

и возбужденными атомами, взаимодействие группы фотонов с системой атомов, находящейся в тепловом равновесии с окружающей средой, с неравновесной системой атомов, моделирующей среду с инверсной населенностью, а также с системой атомов, моделирующей просветленную нелинейную среду. Имеются также анимации, моделирующие принцип работы квантового усилителя, мазера и др.

Пособие может успешно использоваться на кружковых и факультативных занятиях в средней школе, а также применяться для самообразования.

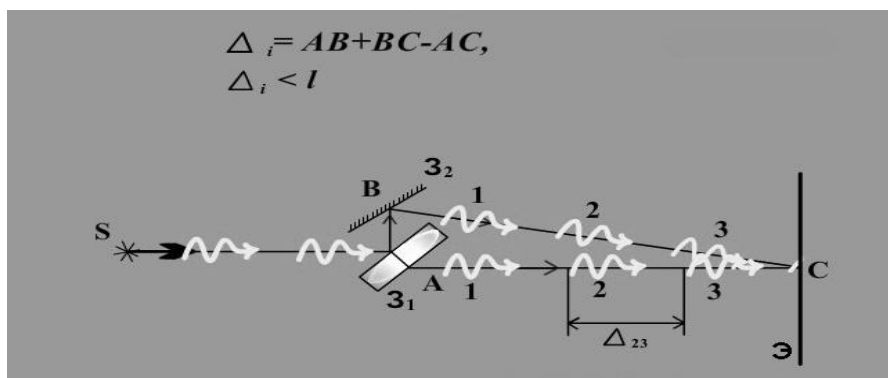


Рисунок 1 б

Электронное пособие «Введение в квантовую электронику» разработано на кафедре теоретической физики и прикладной математики на базе учебного пособия [1] и в настоящее время проходит апробацию в студенческих группах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шепелевич, В.В. Введение в когерентную оптику и голографию [Для физ.-мат. фак. пед. ин-тов] / В.В. Шепелевич. – Минск: Выш. шк., 1985. – 144 с.

Г.К. САВЧУК, Н.П. ЮРКЕВИЧ

БНТУ (г.Минск, Беларусь)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

В настоящее время создание инновационного лабораторного физического практикума (ЛФП) для студентов технических вузов связано с большими финансовыми затратами на дорогостоящее специализированное научное оборудование. Поэтому особый интерес представляют те экспериментальные методики, которые, с одной стороны, позволяют выполнять высокоточные измерения и используются в передовых лабораториях мира, а с другой стороны, могут осуществляться на основе относительно недорогого оборудования массового производства.

Данная работа посвящена современным методикам исследования, используемым в ЛФП технического университета для студентов строительных специальностей, которые могут служить основой для формирования компетенций, предусмотренных современными образовательными стандартами.

На кафедре “Физика” (БНТУ г. Минск) создан постоянно действующий ЛФП, который содержит более 40 лабораторных работ. За время обучения студенты строительного факультета БНТУ выполняют на ЛФП 25–30 работ. Такой объем работ соответствует тем высоким требованиям, которые предъявляются сегодня к подготовке инженерных кадров. При этом в список работ, выполняемых студентами строительных специальностей, включается целый ряд лабораторных работ (порядка 20%), которые тесно связаны с будущей специальностью. В данной работе представлены методики некоторых из них.

1. Изучение структуры песка методом рентгеновской дифрактомерии. Широкое использование природного песка обусловлено разнообразием его физико-химических и механических свойств, которыми обладает песок вследствие особенностей своей кристаллической структуры. В данной лабораторной работе студенты знакомятся с кристаллической структурой твердых тел, с типами элементарных кристаллических ячеек. Изучают основы метода порошковой рентгеновской дифрактометрии и метода полнопрофильного анализа. Знакомятся с особенностями кристаллического строения и свойств песка, производят теоретический расчет рентгеновских дифракционных картин для различных типов кристаллических структур песка SiO_2 . А также рисуют заполнение атомами кристаллических элементарных ячеек с учетом координат атомов, заселенностей атомами своих позиций.

Рентгенограммы химических соединений собраны в картотеке рентгенограмм, которая известна теперь как картотека *JC PDC*, а ранее как *ASTM*, и издается объединенным комитетом по порошковым дифракционным стандартам. С содержанием картотеки *JC PDC* студенты знакомятся на сайте Интернета <http://icsd.ill.fr/icsd/index.php>.

Песок (SiO_2) – второй по распространению оксид земной коры. В этом отношении он уступает только воде. Двуокись кремния (другое название этого вещества – кремнезем) существует в десяти различных модификациях.

Все разновидности песка описываются одной и той же химической формулой, но отличаются друг от друга различным типом кристаллических решеток. Например, если песок имеет кубический тип решетки, то он называется β -кристобалитом. Если тип решетки гексагональный – α -кварцом, тетрагональный – стишовитом и т.д. Кремнезем SiO_2 с конкретным типом кристаллической структуры обладает присущими только ему определенными физико-химическими свойствами. Например, твердость песка с ромбической структурой (α -тридимит) составляет 5,5 единиц по минералогической шкале. Твердость α -тридимита меньше твердости песка с гексагональной структурой (α -кварц), которая равна 7 единицам.

СТИШОВИТ с тетрагональной структурой имеет самую высокую твердость из всех модификаций песка (8–8,5 единиц), которая значительно превосходит корунд и относится, наряду с алмазом, к сверхтвердым материалам. В производстве строительных материалов, керамической плитки, стекол и т.д., в основном, используется кристаллографическая модификация песка α -кварц.

Студенты самостоятельно проводят поиск литературных данных для координат атомов в элементарной ячейке для выбранных модификаций песка, затем проводят теоретический расчет.

Теоретический расчет интенсивностей дифракционных пиков и межплоскостных расстояний, построение штрих-диаграмм и элементарных ячеек осуществляют с помощью специально написанной компьютерной программы *cell.exe*.

2. Изучение радиоактивности строительных материалов. Радиационный фон Земли складывается из таких основных компонентов: 1) излучение, обусловленное космическим излучением; 2) излучение от содержащихся в земной коре, почве, воздухе, воде естественных радионуклидов, из которых основной вклад в дозу облучения человека вносят ^{40}K , ^{87}Rb и члены радиоактивных семейств ^{238}U , ^{232}Th ; 3) излучение от искусственных радионуклидов, образовавшихся при испытаниях ядерного оружия, от радиоактивных отходов предприятий атомной промышленности, от радиоактивных веществ, используемых в медицине, науке, технике, сельском хозяйстве и т.д.

Студенты в данной работе знакомятся с одной из составляющих естественного радиационного фона Земли – излучением естественных радионуклидов; экспериментально определяют удельную активность радионуклидов, содержащихся в некоторых строительных материалах. По полученным данным для эффективной активности студентами проводится оценка степени загрязнения строительных материалов и делается заключение о возможности их использования при возведении жилых и производственных сооружений.

Экспериментальные измерения проводятся с помощью радиометра РКГ-АТ1320. Принцип действия радиометра основан на использовании сцинтилляционного эффекта, при котором световые вспышки, возникающие в кристалле-сцинтилляторе NaI(Tl) при попадании в него гамма-квантов, регистрируются фотодетектором. Устройство обработки информации управляет работой устройства селекции и вычисляет количественные характеристики ионизирующего излучения. А также задает режим работы γ -радиометра и индуцирует результаты измерений на табло устройства индикации. Исследуемый образец размещается в кювете, в качестве которой используется сосуд Маринелли объемом 1,0 л. Кювета с образцом устанавливается вовнутрь свинцового защитного экрана, уменьшающего влияние внешнего фонового излучения. Сверху экран закрывается свинцовой защитной крышкой. Программно выбирается состав радионуклидов, эффективную активность которых необходимо измерять. В процессе проведения эксперимента выполняются измерения активности четырех проб строительных материалов: гранита, гравия, мрамора и древесных опилок. Для каждой пробы производится измерение удельной активности четырех нуклидов (^{137}Cs , Ra^{226} , Th^{232} , K^{40}). Затем вычисляется удельная эффективная активность $A_{\text{эфф}}$ природных радионуклидов в строительных материалах по формуле:

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31 A_{\text{Th}} + 0,065 A_{\text{K}} + 0,22 A_{\text{Cs}},$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_{Cs} , A_{K} – удельные активности ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{40}K соответственно.

Далее студентами самостоятельно проводится сравнительный анализ полученных данных для $A_{\text{эфф}}$ изучаемых строительных материалов с нормами радиационной безопасности Республики Беларусь (НРБ-2000), которые они должны самостоятельно изучить. По экспериментальным результатам работы студенты должны сделать вывод о возможности использования изученных строительных материалов.

Таким образом, включение в лабораторный физический практикум работ, проводимых на современном оборудовании, и работ, использующих современные методики с учетом специфики будущей специальности обучаемых, позволяет

обеспечить подготовку конкурентоспособного специалиста, способствует
сформированию необходимого уровня его информационной культуры.