

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Zhurnal ministerstva narodnogo prosveshcheniya
Has been issued since 1834.
ISSN: 2409-3378
Vol. 4, Is. 2, pp. 83-91, 2015

DOI: 10.13187/Zhmnp.2015.4.83
www.ejournal18.com



UDC 530.145(07)

Design Technology Methodical System of the Subject Competence Formation Among Senior Pupils on Quantum Physics

Sergii I. Tereschuk

Uman State Pedagogical University named after Pavlo Tychyna, Ukraine
PhD (Pedagogical), Associate Professor
20300, Lenin's Iskra st., 21-D, ap. 65, Uman
E-mail: s.i.tereschuk@gmail.com

Abstract

The article deals with the methodological aspects of designing of methodical system of formation of students subject competence on Quantum Physics. Particular examples show how to carry out the formation of competencies, based on the designing of methodology of the Quantum Physics study with pre-selected educational technologies.

Keywords: educational competency, quantum theory, method of studying of quantum physics in high school, methodical system of studying of quantum physics, designing of methodical system.

Введение

Теоретическая модель предлагаемой методической системы должна соответствовать критерию технологичности, что требует возможность воспроизвести данную модель при соблюдении предусмотренных критериев. Для их определения нами было предложено технологию проектирования методической системы формирования предметной компетентности по квантовой физике.

Исследователями компетентного подхода в обучении доказано, что в основе отбора и конструирования системы методов обучения лежит структура соответствующих компетенций и функций, которые они выполняют [3, 4]. Методы, отобранные таким образом, позволяют выстраивать такую учебную деятельность учащихся, в ходе которой они приобретают не только знания и умения, но и компетенции, то есть приобретённые в процессе обучения интегрированные способности, которые представляют собой знания, умения, опыт, ценности и отношения, которые целостно реализуются на практике путём решения учебных задач. Однако, по нашему глубокому убеждению, конструирование учебного процесса по формированию компетенций, недостаточно рассматривать на уровне отбора методов обучения. Это связано с тем, что компетентность ученика включает не только когнитивную или операциональную составляющие, но и мотивационную, ценностную, этическую и т.д. Таких составляющих может быть как угодно много. Например, Дж. Равен разработал модель из 143 элементов. Таким образом, формирование компетенций является «уравнением» с бесконечным количеством неизвестных. Для устранения этого препятствия, предлагаем рассматривать формирование компетенций не с позиции отбора

методов обучения, а с опорой на конструирование методической системы с заранее отобранными образовательными технологиями.

Материалы и методы

В нашем исследовании мы опираемся на результаты деятельности рабочей группы украинских учёных и практиков (А. Савченко, Н. Бибик, Л. Ващенко, А. Локшиной, А. Овчарук, Л. Паращенко, А. Пометун, С. Трубачевой), которыми разрабатывались теоретические и прикладные вопросы введения компетентного подхода в систему образования Украины.

Обсуждение

Обоснуем критерии для конструирования методической системы обучения квантовой теории на основе компетентного подхода. С этой целью определим таксономию компетенций, в частности, место предметной компетенции по квантовой физике в системе ключевых и учебно-познавательных компетенций. Затем определим технологию проектирования методической системы, с которой вытекают концептуальные положения отбора и конструирования методов обучения квантовой физике в старшей школе. Для этого:

1. обозначим содержательную компоненту предметной компетентности в части квантовой физики;
2. определим функции компетенций в обучении квантовой физики;
3. определим структуру компетентности по квантовой физике (название, тип, объекты в отношении которых вводится компетентность, способы деятельности в отношении выбранных объектов);
4. обозначим дерево компетенций.

Проведённый ранее анализ компетентного подхода позволяет утверждать, что его категориальная база связана:

- во-первых с идеей целеполагания образовательного процесса, когда компетенции становятся главной общей целью (над- целью), которая призвана объединять получение знаний и умений в новом контексте - применение их в комплексе для приобретения нового опыта;

- во-вторых, содержание образования в свете компетентного подхода выражается четырех-компонентной модели: 1) знания; 2) умение; 3) опыт решения задач (задач, проблемных ситуаций, творческих задач и т.п.); 4) опыт ценностного отношения к полученным знаниям и умений и опыта их использования.

Опираясь на эти выводы, рассмотрим таксономию компетентностей, формирование которых возможно при изучении квантовой физики в старшей школе, что позволит разработать конкретные методические приёмы и методы по формированию соответствующих компетенций.

Указанная таксономия основана на существующей сегодня иерархии компетенций в обучении, тесно коррелирующей с его содержанием. То есть признаком классификации компетенций выступает содержание образования. Традиционно содержание образования делится на три уровня: общепредметное содержание (для всех предметов); межпредметное (для отдельных циклов предметов) и предметное (для отдельных учебных предметов). Аналогично указанным уровням, сложилась иерархия компетенций в обучении в соответствии с разным уровнем содержания образования:

1. Ключевые (базовые или метапредметные) компетентности – относятся к общепредметному содержанию образования.

2. Общепредметные компетентности – относятся к определённому циклу предметов, например, естественно - математическому.

3. Предметные компетентности – частичные относительно ключевых и общепредметных, которые формируются в рамках конкретного учебного предмета.

Украинскими учеными предложены следующие ключевые компетентности в обучении:

- учебная (умение учиться);
- гражданская;
- общекультурная;

- информационная;
- социальная; [2, с. 408].

Государственным стандартом базового и полного общего среднего образования к ключевым компетенциям отнесены: умение учиться, общаться на государственном, родном и иностранным языкам, математическая и базовые компетентности в области естествознания и техники, информационно-коммуникационная, социальная, гражданская, общекультурная, предпринимательская компетенции [1].

К общепредметным компетенциям нами отнесены знания и умения, которые должны приобрести учащиеся согласно общественным компонентам государственного стандарта: уметь применять экспериментальные и теоретические методы познания физических явлений и процессов, приобретенные знания в различных сферах жизнедеятельности человека и принимать экологически обоснованные решения, проявлять отношения и оценивать динамику, исторический характер развития современной физической картины мира, гармоничное взаимодействие человека с окружающей средой, понимать роль физического знания в различных областях человеческой деятельности и экологические последствия ее воздействия на окружающую среду. Указанные общепредметные компетенции отражают представления о физике как о фундаментальной науке, изучение методов познания которой позволит раскрыть роль физических знаний в жизни общества, развитие техники и технологий (в частности нанотехнологий), важность решения экологических проблем.

Предметной компетенцией, в соответствии с государственным стандартом, нами выбрано интегральное сочетание следующих знаний и умений: знание и понимание учащимися основных физических теорий (в частности квантовой теории), характеризующие движение и взаимодействие, а также их влияние на научную картину мира; знание и понимание природы фундаментальных взаимодействий, физической сути явлений природы, физических основ техники, производства, современных технологий; умение применять методы научного познания, физические понятия, модели, величины, уравнения и законы квантовой физики.

Функции компетенций вытекают из их значимости и места в образовательном процессе. Определяя их относительно изучения квантовой физики, мы исходили из представлений о функциях процесса образования как педагогической категории, которая имеет целостную, полифункциональную и полисмысловую структуру. Учитывая это, образование как процесс и одновременно результат усвоения системы научных знаний, практических умений и навыков, имеет три функции (по С.У. Гончаренко): человеко-творческую, технологическую и гуманистическую. Эти функции органично сочетаются с функциями компетенций в обучении. Так, человеко-творческая функция обеспечивает определённый уровень знаний в сочетании с состоянием эмоционально-волевой сферы, поведенческих ориентаций, готовности к выполнению различных социальных ролей и видов деятельности. Технологическая функция отражает формирование навыков в различных сферах деятельности (от хозяйственной к профессиональной), развитие коммуникативности в различных видах деятельности (социальной, научной, профессиональной и т.п.). Наконец, гуманистическая функция образования обеспечивает воспитание людей в духе мира, высокой нравственности, внимательного и бережного отношения к Природе (экологическое воспитание), понимание приоритетности общечеловеческих ценностей (жизни, труда, самого человека и т.д.) [2, с. 614-615].

Исследование функций образования и компетенций в обучении следует рассматривать в их единстве и взаимосвязи еще и потому, что образование представляет собой процесс внешнего воздействия на усвоение индивидом обобщённого, объективного, социального опыта и ценностей.

На основе анализа литературных источников, в пределах предлагаемой методической системы нами выделены основные функции предметной компетенции по квантовой физике:

- сочетать научные понятия, изучаемые в рамках темы квантовой физики (квантовой оптика, строения атома и атомного ядра, физики элементарных частиц) и их практическое применение для решения учебных задач;
- определять опыт предметной деятельности ученика, необходимый для применения

законов квантовой физики в отношении реальных объектов;

- представлять фундаментальные опыты по квантовой физике как объектов окружающей действительности для целевого комплексного применения знаний, умений и способов деятельности;

- представлять собой интегральные характеристики уровня обученности учащихся как социально востребованных граждан способных к применению полученных знаний и приобретённых умений по квантовой физике в повседневной жизни в отношении вопросов экологии, отношение к современным информационным и нанотехнологиям, глобальным проблемам человечества, вызванных техногенным воздействием и пути их преодоления и тому подобное;

- быть условием успешной реализации личностных ориентиров ученика в обучении, что позволит преодолеть его отчуждение от образовательного процесса;

- обеспечивать процесс внешнего воздействия на усвоение индивидом опыта в обучении квантовой физики, определённых норм (в виде ключевых компетенций) и ценностей.

Опираясь на определённые содержание, иерархию и функции предметной компетентности по квантовой физике, определим её структуру. Структурные компоненты содержат следующий перечень:

1. Название компетентности - предметная компетентность по квантовой физике.
2. Тип компетенции относительно разработанной выше иерархии компетентностей – частичная или предметная.
3. Круг реальных объектов действительности, в отношении которых вводится данная компетенция – фундаментальные опыты по квантовой физике (атомной и ядерной физики, физике элементарных частиц).
4. Ценностные ориентации ученика в отношении изучения объектов квантовой физики – фундаментальных законов (фотоэффекта, эффекта Комптона, опыта Боте и т.д.).
5. Социально-практическая обусловленность и значимость предметной компетенции по квантовой физике – применение полученных знаний для участия в социально важных событиях общества, связанных с вопросами применения нанотехнологий, достижений квантовой физики в современных информационно-коммуникационных технологиях, проблемами экологии, вопросами здорового образа жизни и т.
6. Знание о данном круге реальных объектов - сведения о фотоэффекте, давлении света, эффекте Комптона, опыт Боте и тому подобное.
7. Способы деятельности в отношении данного круга реальных объектов – избираются учителем в зависимости от применяемых методов обучения в рамках соответствующей образовательной технологии (интерактивных технологий кооперативного обучения, технологий развития критического мышления и др.).
8. Минимально необходимый опыт деятельности ученика в сфере данной компетенции.

Приведённый перечень характеристик, позволяет осуществлять проектирование и описание предметной компетенции по квантовой физике в предлагаемой методической системе, а также осуществлять соответствующий контроль её формирования.

Процессуально конструирование предметной компетенции по квантовой физике заключается в рефлекторном обнаружении компетентного содержания в учебном материале по квантовой физике (разделы "Оптика и квантовая оптика", "Атомная и ядерная физика»). Для этого нами было осуществлено:

- поиск проявлений ключевых компетенций в квантовой физике;
- построение иерархической систематики - дерева компетенций;
- проектирование общепредметных образовательных компетенций на вертикальном уровне для старшей школы.

Согласно первому пункту нами составлен перечень ключевых компетенций, которые могут относиться к изучению квантовой физики. Выяснено вклад учебного предмета в части квантовой физики в формирование соответствующей ключевой компетенции. Итак:

1. Ключевая компетенция умения учиться. Овладение данной компетенцией означает, что ученик овладевает научным стилем мышления и методами научного познания природы

(наблюдение, сравнительный анализ, анализ результатов эксперимента, выдвижение гипотез); умение пользоваться различными источниками информации.

Из содержания данной ключевой компетенции видно, что она может успешно формироваться при изучении квантовой физики, поскольку последняя имеет для этого значительный потенциал, который может быть реализован при изучении следующих вопросов: история становления квантовой теории, гипотеза М. Планка, закономерности излучения абсолютно чёрного тела (профильный уровень), объяснение явления фотоэффекта с помощью гипотезы М.Планка, корпускулярно-волновой дуализм света; постулаты Бора, принцип Паули (профильный уровень), протонно-нейтронная модель атомного ядра и др.

2. Общекультурная компетентность. Овладение данной компетенцией означает способность ученика анализировать и оценивать достижения национальной и мировой культуры, ориентироваться в культурном и духовном контексте современного общества, применять методы самовоспитания, ориентированные на общечеловеческие ценности. Для формирования данной компетенции при изучении квантовой физики мы обращали внимание на следующие вопросы: достижения и вклад украинских учёных-физиков в развитие физической науки; использования научных достижений в культурном и духовном достоянии общества (влияние научно-технического прогресса на развитие различных сфер культурной жизни общества и т.д.).

3. Коммуникативная компетентность предполагает способность личности использовать в конкретном виде общения знания языка, способы взаимодействия с людьми, окружающими её, навыки работы в группе, владение различными социальными ролями.

Данная ключевая компетенция может успешно формироваться у учащихся при изучении квантовой физики при рассмотрении спорных вопросов, проблемных вопросов квантовой теории (в историческом аспекте) и современных проблем физики элементарных частиц (поиск нейтрино, выяснения механизма Хиггса (профильный уровень) и др.). Указанные проблемные ситуации успешно создаются и обсуждаются учениками в ходе использования учителем образовательных технологий, таких как интерактивные технологии кооперативного обучения, технологии развития критического мышления.

Заключение

При формировании перечня предметных компетенций, которые приобретают учащиеся при изучении квантовой физики, атомной и ядерной физики, мы учитывали их комплексный характер, что означает наличие в их структуре следующих элементов:

- объектов реальной действительности (элементарные частицы, фундаментальные опыты квантовой оптики, атомной и ядерной физики);
- социально значимых знаний, умений, навыков и способов деятельности в отношении указанных объектов;
- личностной значимости для ученика формирования данной компетенции (см.: табл. 1, 2).

Построение дерева компетенций имеет целью систематизацию всех трёх уровней компетенций (ключевых, общепредметных и предметных) и осуществления контроля за их формированием.

Таблица 1.

Структурные составляющие предметной компетенции
при изучении темы "Квантовая физика"

№	Название компетенции	Объекты реальной действительности	Социальная значимость компетенции	Личностная значимость компетенции
1.	Умение делать вывод о корпускулярно-волновой природе света	Свет	Дуалистичность социальных явлений и процессов в обществе.	Умение различать оба подхода в зависимости от условий эксперимента.
2.	Умение оценить исторический характер открытия фотоэффекта.	Фотоэффект, фотоэлемент Столетова, электрон, фотон.	Исторические аспекты становления квантовой теории.	Осознание роли личности и ее качеств (трудолюбие, настойчивость и т.д.) в развитии научных исследований.
3.	Умение решать задачи на расчет физических величин, характеризующих фотон.	Фотон	Необходимость делать логически верные выводы.	Владение математическим аппаратом.
4.	Умение использовать уравнения Эйнштейна.	Фотоэффект, фотоэлементы.	Понимание принципа работы фотоэлементов на производстве.	Решение задач на фотоэффект.
5.	Умение объяснять опыты, опираясь на понятие "внешний фотоэффект".	Опыт Гальвакса.	Необходимость делать выводы на основе проведенных наблюдений.	Развитие физического стиля мышления.
6.	Умение объяснить ВАХ фотоэлемента.	Опыт Столетова	Необходимость применения ВАХ для определения характеристик элементов электрических цепей.	Анализ данных графика.
7.	Умение объяснять опыт Боте (профильный уровень).	Опыт Боте	Использование на производстве современных рентгеновских спектрометров - анализ химического состава веществ, исследования минералов и руд.	Использование XRF в быту (портативные рентгеновские спектрометры).

Таблица 2.

Структурные составляющие предметной компетенции при изучении темы "Атомная и ядерная физика"

	Название компетенции	Объекты реальной действительности	Социальная значимость компетенции	Личностная значимость компетенции
1.	Умение оценить исторический характер основных этапов развития ядерной физики и истории об их создателях.	Атом, элементарные частицы.	Влияние успехов ядерной физики на развитие человеческой цивилизации.	Национальное самосознание: вклад украинских ученых в развитие атомной энергетики.
2.	Умение объяснить возможность высвобождения атомной энергии.	Опыт Резерфорда	Необходимость учета количества атомной энергии для нужд общества.	Понимание экологических последствий использования энергии атома.
3.	Объяснения природы радиоактивного излучения	Радиоактивное излучение.	История открытия радиоактивности.	Защита человека от радиоактивного излучения.
4.	Умение представлять результаты измерения радиоактивного фона.	Дозиметр. Радиологическая карта местности.	Выяснение радиоактивного фона местности в виде радиологической карты местности.	Использование бытового дозиметра для измерения фона местности. Создание радиологической карты местности проживания.
5.	Способность определить массу, энергию и электрический заряд элементарных частиц.	Фотографии треков элементарных частиц	Необходимость делать выводы на основе анализа данных, полученных с помощью трековых приборов.	Знание математическим аппаратом, необходимость делать логические умозаключения, рассчитывать физические величины по формулам.
6.	Способность объяснить физические основы ядерной энергетики	Ядерный реактор	Осведомленность об общих параметрах атомных электростанций Украины. Экологические последствия	Влияние радиации на организм человека.

			взрыва на Чернобыльской АЭС.	
7.	Умение объяснить природу X-лучей	Рентгеновское излучение.	Необходимость использования рентгеновского излучения на производстве.	Необходимость использования рентгеновского излучения в медицине (флюорография, томография и др.).

Анализ дерева компетенций позволяет также согласовать действия учителей – предметников для внедрения межпредметных связей. Построение указанного дерева осуществлялась нами с помощью графов и заключалось в обобщении указанных классов компетенций по а) общим явлениям, процессам, опытам и т.п. (то есть по реальным объектами познавательной действительности) и б) общим для разных предметов умениями, навыками и способами деятельности.

Заключительный этап – собственно формирование компетенций в учебном процессе. Для этого следует определиться с технологиями обучения, которые входят в соответствующую методическую систему, учитывающую содержательное наполнение компетенций, их функции, способы деятельности, которыми должны овладеть учащиеся; социальную и личностную значимость компетенций для старшеклассников.

Примечания:

1. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Режим доступа: http://www.mon.gov.ua/images/files/doshkilna-crednya/serednya/derzh-standart/post_derzh_stan.doc
2. Энциклопедія освіти / Акад. пед. наук України; головний ред. В.Г. Кремень. К.: Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.
3. Хуторской А.В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций // Интернет-журнал «Эйдос». 2005. 12 декабря. Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>.
4. Khutorskoi A.V. Metasubjective Content of Individual's Education // European Journal of Contemporary Education, 2012, Vol.(1), №1, pp. 15-29.

References:

1. Derzhavnii standart bazovoї i povnoї zagal'noї seredn'oi osviti. Rezhim dostupa: http://www.mon.gov.ua/images/files/doshkilna-crednya/serednya/derzh-standart/post_derzh_stan.doc
2. Entsiklopediia osviti / Akad. ped. nauk Ukraїni; golovnij red. V.G. Kremen'. K.: Iurinkom Inter, 2008. 1040 s.
3. Khutorskoi A.V. Tekhnologiiia proektirovaniia kliuचेvykh i predmetnykh kompetentsii // Internet-zhurnal «Eidos». 2005. 12 dekabria. Rezhim dostupa: <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>.
4. Khutorskoi A.V. Metasubjective Content of Individual's Education // European Journal of Contemporary Education, 2012, Vol.(1), №1, pp. 15-29.

УДК 530.145(07)

Технология проектирования методической системы формирования предметной компетентности старшеклассников по квантовой физике

Сергей Иванович Терещук

Уманский государственный педагогический университет имени Павла Тычины, Украина
Кандидат педагогических наук, доцент
20300, ул. Ленинской Искры, 21-Д, кв. 65, Умань
E-mail: s.i.tereschuk@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются методологические аспекты проектирования методической системы формирования предметной компетентности учеников по квантовой физике. На конкретных примерах показано, как можно осуществлять формирование компетенций, опираясь на конструирование методической системы изучения квантовой физики с заранее отобранными образовательными технологиями.

Ключевые слова: образовательные компетенции, квантовая теория, методика изучения квантовой физики в старшей школе, методическая система изучения квантовой физики, проектирование методической системы.