқыту әдістемесін зерттеудің тағы бір маңызды нәтижесі-тиімді педагогикалық тәсілдерді анықтау. Бұған сұранысқа негізделген оқыту, бірлесіп оқыту және технологияны пайдалана отырып оқыту сияқты оқыту стратегияларын талдау кіреді. Зерттеушілер сонымен қатар педагогикалық тәсілдердің болашақ мамандардың қатысуы мен мотивациясына әсерін қарастырады.
- 12) Оқу жоспарын әзірлеу: оптиканы нөлден оқыту әдістемесін зерттеу оқу жоспарын әзірлеудің тиімділігін талдауға көмектеседі. Бұл оқулықтарды, дәріс жазбаларын және зертханалық құралдарды қоса алғанда, курс материалдарын талдауды қамтиды. Зерттеушілер сонымен қатар оқу жоспарын құрудың болашақ мамандардың түсінігі мен қатысуына әсерін қарастырады.
- 13) Мұғалімнің тиімділігі: оптиканы нөлден оқыту әдістемесін зерттеу сонымен қатар мұғалімнің тиімділігінің болашақ мамандардың оқу нәтижелеріне әсерін талдай алады. Бұл мұғалімнің білімі мен педагогикалық мазмұн туралы білімін талдауды, сондай-ақ мұғалім

мен оқушының өзара әрекеттесуінің болашақ мамандардың оқуына әсерін қамтиды.

14) Бағалау тиімділігі: оптиканы нөлден оқыту әдістемесін зерттеу бағалау әдістерінің тиімділігін де талдай алады. Бұл бағалаудың дұрыстығы мен сенімділігін талдауды, сондай-ақ бағалауды оқытудың мақсаттары мен міндеттеріне сәйкестендіруді қамтуы мүмкін. Зерттеушілер бағалау әдістерінің болашақ мамандардың оқуы мен мотивациясына әсерін де қарастырады.

15) Болашақ мамандарды қызықтыру: оптиканы нөлден оқыту әдістемесін зерттеу сонымен қатар әртүрлі оқыту стратегияларының болашақ мамандарды қызықтыру әсерін талдауға көмектеседі. Бұл болашақ мамандардың мотивациясы, қызығушылығы және өзін-өзі тиімділігі, сондай-ақ сыныптағы климаттың әсері және мұғалім мен оқушының өзара әрекеттесуі сияқты факторларды талдауды қамтиды.

16) Оқыту трансферті: оптиканы оқыту әдістемесін нөлден зерттеу сонымен қатар болашақ мамандардың оқуын жаңа контексттерге қаншалықты аудару алатынын талдай алады. Бұл оқыту әдістемесінің сыни ойлау дағдыларын, проблемаларды шешу дағдыларын және нақты жағдайларда оптика тұжырымдамаларын қолдану қабілетін дамытуға әсерін талдауды қамтиды.

17) Әр түрлілік және инклюзивтілік: оптиканы нөлден оқыту әдістемесін зерттеу сонымен қатар оқыту әдістемесінің әртүрлі ортадағы болашақ мамандардың оқу нәтижелеріне әсерін талдай алады. Бұған нәсіл, этникалық, жыныс және әлеуметтік-экономикалық жағдай сияқты факторларды талдау, сондай-ақ инклюзивті оқыту әдістерінің болашақ мамандардың оқуы мен қатысуына әсері кіреді.

Тұтастай алғанда, оптиканы оқыту әдістемесі бойынша зерттеулердің тиімді нәтижелері мен талдауы оптика тұжырымдамаларының күрделілігін, әртүрлі болашақ мамандардың қажеттіліктерін және оқыту мен қатысуды жақсарту үшін технологиялардың әлеуетін ескеретін кешенді және жүйелі тәсілді қажет етеді.

Нәтижелер, талдау және талқылау

Зерттеу әдісі ашық сұрақтарға негізделген сауалнама түрінде жүргізілді. Сауалнамалар екі топтағы барлық болашақ мамандарға таратылды. Болашақ мамандарға сұрақтарға жауап беру және тапсырманы орындау үшін не қажет екенін түсіндіру тапсырылды. Атап айтқанда, эксперименттік жұмыс процесін сапалы бағалау ұсынылды. Сауалнамада Жарық құбылыстары мен оптика туралы алғашқы білім туралы 3 сұрақ қойылды.

1. Сәулелер бірінші ортадан екінші ортаға ауысатын физикалық құбылыстарға байланысты.

2. Салыстырмалы және абсолютті сыну көрсеткішіне байланысты

3. Эксперимент тұрғысынан жарықтың сынуы және оның табиғатпен байланысы туралы.

Нәтижелер талданды және сауалнамалар арқылы болашақ мамандарға қойған сұрақтарға жауаптар берілді. Нәтижелерді талдау барысында оқушының сұрақтарына жауаптар талданып, үш санатқа бөлінді.:

Санат А: дұрыс жауаптар, сұрақтарға дұрыс әрі нақты түсіндірмелер сипаттауы.

Санат В: толық емес жауап және нақты мысал келтірмеуі.

Санат С: тақырыпқа мүлдем қатысы жоқ немесе сұрақтарға жауап бермеуі.

Бірінші (1) тапсырмада бақылау тобы болашақ мамандарының 36 % - ы және эксперименттік топ болашақ мамандардың 8% - ы 1-кестеде келтірілген мәндерге сәйкес қате жауап берді. Алайда кейбір болашақ мамандар толық жауап бермеді.

Келтірілген мысалдары мыналар:

- Сыну көрсеткіші шынының сынуына байланысты.

- Сыну заңы түсетін жарықтың күшіне байланысты жылдамдығына емес.

- Абсолютті және салыстырмалы сыну көрсеткіштері арасында ешқандай айырмашылық жоқ.

Болашақ мамандардың жауаптарын талдау кезінде жиі кездесетін қате түсінік-жарықтың сынуының ауытқуы оның жылдамдығына ешқандай қатысы жоқ. Шамасы, бақылау тобындағы болашақ мамандардың 30% - ы бұл жарықтың сынуы оның бірінші ортадан екінші ортаға ауысуымен байланысты деп есептеді. Екінші жағынан, эксперименттік топ мүшелерінің 50% - ы да осы нанымдарды ұстанды.

1-кесте – Жарық сәулесінің бірінші ортадан екінші ортаға өткенде сынған сәуленің түскен сәледен бағыты ауытқиды сұрағы бойынша алынған нәтижелер

Санаттар	Бақылау тобы-25 (100%)	Эксперименттік топ-20 (100%)
Жауаптары дұрыс	6 (24%)	14 (56%)
Толық емес жауап	10 (40%)	9 (36%)
Қате жауап	9 (36%)	2 (8%)

Бақылау тобындағы болашақ мамандардың тек 24% - ғылыми тұрғыдан дұрыс жауап берды,себебі түскен сәулемен сынған сәуле арасында бұрыштық ауытқу бар екенін көрсетті. Ал екінші (2) тапсырмаға жауап нәтижесі 2-кестеде келтірілген.

2-кесте – Салыстырмалы және абсолют сыну көрсеткіштерін салыстыру сұрағы бойынша алынған нәтижелер

Санаттар	Бақылау тобы-25 (100%)	Эксперименттік топ-25 (100%)
Жауаптары дұрыс	9 (36%)	12 (48%)
Толық емес жауап	10 (40%)	9 (36%)
Қате жауап	6 (24%)	4 (16%)

Кестеден көріп отырғанымыздай, дұрыс жауап берген екі топтағы болашақ мамандардың деңгейі онша жоғары емес екенін растай аламыз. Толық жауабы жоқ болашақ мамандар үшін жауаптардың арасында мыналар бар:

- Сыну көрсеткіштерінің екеуі де бірдей, себебі олардың формуласында жылдамдық бірдей.
- Жарық жылдамдығы меен сәуленің таралу жарық жылдамдығы бірдей, өйткені ол бір ортада таралады.

-деген толық емес жауаптар бар.Болашақ мамандар табылған қатенің салыстырмалы сыну көрсеткіші мен абсолютті сыну көрсеткіші арасында ешқандай айырмашылық жоқ екенін жиі көре алады. Болашақ мамандар жылдамдықты бірдей деп түсінгенін байқауға болады.

3-кесте – Әр түрлі жылдамдықпен түскен сәулелердің шыныда сыну көрсеткішін салыстыру тапсырмасының нәтижелері

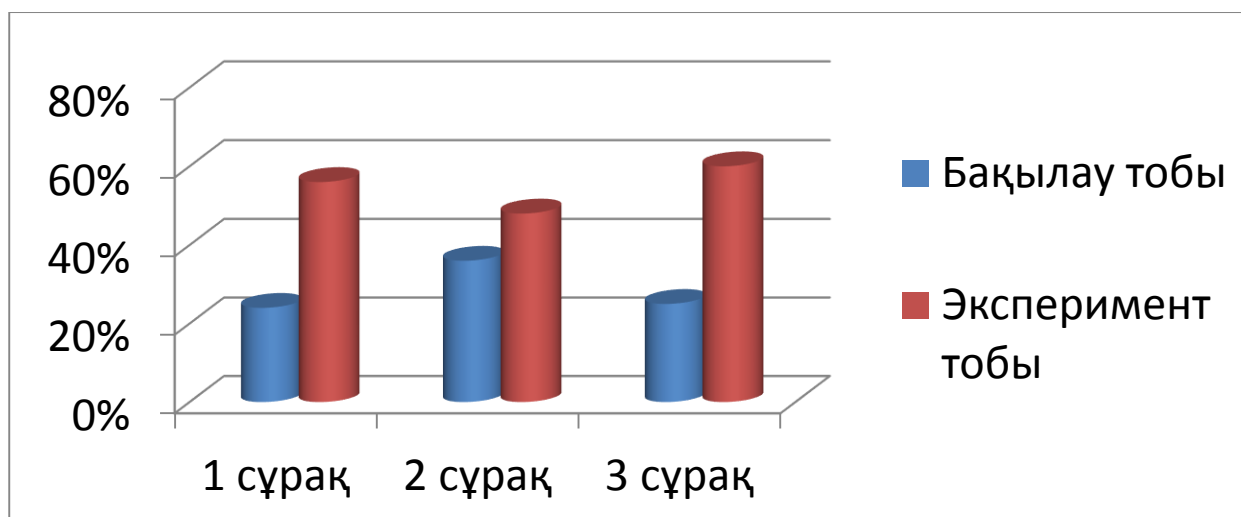
Санаттар	Бақылау тобы-25 (100%)	Эксперименттік топ-25 (100%)
Жауаптары дұрыс	6 (25%)	15 (60%)
Толық емес жауап	11 (44%)	7 (28%)

Қате жауап	8 (32%)	3 (12%)
------------	---------	---------

Үшінші тапсырмада сұрақтың күрделілігіне байланысты дұрыс жауап берген болашақ мамандардың аздығын көреміз. Және кестеден эксперименттік топқа қатысушы болашақ мамандардың 60% - ы және бақылау тобына қатысушы болашақ мамандардың 25% - ы дұрыс жауап берді деп нәтиже алынды. Ал кейбір болашақ мамандар мүлдем жауап бермеді.

Оларға кездескен қиындықтардың көпшілігі:

Шынының сыну көрсеткішінің мәні өте жоғары немесе өте төмен болуы, себебі түскен сәулелені дұрыс бағыттау әрі дұрыс нүктесін белгілеу арқылы оқушы қағазға шынының сынған кесінділерін дәл көрсете алмауы негізінде, соңғы берілген тапсырманың шарттары бірдей. Табуға болатын мәндерде тек айырмашылықтар бар. Соңғы тапсырма басқа сұрақтарға қарағанда күрделі болғандықтан, бақылау тобында нақты жауаптар аз. Егер біз үшінші тапсырмадағы эксперименттік топтың дұрыс жауабымен байланысты статистиканың мәнін қарастыратын болсақ, онда бақылау тобында эксперименттік топқа қарағанда болашақ мамандар саны екі еседей аз болады. 3-кестеде келтірілген пайыздық мәндерге назар аударатырып, эксперименттік топтың болашақ мамандары бақылау тобының болашақ мамандарына қарағанда екі есе көп дұрыс жауап берді. Нәтижелер бойынша толық емес жауап берген болашақ мамандардың жауаптарын талдаған кезде, жарықтың түсу бұрышы мен жарық жылдамдығы ұғымдары бір-біріне тәуелді, біреуі екіншісіне тікелей байланысты, бірақ айырмашылықты нақты терминдермен түсіндіру қиынға соғатынын анықтадық.



1 – сурет. Топ жауаптарының көрсеткіші

1-суретте эксперименттік және бақылау топтарының дұрыс жауаптарына сәйкес алынған нәтижелер салыстырылды. Екі топтағы көптеген болашақ мамандар жарық сәулелері ұғымымен байланысты тиісті сипаттамаларға емес, негізгі аргумент элементі сыну түрі болғандығына сүйенді. Бұл дегеніміз, бақылау тобындағы болашақ мамандар сыну көрсеткішін анықтаған кезде сәуле бірінші ортадан екінші ортаға өтетін құбылысты түсінбейді. Екінші жағынан, эксперименттік топ болашақ мамандарының 60% - ы дұрыс жауап беруі. Бұл олардың шыныдағы сыну көрсеткішін анықтайтын сыну бұрышы, түсу бұрышы, сыну көрсеткіші туралы түсініктерін түсінгендерін көрсетеді. Түсіндірме статистикалық нәтижелер екі топтың арасында айтарлықтай айырмашылық бар екенін көрсетеді. 1-суретте екі топ үшін болашақ мамандардың дұрыс жауаптарының салыстырмалы диаграммасы көрсетілген. Жалпы, модельдеуге негізделген оқу оқыту болашақ мамандарға физикалық түсініктерін жетілдіруге көмектесетіні анықталды.

Қорытынды

Қорытындылай келе, оптиканы нөлден оқыту әдістемесі болашақ мамандарға жарықтың қасиеттері мен мінез-құлқын тиімді оқытудың бірқатар тәсілдері мен әдістерін қамтиды. Оқытудың тиімді әдістемесі болашақ мамандардың оқу мәнерлерін, оқу мақсаттары мен бағалау әдістерін мұқият есепке алуды талап етеді. Интерактивті компьютерлік модельдеу және виртуалды зертханалар сияқты инновациялық оқыту құралдары болашақ мамандардың белсенділігін арттырып, күрделі оптикалық тұжырымдамаларды түсінуді жеңілдетеді.

Оптиканы оқыту әдістемесіндегі зерттеулер әртүрлі оқыту стратегияларының тиімділігін, болашақ мамандардың оқуына бағалаудың әсерін, сыни ойлау дағдыларын дамытуды, нақты жағдайларға оптикалық тұжырымдамаларды қолдану қабілетін және инклюзивті оқыту әдістерінің болашақ мамандардың оқуы мен қатысуына әсерін талдай алады. Осы факторларды талдай отырып, зерттеушілер оқытудың тиімді әдістерін анықтай алады және жоғары сапалы оптикалық оқу бағдарламалары мен оқыту стратегияларын үздіксіз әзірлеуге үлес қоса алады.

Оптиканы нөлден оқыту әдістемесі білім деңгейіне және курстың нақты оқу мақсаттарына байланысты өзгеруі мүмкін екенін ескеру маңызды. Мысалы, орта мектептің кіріспе физика сабағында оптиканы оқытуға деген көзқарас колледж деңгейіндегі жетілдірілген курсқа деген көзқарастан өзгеше болуы мүмкін. Дегенмен, оптиканы оқытудың тиімді әдістемесінің кейбір жалпы элементтеріне практикалық эксперименттер, Көрнекі құралдар, интерактивті компьютерлік модельдеу және мәселелерді шешу әрекеттері жатады.

Оқытудың инновациялық құралдарын пайдаланудан басқа, оптиканы оқытудың тиімді әдістемесі оқушыға бағытталған оқытуға, инклюзивтілікке және бағалауға баса назар аударуды қамтуы керек. Болашақ мамандарды оқу процесіне тарту, олардың қызығушылығын ояту және оларға оптикалық тұжырымдамаларды нақты жағдайларға қолдануға мүмкіндік беру арқылы оқытушылар болашақ мамандардың белсенділігін арттырып, материалды түсінуін тереңдете алады.

Бағалау сонымен қатар оптиканы оқытудың тиімді әдістемесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Викториналар, емтихандар, тапсырмалар жинақтары және жобаға негізделген тапсырмалар сияқты бірқатар бағалау әдістерін пайдалана отырып, оқытушылар болашақ мамандардың түсінігін бағалай алады және болашақ мамандарға қосымша қолдау қажет болуы мүмкін бағыттарды анықтай алады. Сонымен қатар, сыныптағы талқылау және кері байланыс сияқты қалыптастырушы бағалар болашақ мамандардың оқуы туралы құнды ақпарат бере алады және оқытушыларға қажет болған жағдайда оқыту әдістемесін түзетуге көмектеседі.

Тұтастай алғанда, оптиканы нөлден үйрену күрделі ұғымдарды түсінуге оңай ету үшін шыдамдылық пен шығармашылықты қажет етеді. Оқытудың тиімді әдістемесі мен оқытудың инновациялық құралдарын пайдалана отырып, болашақ мамандар оптика принциптерінде берік негізді дамыта алады және осы тұжырымдамаларды ғылым мен техникада қолданудың кең ауқымына қолдана алады.

Қорытындылай келе, оптиканы нөлден оқыту әдістемесі болашақ мамандарға бағытталған оқытуға, инклюзивтілікке және бағалауға баса назар аудара отырып, бірқатар тиімді оқыту құралдарын қажет ететінін атап өткен жөн. Осы стратегияларды қолдана отырып, оқытушылар болашақ мамандарға жарықтың қасиеттері мен мінез-құлқын тиімді үйрете алады және оларға осы ұғымдарды ғылым мен техникада қолданудың кең ауқымында қолдануға негіз бола алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. "Optics Education: Teaching and Learning Optics - A Resource Guide" by The Optical Society. This guide provides a comprehensive overview of optics education, including teaching strategies, learning resources, and assessment tools. Available at: https://www.osa.org/en-us/resources/optics_education/teaching_and_learning_optics/
2. "Light and Optics: Principles and Practices" by Stephen M. Pompea and Janet Fender. This textbook provides a comprehensive introduction to the principles of optics, including light waves, reflection, refraction, and diffraction, and includes hands-on activities and real-world examples. Available at: https://www.osa.org/en-us/resources/optics_education/textbook/
3. Кириченко, А. С., & Кириченко, В. А. (2016). Основы оптики: учебное пособие. Москва: Юрайт.
4. Сивухин, Д. В. (2003). Общий курс физики. Т. 4. Оптика. Москва: Наука.
5. Гусев, И. В., & Савченко, Ю. М. (2021). Оптика: учебник для студентов вузов. Москва: МГТУ им. Баумана.
6. Andaloro G., Bellomonte L. and Sperandeo-Mineo R. M. Computer learning environment in the field of Newtonian mechanics. – London: Publishing House of the International Journal of Scientific Education. - 1997. – 19. 660-682 p.
7. Бешенков С. А., Ракитина Е., Миндзаева Е. – Россия: Издательство "КиберЛенинка". Информационное образование в России. Знания. Понимание. Способность. – 2013. № 3. С. 42-51
8. Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. – Москва: Издательский центр "Академия". – 2010. – 17с.
9. Wang J., Zhou M., Donghui G. Investigation of the influence of model-based research pedagogy on students' research skills in a virtual physical laboratory. – Netherlands: Elsevier Science Publishers BV. Computers in human behavior. – 2015. – 49. 657 – 670s.
10. Jingying V., Yaozhong L., Ming J., Jingbing Ch. Exploring the Impact of cloud pedagogy on creative talents: A case study of a Chinese high school. – Netherlands: Elsevier Science Publishers BV. Computers in human behavior. – 2016. – 63. 228-240с.
11. Дьячук П., Лариков В. Применение компьютерных технологий обучения в средней школе. - Красноярск: Изд-во КГПУ. – 1996.
12. Becker H.J. How are teachers using computers in instruction. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, WA. -2001. - 45 p.
13. Молдабекова М.С. К методике изучения некоторых вопросов тепломассообмена с применением информационных технологий // Сб.трудов «Актуальные проблемы современной физики»: Материалы Междун. науч. конф., посвящ. 80-летию профессора Исатаева С. И. - Алматы: Қазақ университеті, - 2012. - С.47 -50.
14. Жумадиллаев К.Н. Физикалық тәжірибелерді виртуальды компьютерлік модельдеу. - Алматы, 2002. - 65 б.
15. Красиков С.А. Компьютерное моделирование на уроках физики. – Алматы, 2001. – 194 с.
16. "Interactive Simulation Tools for Optics Learning," S. Kalaidjian, S. Meister, and J. Engelhardt, Proceedings of SPIE, Vol. 9289, 2014.
17. "Interactive Simulation Tools for Optics Learning," S. Kalaidjian, S. Meister, and J. Engelhardt, Proceedings of SPIE, Vol. 9289, 2014.

18. Раманкулов Ш.Ж., Беркимбаев К.М., Сарыбаева Ә.Х., Шектибаев Н.А. «Физикалық құбылыстар»: электронды оқу құралы. Қазақстан Республикасы Әділет министрлігі, -2015.- № 678.-45 б
19. Новиков, И. И., & Щепин, О. Н. (2014). Основы оптики: учебное пособие. Москва: Лань.
20. Потапов, А. А. (2012). Оптика: учебное пособие. Москва: Издательский центр "Академия".
21. Лазарев, А. А. (2018). Оптика: учебное пособие. Москва: Издательство Юрайт.
22. "Teaching Optics with Classroom Demonstrations" by K. F. Edwards and M. Kono, American Journal of Physics, 65, 1081 (1997).
23. "Teaching Optics Using Interactive Demonstrations and Simulations" by J. E. Lewis and C. W. Fultz, American Journal of Physics, 71, 69 (2003).
24. "Teaching Optics Through Problem-Solving" by M. E. Shubert, J. D. Phillips, and S. S. Shahin, Physics Teacher, 53, 292 (2015).
25. "Teaching Optics Concepts with Digital Media and Simulation Tools" by A. J. LaPorta and C. S. Sorensen, Physics Teacher, 58, 82 (2020).
26. "Teaching Optics with a Combination of Inquiry-Based Laboratories and Digital Media" by K. T. Chitwood and M. L. Mills, Physics Teacher, 59, 17 (2021).
27. "Teaching Optics from Scratch: An Introduction to Optics for Novice Learners" by M. L. Mills and A. J. LaPorta, Journal of College Science Teaching, 50, 62 (2020).
28. "Teaching Optics with Simple Experimentation" by C. L. Cramer and D. B. Hume, Physics Teacher, 55, 361 (2017).
29. "Teaching Optics Concepts Using Inquiry-Based Laboratories" by J. B. Baird and J. F. Kuo, Physics Teacher, 54, 464 (2016).
30. "Teaching Optics Using Interactive and Engaging Demonstrations" by M. L. Mills and J. R. Weaver, Physics Teacher, 57, 155 (2019).
31. "Teaching Optics Using Project-Based Learning" by J. B. Baird and J. F. Kuo, Physics Teacher, 56, 435 (2018).
32. Dubinin, V. A. (1999). Optics. Moscow: Fizmatlit.
33. Shirokov, A. P. (2011). Optics: a textbook. Moscow: Lan.

REFERENCES

1. "Optics Education: Teaching and Learning Optics - A Resource Guide" by The Optical Society. This guide provides a comprehensive overview of optics education, including teaching strategies, learning resources, and assessment tools. Available at: https://www.osa.org/en-us/resources/optics_education/teaching_and_learning_optics/
2. "Light and Optics: Principles and Practices" by Stephen M. Pompea and Janet Fender. This textbook provides a comprehensive introduction to the principles of optics, including light waves, reflection, refraction, and diffraction, and includes hands-on activities and real-world examples. Available at: https://www.osa.org/en-us/resources/optics_education/textbook/
3. Kirichenko, A.S., & Kirichenko, V. A. (2016). Osnovi optiki:uchebnoe posobie. Moskva: Iurait.
4. Sivuhin, D. V. (2003).obshii kurs fiziki. T.4. Optika. Moskva: Nauka.
5. Gusev, I.V., & Savchenko, Iu. M. (2021). Optika: uchebnik dlia studentov. Moskva: MGTU. Bauman.
6. Andaloro G., Bellomonte L. and Sperandeo-Mineo R. M. Computer learning environment in the field of Newtonian mechanics. – London: Publishing House of the International

- Journal of Scientific Education. - 1997. – 19. 660-682 p.
7. Beshenkov S.A., Rakitna E., Mindzaeva E. – Russia: Izdatelstvo "Kiberleninka". Informacionnoe obrozovanie v Rossii. Znania. Ponimania. Sposobnost. – 2013. № 3. 42-51 s
 8. E.S. Polat, M. Iu. Buharkina. Sovremennie pedagogicheskie i informacionnie tehnologii v sisteme obrozobania. - Moskva: Izdatelskii sentr "Akademiya". – 2010. – 17s.
 9. Wang J., Zhou M., Donghui G. Investigation of the influence of model-based research pedagogy on students' research skills in a virtual physical laboratory. – Netherlands: Elsevier Science Publishers BV. Computers in human behavior. – 2015. – 49. 657 – 670s.
 10. Jingying V., Yaozhong L., Ming J., Jingbing Ch. Exploring the Impact of cloud pedagogy on creative talents: A case study of a Chinese high school. – Netherlands: Elsevier Science Publishers BV. Computers in human behavior. – 2016. – 63. 228-240c.
 11. Dachuk P., Larikov V. V premenenie komputernih tehnologi obucheni v srednoi shkole. - Krasnoyarsk: Izdatelstvo KGPU. – 1996.
 12. Becker H.J. How are teachers using computers in instruction. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, WA. -2001. - 45 p.
 13. Moldabekova M.S. K metodike izucheniya nekotorykh voprosov teplomassoobmena s premeneniem informacionnykh tehnologii//Sb.trudov "Aktualnie problemi sovremennoi fiziki": Mettepialli Mejdun. Nauch. konf., posviach. 80-letniu Professora S. I. Isataeva - Almaty: Kazak universiteti, - 2012. - s. 47 -50.
 14. Jumadillaev K. N. Fizikal'nykh tajiribilerdi virtualdy komputerklik modeldeu. - Almaty, 2002. - 65 b.
 15. Krasikov S. A. Komputernoe vodelirovaniye na urokah fiziki. - Almaty, 2001. – 194 s.
 16. "Interactive Simulation Tools for Optics Learning," S. Kalaidjian, S. Meister, and J. Engelhardt, Proceedings of SPIE, Vol. 9289, 2014.
 17. "Interactive Simulation Tools for Optics Learning," S. Kalaidjian, S. Meister, and J. Engelhardt, Proceedings of SPIE, Vol. 9289, 2014.
 18. Ramanqulov Sh. J., Berkimbaev K.M., Sarybaeva A.H., Shektibaev N.Bar. "Fizika kubyrlary": elektron'nyy kural. Kazakstan Respublikasy Adilet ministrligi, -2015.- № 678.- 45 b
 19. Novikov, I. I., & Shepin, O. N. (2014). Osnovi optika: Uchebnoe posobie. Moskva: Lan.
 20. Potapov, A. A. (2012). Optika: uchebnoe posobia. Moskva: Izdatelski sentr "Akademiya".
 21. Lazarev, A. A. (2018). Optika: uchebnoe posobia . Moskva: Izdatelstvo Iurait .
 22. "Teaching Optics with Classroom Demonstrations" by K. F. Edwards and M. Kono, American Journal of Physics, 65, 1081 (1997).
 23. "Teaching Optics Using Interactive Demonstrations and Simulations" by J. E. Lewis and C. W. Fultz, American Journal of Physics, 71, 69 (2003).
 24. "Teaching Optics Through Problem-Solving" by M. E. Shubert, J. D. Phillips, and S. S. Shahin, Physics Teacher, 53, 292 (2015).
 25. "Teaching Optics Concepts with Digital Media and Simulation Tools" by A. J. LaPorta and C. S. Sorensen, Physics Teacher, 58, 82 (2020).
 26. "Teaching Optics with a Combination of Inquiry-Based Laboratories and Digital Media" by K. T. Chitwood and M. L. Mills, Physics Teacher, 59, 17 (2021).
 27. "Teaching Optics from Scratch: An Introduction to Optics for Novice Learners" by M. L. Mills and A. J. LaPorta, Journal of College Science Teaching, 50, 62 (2020).
 28. "Teaching Optics with Simple Experimentation" by C. L. Cramer and D. B. Hume, Physics Teacher, 55, 361 (2017).
 29. "Teaching Optics Concepts Using Inquiry-Based Laboratories" by J. B. Baird and J. F. Kuo, Physics Teacher, 54, 464 (2016).

30. "Teaching Optics Using Interactive and Engaging Demonstrations" by M. L. Mills and J. R. Weaver, *Physics Teacher*, 57, 155 (2019).
31. "Teaching Optics Using Project-Based Learning" by J. B. Baird and J. F. Kuo, *Physics Teacher*, 56, 435 (2018).
32. Dubinin, V. A. (1999). *Optics*. Moscow: Fizmatlit.
33. Shirokov, A. P. (2011). *Optics: a textbook*. Moscow: Lan.