

А. Н. Купо, В. В. Грищенко
г. Гомель «ГГУ им. Ф. Скорины»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАБОРАТОРИЯХ ФИЗПРАКТИКУМА

Стремительное развитие компьютерных технологий, создает предпосылки для разработки принципиально новых методов обучения, основанных на использовании современной вычислительной техники в учебном процессе. Особенно важно использование современных информационных технологий при обучении студентов технических специальностей. При выполнении работ физического практикума, компьютер и соответствующее программное обеспечение могут быть использованы различным образом:

в качестве средства обработки результатов измерений, для автоматизации непосредственно процесса измерений и для моделирования эксперимент [1].

В настоящее время получили распространение так называемые виртуальные измерительные комплексы с набором разнообразных интерактивных инструментов [2–4]. Однако, использование одних только виртуальных компьютерных комплексов не формирует у будущих технических работников навыков работы с натурным экспериментальным оборудованием, что делает специалиста неспособным проводить измерения в условиях отсутствия сопряжённой с компьютером техники, и как следствие самостоятельно планировать эксперимент [5].

В связи с этим, наиболее оптимальными путями использования современной вычислительной техники в лабораториях физического практикума являются: обработка и верификация экспериментальных данных, а также компьютерное моделирование физических процессов.

В качестве примера рассмотрим лабораторный эксперимент, проводимый на базе колориметра КФК-2, в котором компьютеризирован процесс обработки экспериментальных данных.

Согласно методике проведения эксперимента, для измерения коэффициента пропускания необходимо в световой пучок поместить кювету с растворителем и исследуемым раствором (например, медного купороса), по отношению к которому производятся измерения, установить длину волны 315нм. Снять отсчет по шкале колориметра, соответствующий коэффициенту пропускания исследуемого раствора в процентах. Для регистрирующего прибора типа М907-10-10.01, который используется в колориметре КФК-2, отсчет снять не менее пяти раз в одинаковых экспериментальных условиях по соответствующей шкале коэффициентов пропускания T в процентах.

Варьируя значения длин волн (315нм, 364нм, 400нм, 440нм, 490нм, 540нм, 590нм), снять для них показания коэффициентов пропускания T . Занести измеренные данные в предварительно созданный шаблон документа Excel для математической обработки, затем построить график зависимости коэффициента пропускания от длины волны, т. е. $T = f(\lambda)$ с использованием компьютера. В соответствии с описанной выше методикой измерения были получены коэффициенты пропускания раствора медного купороса на указанных выше длин волн (таблица 1).

Последующая обработка экспериментальных данных осуществляется методами математической статистики в заранее подготовленном шаблоне. Автоматизирован процесс вычисления случайных отклонений, квадратов случайных отклонений, среднеквадратической ошибки результатов серии измерений. Промежуточные итоги и окончательные значения результатов измерений представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Экспериментальные значения коэффициентов пропускания

Длина волны, нм						
315	364	400	440	490	540	590
Экспериментальные значения коэффициентов пропускания, %						
47,5	73	74	83	81	53	12
45	72,5	73,2	82,6	80,5	52	11,3
44,6	70	72	81	77	50,5	11
43	71,6	70,4	81,9	76,5	52,4	11,7
44	69	71	80	78	51	11

Таблица 2 – Результаты обработки экспериментальных данных методами математической статистики

Длина волны, нм						
315	364	400	440	490	540	590
Среднеквадратичная ошибка измерений						
0,749 933	0,753 923	0,681 32	0,544 059	0,913 788 3	0,456 508	0,197 484
Случайная погрешность измерений						
2,099 813	2,110 985	1,870 769	1,523 365	2,558 593 3	1,278 224	0,552 956
Абсолютная погрешность						
2,158 522	2,169 391	1,936 434	1,603 322	2,606 999 0	1,372 536	0,745 493
Относительная погрешность (%)						
4,815 979	3,046 041	2,685 016	1,962 45	3,316 781 937	2,650 707	6,539 413

На основе полученных данных автоматически средствами Excel строится график зависимости коэффициента пропускания от длины волны (рисунок 1)

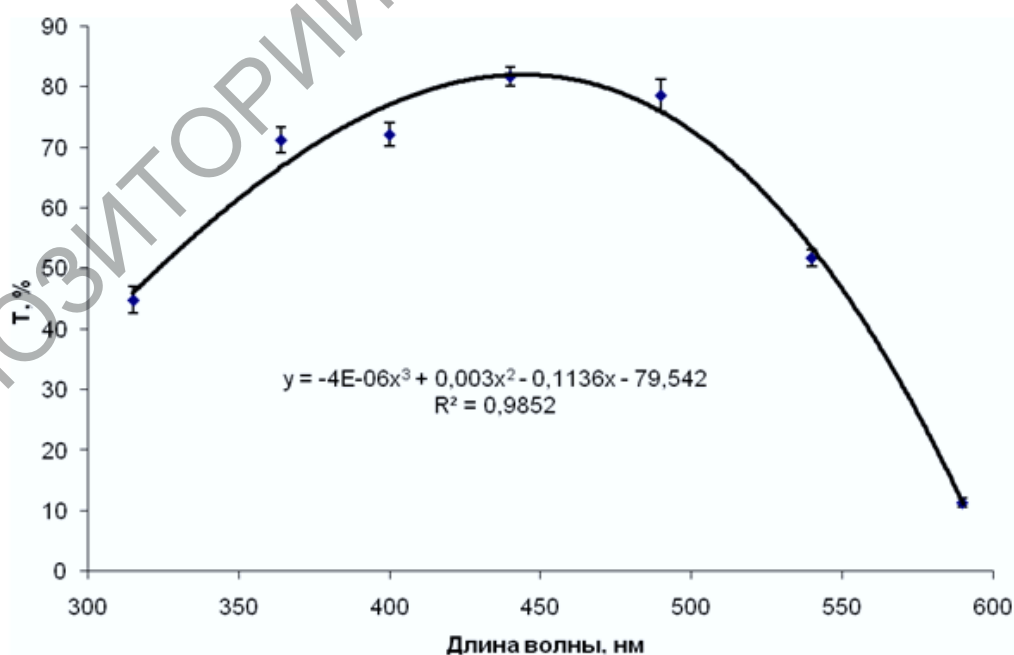


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента пропускания от длины волны

Для анализа экспериментальных данных и построения на их основе графика используется инструмент анализа «Регрессия», который применяется для выбора формы аппроксимирующей кривой с помощью метода наименьших квадратов. В частности, для построения графика использовалась полиномиальная аппроксимация. Тип аппроксимации выбирается исходя из значения величины достоверности аппроксимации, которую алгоритм MS Excel автоматически рассчитывает исходя из степени достоверности линии тренда и точности прогноза.

Светофильтр для работы выбирается так, чтобы длина волны, соответствующая максимуму коэффициента пропускания светофильтра, приходилась на отмеченный выше участок спектральной кривой испытуемого раствора. Если эти условия выполняются для нескольких светофильтров, то выбирается тот из них, для которого чувствительность колориметра выше.

Построение градуировочной кривой проводится следующим образом. Сначала подготавливается ряд растворов исследуемого вещества с известными концентрациями, охватывающими область возможных изменений этой характеристики в исследуемом растворе. Затем измеряются оптические плотности всех приготовленных растворов и строится градуировочная кривая: по горизонтальной оси отмечаются известные концентрации, а по вертикальной – соответствующие им значения оптической плотности.

По полученной градуировочной кривой в дальнейшем определяется неизвестная концентрация вещества в исследуемых растворах. Для этого раствор помещается в ту же кювету, для которой построена градуировочная кривая, и, используя выбранный светофильтр, определяется оптическая плотность раствора с неизвестной концентрацией. Затем по градуировочной кривой находится концентрация, соответствующая данному значению оптической плотности.

На основании полученных данных в шаблоне строится градуировочный график зависимости оптической плотности от концентрации исследуемого раствора.

Таким образом, была разработана методика проведения лабораторного эксперимента по определению концентрации неизвестного раствора, создана программа в MS Excel, предназначенная для обработки экспериментальных данных. Данная программа полностью автоматизирует расчет погрешностей большого объема экспериментальных данных.

Литература

1. Программно-измерительный комплекс для автоматизации лабораторного практикума по физике // А. Н. Купо [и др.]. – Фізика. Проблеми викладання. – № 3. – 2010. – С. 3–8.

2. Компьютер в системе школьного практикума по физике // Н. К. Ханнанов [и др.] – Контракт: Фирма «1С», 2007. – 57 с.

3. Купо, А. Н. Интерактивные образовательные технологии в курсе «Молекулярная физика» // А. Н. Купо, В. В. Грищенко, А. А. Сидоренко. – Наукові записки. – Вип. 90. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. – с. 84–87.

4. Сапіга, А. А. Багатофункціональний комплект віртуальних приладів в лабораторному практикумі по загальній фізиці // Учені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. – Серія «Фізика». – Т. 21(60), №1. – 2008. – С. 110–116.

5. Использование компьютерных математических приложений в лабораториях физического практикума // А. Н. Купо [и др.]. – Наукові записки. – Вип. 4. – Ч. 1. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. – С. 165–168.