

- кий : Кам'янець-Подільський національний університет, 2008. – Вип. 14: Інновації в навчанні фізиці та дисциплін технологічної освітньої галузі: міжнародний та вітчизняний досвід. – С. 28-31.
7. Сидоренко Е.В. Методи математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. – СПб. : ООО Речь, 2002. – С. 1-200.
 8. Стеченко Д.М. Методология научных исследований : підручник / Д.М. Стеченко, О.С. Чмир. – К. : Знання, 2005. – 309 с.
 9. Шейко В.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності : підручник / В.М. Шейко, Н.М. Кушнаренко. – 4-е вид., випр. і доп. – К. : Знання, 2004. – 307 с.

УДК 378.14

О. А. Рогожникова

Калужский государственный университет имени К. Э. Циолковского

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ТЕМЕ «ОПТИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ» В УРОВНЕВОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

В статье рассмотрены актуальные аспекты формирования самостоятельности будущего учителя физики, описан разработанный исследовательский эксперимент (лабораторный практикум) по теме «Оптическая голография», базирующийся на современных достижениях физической оптики.

Ключевые слова: образовательный процесс, самостоятельная работа, профессиональная компетентность, оптическая голография.

Согласно ФГОС ВПО, будущий учитель физики с точки зрения профессиональной компетенции должен владеть физическими методами исследования; уметь работать с объектами в природных и лабораторных условиях; уметь адаптировать физические знания и умения к целям и задачам школьного образования; обладать организационно-деятельностными умениями, необходимыми для развития своих творческих способностей и повышения квалификации; осуществлять профессиональное самообразование и личностный рост [1-3].

Для этого в ходе обучения будущих преподавателей должны развиваться их самостоятельность и творческая активность. Развитие профессиональной самостоятельности способствует обогащению личности новыми ценностями, мотивами, целями и способами педагогического поведения, помогает получить более глубокие и прочные знания, развивает умственные способности [4].

Одним из методов развития самостоятельности будущих учителей является физический эксперимент, который формирует исследовательские компетентности [5]. Опыт исследовательской деятельности является необходимой составляющей подготовки педагогических кадров по физике [5-7]. С целью развития исследовательских компетентностей бакалавров педагогического образования (профиль «Физика») [8-10] нами разрабатывается лабораторный практикум (исследовательский эксперимент) «Волновая оптика».

Во второй половине XX столетия оптика получила существенное развитие, возникли новые научные направления, такие как лазерная и нелинейная оптика, волоконно-интегральная оптика, оптическая голография, фотоника, оптоэлектроника и нанооптика [11]. Достижения этого раздела физики находят применение в электронике, информатике, связи, вычислительной технике, медицине, машиностроении, энергетике.

Ранее мы рассмотрели лабораторные эксперименты «Создание и исследование (интегрального) волновода» [12] и «Исследование эффекта Гальбота» [13], разработанные в рамках данного авторского практикума. В этой статье мы обсудим лабораторный эксперимент «Создание и исследование радужных голограмм Бентона» по теме «Оптическая голография».

До 85% информации об окружающем мире человек получает с помощью органов зрения, причем глазом воспринимаются три параметра света: интенсивность, спектральный состав (цвет) и направленность. Органы зрения, как и «обычная» фотография, не фиксируют фазу световой волны, то есть информацию об объемных характеристиках объекта.

В 1947 году Деннис Габор предложил новый метод фотографического хранения информации, названный им голографией. Он основан на регистрации интерференционной картины, образованной световой волной, рассеянной

In the article the results of the searching, establishing and forming stages of research of problem of forming of independence of senior pupils are resulted in the studies of physics. Authenticity of research results is provided the methodological ground of initial positions; by the use psychology-pedagogical to the tool; by accordance of select methods of research his purpose and tasks.

Key words: student, cognitive independence, cognition, physics, methods of mathematical statistics.

Отримано: 28.09.2012

объектом («объектная волна») и когерентной с ней «опорной волной» [14]. Развитие голографии сдерживалось отсутствием необходимого источника когерентного света. Создание оптических квантовых генераторов (лазеров), позволяющих генерировать мощное излучение с высокой степенью когерентности, обеспечило широкое использование данного метода записи информации.

Фотографическая запись голографической картины – голограмма содержит информацию как об амплитудах, так и о фазах рассеянных световых волн. Различают тонкослойные голограммы (голограммы Габора) и толстослойные голограммы (голограммы Денисюка) [14, 15].

Толстослойные (объемные) голограммы были предложены Юрием Денисюком в 1962 году; толщина их фоточувствительного слоя значительно превышает длину световой волны. Они записываются в лазерном свете с применением встречных объектного и опорного пучков. Голограммы Денисюка обладают спектральной селективностью и позволяют восстанавливать одноцветное (монокромное) изображение в белом свете, но их тиражирование ограничено технологическими сложностями и высокой себестоимостью [15].

Тонкослойные (плоские) голограммы Габора содержат фоточувствительный слой, толщина которого значительно меньше длины световой волны. Метод их получения попутными (сходящимися) когерентными световыми пучками предложили в 1964 году Эмметт Лейт и Юрис Упатниекс [16]. Метод технологически несложен (рис. 1) и допускает относительно дешевое копирование (размножение голограмм).

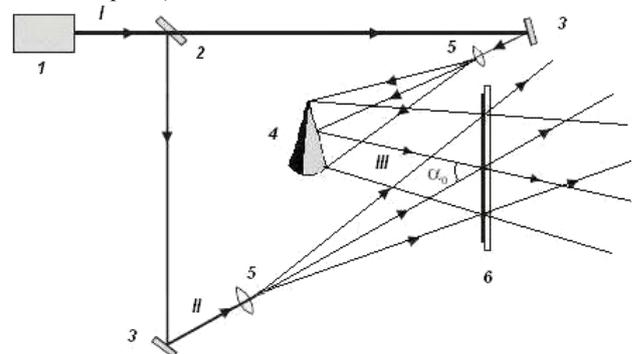


Рис. 1. Оптическая схема записи голограммы в попутных пучках Лейта-Упатниекса: 1 – лазерный источник, 2 – делитель лазерного пучка, 3 – зеркало, 4 – объект, 5 – линза, 6 – фотопластина; I – лазерный пучок, II – опорный пучок, III – предметный пучок

Недостатком голограмм Габора является отсутствие спектральной селективности (рис. 2), поэтому для качественного восстановления изображения тонкослойной (пло-

скої) голограмми необходимо использование когерентного (лазерного) излучения.

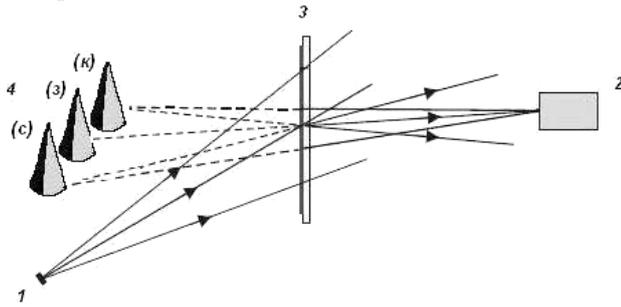


Рис. 2. Оптическая схема восстановления голографического изображения в белом свете: 1 – источник белого света, 2 – наблюдатель, 3 – голограмма, 4 – мнимые голографические изображения (к – красное, з – зеленое, с – синее)

В 1969 году Стефен Бентон предложил эффективный способ уменьшения информационной емкости голограмм Габора с сохранением объемности воспринимаемого изображения [17]. Особенность данного метода – два последовательных этапа записи тонкослойной голограммы. На первом этапе методом Лейта-Упатниекса записывается обычная голограмма (рис. 1).

На втором этапе (рис. 3) формируется вторичная голограмма – одновременным экспонированием фоточувствительного слоя (фоторезиста) объектным световым пучком и когерентным опорным пучком. При этом восстанавливается как ортоскопическое изображение объекта (распределение разности фаз на поверхности изображения объекта соответствует распределению фаз на поверхности объекта [18]), так и объемное изображение, ограниченное узкой полоской первичной голограммы.

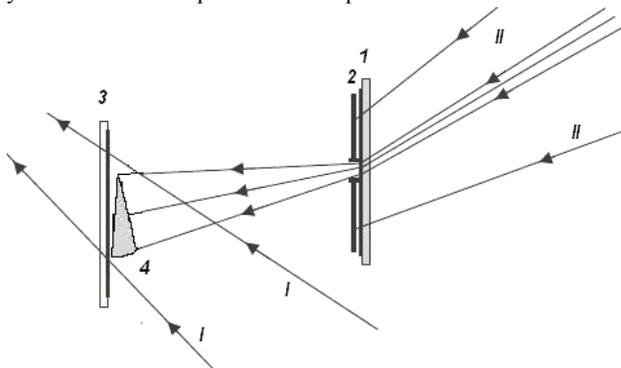


Рис. 3. Оптическая схема записи радужной голограммы Бентона: 1 – голограмма, 2 – экран с горизонтальной щелью, 3 – фоторезист, 4 – голографическое изображение (действительное); I – опорный пучок, II – восстанавливающий пучок

Записанное на голограмме изображение объекта восстанавливается белым светом (но только в плоскости щели, сформировавшей полоску первичной голограммы). При этом глаз видит монохроматическое изображение, восстановленное светом определенной длины волны (рис. 4). При изменении угла наблюдения (повороте голограммы) меняются условия дифракции: тем самым обеспечивается возможность наблюдения восстановленных изображений последовательно во всех цветах радуги. Поэтому голограммы Бентона называют радужными голограммами [18, 19].

К преимуществам радужных голограмм относится возможность массового тиражирования за счет перевода поверхностного рельефа голограмм в металлическую копию с последующим тиснением на полимерных материалах. Благодаря способности восстанавливать яркие изображения при освещении белым светом, такие голограммы успешно используются в полиграфии, рекламе, декоративном оформлении, для защиты продукции [18, 19].

Недостатком метода Бентона является то, что записывается голограмма не самого объекта, а его действительного изображения, создаваемого объективом вблизи фотоматериала. Это существенно уменьшает угловые размеры зоны наблюдения, которые ограничены угловой апертурой

проецирующего объектива. Другой недостаток метода заключается в увеличении уровня шумов, вызванных дополнительной перезаписью изображения [18, 19].

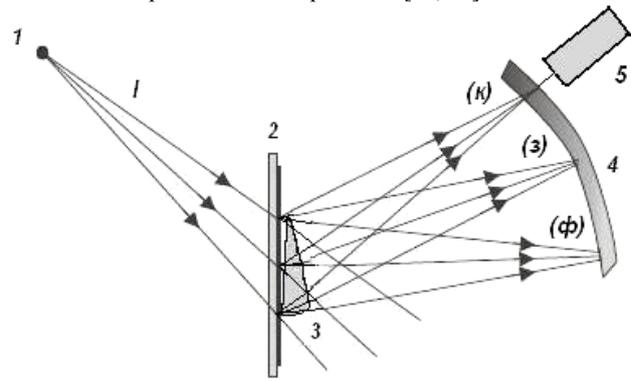


Рис. 4. Оптическая схема восстановления в белом свете цветных изображений с радужной голограммы Бентона: 1 – источник белого света, 2 – голограмма, 3 – голографическое изображение, 4 – радужная полоса (к – красный, з – зеленый, ф – фиолетовый свет), 5 – наблюдатель; I – восстанавливающий пучок

Позже были разработаны одноступенчатые процессы получения радужных голограмм, основанные на использовании схемы записи голограммы сфокусированных изображений [20].

В этой схеме для получения радужного эффекта при восстановлении изображения на этапе записи голограммы используется щелевая апертура, которая размещается у линзы, формирующей действительное изображение объекта (рис. 5).

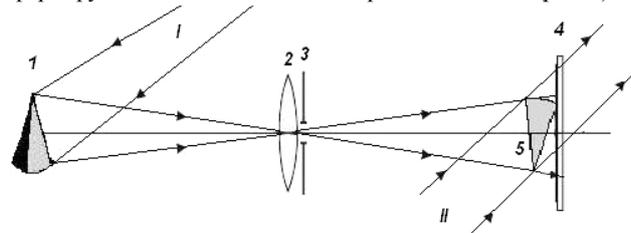


Рис. 5. Одноступенчатая схема записи радужной голограммы: 1 – объект, 2 – линза, 3 – щелевая диаграмма, 4 – фотопластина, 5 – изображение объекта; I – предметный пучок, II – опорный пучок

В разработанном нами лабораторном эксперименте перед студентами ставится задача: изучить физические принципы оптической голографии и экспериментальных методов голографической записи и восстановления объемного изображения. Его цели:

- *дидактические:* ознакомление с понятием голографии, изучение исторического опыта записи радужных голограмм; изучение области применения радужных голограмм;
- *развивающие:* развитие познавательного интереса посредством изучения материала; развитие умения студентов выделять главное; развитие интереса к чтению дополнительной литературы через организацию самостоятельной работы дома;
- *воспитательные:* формирование убежденности студентов в ценности научных знаний; развитие эстетического вкуса у студентов.

В соответствии с принципами исследовательского обучения [5-8], разработанный нами исследовательский эксперимент (лабораторный практикум) включает в себя ряд этапов:

- постановка проблемы;
- изучение теории, посвященной данной проблематике;
- подбор методик исследования и практическое овладение ими;
- проведение эксперимента и анализ его результатов;
- собственные выводы.

На первом этапе студентам формулируется задача экспериментального исследования процесса записи голограммы одноступенчатым методом и восстановления полученного изображения белым светом.

Второй этап формирует навыки самостоятельной работы, в ходе его выполнения студенты должны:

- изучить и проанализировать литературные данные о принципах голографии, видах голограмм и их применении, о методах записи радужных голограмм;
- изучить основные оптические явления, на которых основана запись голограммы;
- изучить основные отличия голограммы от фотографии.

Третий этап развивает творческую активность и предусматривает:

- анализ преимуществ и недостатков различных методов голографической записи;
- ознакомление с предложенной схемой записи радужной голограммы;
- исследование зависимости расстояния между щелями на решетке от фокусного расстояния линз при разных размерах щели.

На четвертом этапе применяются знания, полученные на предыдущих этапах:

- собирается оптическая схема (рис. 6);
- проводится запись изображения при различных положениях решетки между линзами;
- сравниваются полученные голограммы.

На заключительном пятом этапе студентами делаются выводы по полученным данным.

В данном практикуме происходит накопление знаний при последовательном переходе от одного этапа к другому, что повышает уровень познавательной самостоятельности студентов.

Исследовательский эксперимент проводится по модифицированной схеме записи радужной голограммы (рис. 6), предложенной в [18]. Она является одноступенчатой и включает два одинаковых объектива, образующих афокальную оптическую систему. Такая оптическая система позволяет записывать на одну голограмму с одинаковым увеличением и разрешением как ортоскопическое изображение, так и псевдоскопическое изображение (где распределение разности фаз на поверхности изображения объекта зеркально по отношению к распределению разности фаз на поверхности объекта).

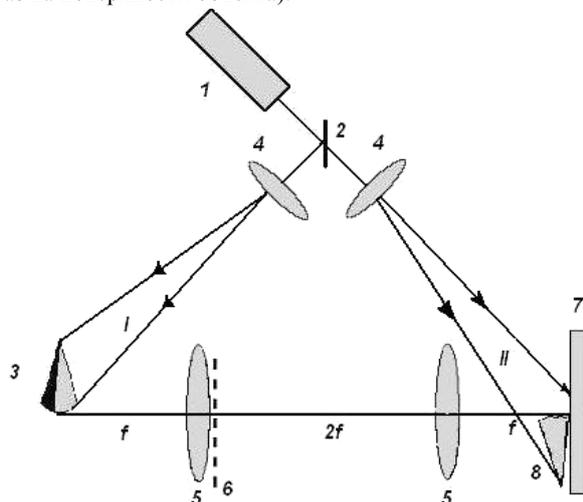


Рис. 6. Оптическая схема записи радужной голограммы в исследовательском эксперименте: 1 – лазерный источник, 2 – делитель лазерного пучка, 3 – объект, 4 – расширяющая линза, 5 – линза, 6 – решетка Ранки, 7 – фотопластина, 8 – изображение объекта; I – предметный пучок, II – опорный пучок, f – фокусное расстояние линзы 5

Известно, что для оптимального наблюдения изображения и уменьшения спектр-шума щель должна быть размером ≈ 4 мм (диаметр зрачка глаза) и располагаться на расстоянии наилучшего зрения $L = 0,3$ м [19]. Так как щель небольшого размера, то часть энергии лазерного излучения теряется и мал угол обзора изображения объекта.

Для устранения этих недостатков, а также для увеличения разрешающей способности голограммы, в схему внесена

модификация: вместо одной щели используются несколько щелей (решетка Ранки), расположенных в одной плоскости так, чтобы изображения объекта накладывались одно на другое. Использование множества щелей увеличивает угол обзора и разрешающую способность голограммы, а также уменьшает потери энергии лазерного излучения при записи, что позволяет использовать лазер меньшей мощности.

Решетку Ранки получают фотографическим способом, при этом предварительно исследуется зависимость расстояния между щелями h от фокусного расстояния линз при разных размерах щели a . Угол апертуры для используемой схемы выражается формулой $\alpha = a/2f$ [18]; с другой стороны, из геометрических построений (рис. 7) $\alpha = h/2L$. Таким образом, параметры изготавливаемой решетки можно рассчитать по формуле $h = aL/f$.

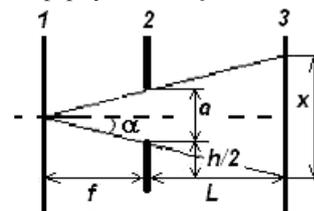


Рис. 7. Схема прохождения светового луча через щель решетки Ранке: 1 – линза; 2 – решетка Ранки, 3 – плоскость наблюдения; a – ширина щели, h – расстояние между щелями, L – расстояние от наблюдателя до решетки, f – фокусное расстояние линзы, x – ширина изображения щели

Модифицированная схема записи голограммы (рис. 6) включает две одинаковые линзы (объективы) и решетку Ранки, которую можно перемещать между ними. Если она окажется позади первого объектива, но перед его фокусом, то изображение щели окажется за голограммой и записанное изображение будет ортоскопическим. Смещая решетку ко второму объективу, получаем псевдоскопическое изображение.

Пучок света от лазерного источника попадает в полупрозрачное зеркало (2), где происходит его деление на два пучка одинаковой интенсивности: один пучок (I) – предметный, второй (II) является опорным. С помощью расширяющих линз (4) пучки расширяются. Затем предметный пучок I падает на объект (3), отражается от него и с помощью оптической системы из линз (5) и решетки Ранки (6), помещенной либо за первой линзой (для получения ортоскопического изображения), либо перед второй линзой (для получения псевдоскопического изображения) проецируется на фотопластинку (7). На фотопластинке с помощью опорной волны (II) происходит запись голограммы.

Включение в содержание курса физики темы «Оптическая голография» представляет интерес для студентов, нацеленных на углубленное изучение физики и техники, оно поддерживает концепцию личностно-ориентированного образования. Кроме этого, голография является наглядной демонстрацией фундаментальных явлений оптики – интерференции и дифракции. Методологическая значимость данной темы также обусловлена широким практическим использованием голографии как принципиально нового изобразительного средства, способа хранения, обработки и представления информации.

Применение исследовательского эксперимента на занятиях по физике способствует развитию исследовательской деятельности, творческих способностей и мышления будущих бакалавров педагогического образования по профилю «Физика», так как исследовательский эксперимент является эффективным инструментом формирования профессиональной компетентности в сфере педагогического образования.

Список использованных источников:

1. Ларионова М.В. Формирование общеевропейского пространства высшего образования: задачи для российской высшей школы / М.В. Ларионова, В.Д. Шадриков, Б.В. Железов., Е.М. Горбунова. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2004. – 524 с.
2. Проблемы качества образования. Проектирование образовательных программ высшего профессионального образования на компетентностной основе. – М.-Уфа, 2009. – 325 с.
3. Разработка квалификационных требований (профессионального стандарта) к профессиональной деятельности в

- сфере образования / под ред. В.А. Козырева и Н.Ф. Радионовой. – СПб. : РГПУ им. А.И. Герцена, 2008.
4. Шадриков В.Д. Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход / В.Д. Шадриков // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 8. – С.5-9.
 5. Шашенкова Е.А. Исследовательская деятельность в условиях многоуровневого обучения / Е.А. Шашенкова. – М., 2005.
 6. Шашкина М.Б. Формирование исследовательской деятельности студентов педагогического вуза в условиях реализации компетентностного подхода / М.Б. Шашкина, А.В. Багачук. – Красноярск : КГПУ, 2006.
 7. Хинич И.И. Научно-методическое обеспечение целостности и продуктивности в исследовательском обучении физике при подготовке педагогических кадров / И.И. Хинич. – СПб. : Санкт-Петербург XXI век, 2009. – 231 с.
 8. Середенко П.В. Развитие исследовательских умений и навыков у студентов педагогических вузов / П.В. Середенко // Вестник МПГУ. – 2008. – №1/16. – С.50-53.
 9. Зеличенко В.М. Формирование компетентностей будущих учителей физики на основе исследовательских экспериментов / В.М.Зеличенко, А.Е. Князев, М.А.Червонный // Вестник ТГПУ. – 2007. – Вып.6(69). – С.122-125.
 10. Румбешта Е.А. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся при обучении физике и оценка её сформированности / Е.А. Румбешта, В.З. Мидуков // Вестник ТГПУ. – 2007. – Вып.1(73). – С.103-109.
 11. Ахманов С.А. Физическая оптика / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. – М. : МГУ, 2004. – 654 с.
 12. Рогожникова О.А. Исследовательское обучение физике в бакалавриате и магистратуре педагогического образования / О.А. Рогожникова, К.Г. Никифоров // Вестник Калужского университета. – 2011. – №1. – С.82-87.
 13. Рогожникова О.А. Формирование профессиональной компетентности при подготовке бакалавров физики к работе в профильных классах / О.А. Рогожникова, К.Г. Никифоров // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І. Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський, 2011. – Вип.17. – С.122-123.
 14. Габор Д. Голография / Д. Габор, У.Кок, Дж. Строук // УФН. – 1972. – Т.107, вып.3. – С.443-462.
 15. Денисюк Ю.Н. Принципы голографии / Ю.Н. Денисюк. – Л., 1979. – 123 с.
 16. Лейт Э. Фотографирование с помощью лазера / Э. Лейт, Ю. Упатниекс // УФН. – 1965. – Т.87, вып.3. – С.521-538.
 17. Benton S.A. Hologram reconstructions with extended incoherent sources / S.A. Benton // J. Opt. Soc. Amer., 1969. – Vol.59. – #11. – P.1545-1547.
 18. Марипов А. Радужная голография / А. Марипов. – Фрунзе : Илим, 1988. – 148 с.
 19. Рябухо В.П. Радужные голограммы / В.П. Рябухо // Физическое образование в вузах. – 2003. – Т.9, вып.4. – С.88-99.
 20. Grover C.P. Lensless one step rainbow holography with a synthesized masking slit / C.P. Grover C.P., R.A. Lessard, P. Tremblay / Appl. Optics. – 1983. – Vol. 22. – P.3300-3304.

The article presents the actual aspects of formation of professional competence at physics teacher training. Research experiment in "Optical holography" is described based on modern physical optics achievements.

Key words: educational process, professional independence, professional competence, optical holography.

Отримано: 14.06.2012

УДК 373.5.16:53

О. М. Семерня

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

МЕТОДОЛОГІЯ ДІЄВОГО НАВЧАННЯ: ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

У статті описані основи методології навчання фізики в аспекті формалізації пізнавальної діяльності студентів. Наводяться приклади використання навчально-методичних завдань з методики фізики, складання і розв'язування фізичних завдань через формалізми у знаннях учнів.

Ключові слова: компетенції, методологія, формалізація, спеціальні методи.

Постановка проблеми у загальному вигляді, зв'язок із науковими і практичними завданнями. Створення нової моделі фізичної освіти спричинюється вимогами переходу країни до стандартів Європейського союзу. Теперішній період у навчально-пізнавальній діяльності студентів визначається виробленням професійних компетентностей з перших днів перебування у вищому закладі освіти. Формування особистісних якостей майбутнього фахівця відбувається у процесі активного залучення до професійної діяльності на студентських лавах. Таке занурення у діяльність провокує і виробляє звичку до постійного саморозвитку, самореалізації у наступній кваліфікаційній роботі. Досить великого набуває підвищення державного значення у професії значення вчителя. Як показує практика, чим більше розвивається українське суспільство, тим менше молодих людей виявляють бажання бути вчителями. Серед модних професій сьогодення виступають: юристи, фінансисти, бухгалтери, програмісти, історики, політологи, менеджери, дизайнери тощо. І уже зараз у школах вчитель-предметник функціонує як людина, що займає час дитини поки батьки зайняті роботою. Підвищити значення професії вчителя можна через оновлення змісту освіти, через практичне використання теоретичних знань у педагогічній діяльності.

Удосконалення особистості вчителя уможливується через впровадження функцій педагога у русло керівника-менеджера освіти. Спрощення пізнавальних активів під час навчання учнів, зменшення кількості часу на вивчення шкільного матеріалу, економія психофізіологічних ресурсів підлітків розв'яже проблему перенасичення школою і небажанням учитись. Якість освіти у даному випадку збільшується за рахунок активної діяльності учнів у аудиторіях

із використанням інноваційних прийомів, методик управління пізнанням.

Впровадження нових методологій дієвого навчання зацікавить учнів у навчанні та вчителів у викладанні шкільного матеріалу тому, що вони функціонують на принципі природо доцільності існування індивіда. Предмет «Фізика» ілюструє використання інноватик природним способом: через пояснення і аналогію з явищами, законами і закономірностями природи. Фізика розвиває допитливість, творчість мислення учнів тому, що відповідає на ряд питань: чому, як, який, – тобто на питання про функціонування навколишнього світу. Ці питання впливають на розвиток конкурентоспроможності особистості, на вибір підприємницької діяльності, на реальну підготовку до життєдіяльності індивіда. Вчитель пропонує у цьому випадку рольову модель майбутньої життєдіяльності підлітка. Отже, вивчення методології дієвого навчання фізики – актуальна тематика розвитку й оновлення змісту освіти в акцентах формування професійних компетентісно-світоглядних якостей особистості майбутнього вчителя фізики.

Аналіз основних досліджень. Активними пошуками відповіді на питання про удосконалення змісту і якості фізичної освіти займалися і займаються ряд учених-дослідників: П.С. Атаманчук, Л.Ю. Благодаренко, С.П. Величко, В.Д. Заболотний, О.І. Іваніцький, О.І. Ляшенко, М.Т. Мартинюк, Ю.М. Оришин, А.І. Павленко, Т.М. Попова, В.Ф. Савченко, М.І. Садовий, В.Д. Сиротюк, В.П. Сергієнко, Н.Л. Сосницька, Б.А. Сусь, В.Д. Шарко, М.І. Шут та інші особистості вчених.

Кафедрою методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі (Кам'янець-Подільський наці-