

Е. Е. Бельчик, Л. П. Ватлина, Е. И. Смирнов

Использование электронных таблиц Excel для решения расчетных задач по химии

В статье рассматривается методика использования электронных таблиц Excel для решения расчетных задач по химии в профессиональной подготовке учителя. Реализация теоретических подходов осуществляется на интегративных занятиях, которые встраиваются в учебную деятельность по органической и физической химии.

Ключевые слова: электронные таблицы Excel, интегративные занятия, теория фундирования, граф согласования, подготовка учителя химии, расчетные задачи.

E. E. Belchik, L. P. Vatlina, E. I. Smirnov

Use of Spreadsheets Excel to Solve Rated Problems on Chemistry

In the article the method of use of spreadsheets Excel to solve the rated problems on Chemistry in vocational training of the teacher is considered. Realization of theoretical approaches is carried out at integrative classes which are built in educational activity on Organic and Physical Chemistry.

Key words: spreadsheets Excel, integrative classes, the theory of foundation, the graph of the coordination, Chemistry teachers' training, rated problems.

Важное место в химическом образовании, как в школе, так и в вузе занимает решение расчетных задач. В процессе решения задач происходит закрепление полученных знаний, вырабатывается умение применять их на практике, осуществляется реализация межпредметных связей. Однако решение некоторых задач требует большой затраты времени на расчеты (задачи на выявление функциональной зависимости одной переменной от другой, задачи по химической кинетике и термодинамике и др.). Тем не менее, решение таких задач позволяет лучше усвоить определенные химические понятия и закономерности. В 90-х гг. XX века для решения многих расчетных задач предлагалось использовать программируемые микрокалькуляторы [1, 2], а в начале XXI века – графические калькуляторы [3].

В настоящее время важное место в образовательном процессе занимают информационно-коммуникационные технологии. Преподаватели, учителя, студенты и школьники в подавляющем большинстве являются уверенными пользователями ПК, а программы пакета Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel или их аналоги пакета Open Office) широко распространены. Поэтому мы считаем актуальным и обоснованным использование электронных таблиц Excel для решения самых разнообразных расчетных задач. Названное приложение позволяет организовывать работу с базами данных, вводить математи-

ческие формулы, использовать встроенные функции, представлять данные в графическом виде, осуществлять графическую интерпретацию расчетов, решая, в том числе, дидактические задачи. Это особенно важно в профессиональной подготовке будущего учителя, когда профессиональные методические знания начинают формироваться в процессе освоения специальных дисциплин (химии, математики, информатики). Сказанное выше создает прецедент использования технологии фундирования базовых умений и навыков [4]. Фундирование – это процесс создания условий (психологических, педагогических, организационно-методических) для актуализации базовых учебных элементов школьной и вузовской химии с последующим теоретическим обобщением структурных единиц, раскрывающий их сущность, целостность и трансдисциплинарные связи в направлении профессионализации знаний и формировании личности педагога [4].

С одной стороны, фундирование знаний позволяет педагогу вместе со студентом, уже владеющим предметной стороной, начать отработку методической стороны преподавания. С другой стороны, концепция фундирования подчеркивает важность междисциплинарных связей, преемственность химического знания. Поэтому решение различных расчетных задач по химии в Excel может использоваться как при проведении заня-

тий по информатике со студентами младших курсов, так и при изучении различных химических дисциплин студентами старших курсов (физическая химия, аналитическая химия, органическая химия).

Ниже приводится граф согласование отдельных понятий в некоторых темах таких дисциплин как «Органическая химия», «Физическая химия» и «Аналитическая химия».

Схема 1

Граф согласования отдельных понятий и тем в различных химических дисциплинах специальности «Химия» педагогического вуза



Анализ его показывает, что существуют огромные возможности для реализации этих междисциплинарных связей при решении задач определенного типа. В 60-х гг. прошлого века на стыке двух наук органической и физической химии возникла новая область – физическая органическая химия [5, 6].

Ниже приводятся примеры использования Excel для решения некоторых расчетных задач по

химии и демонстрации различных возможностей электронных таблиц Excel.

Задача 1. Реакция омыления метилуксусного эфира щелочью при 298 К протекает по уравнению: $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{OH}$. При этом для данной реакции получены следующие результаты:

t, мин	3	5	7	10	15	25
C(NaOH), моль/л	0,00740	0,00634	0,00550	0,00464	0,00363	0,00254

Исходные концентрации щелочи и эфира одинаковы и равны 0,01 моль/л. Определите порядок реакции омыления эфира и усредненную константу скорости.

Решение задач подобного типа заключается в следующем: экспериментальные данные последовательно подставляют в уравнения констант скорости нулевого (а), первого (б), второго (в) и третьего (г) порядков:

$$a) k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right); \quad б) k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C};$$

$$в) k = \frac{1}{t} (C_0 - C); \quad г) k = \frac{1}{2t} \left(\frac{1}{C^2} - \frac{1}{C_0^2} \right)$$

Уравнение, которое дает близкие значения констант скорости, определяет порядок реакции. Очевидно, что подстановка даже такого небольшого количества имеющихся данных (а их может быть и больше!) в четыре уравнения и выполнение всех расчетов требует достаточного количества времени. При этом за громоздкими вычислениями часто теряется химический смысл задачи.

При решении данной задачи в Excel в ячейки таблицы вводятся численные данные из условия задачи и соответствующие формулы в адресах ячеек: $=1/A3*(\$C\$2-C3)$; $=1/A3*LN(\$C\$2/C3)$; $=1/A3*(1/C3-1/\$C\$2)$; $=(1/2*A3)*(1/C3^2-1/\$C\$2^2)$. Имена ячеек в формулах вводятся при помощи щелчков мыши по ячейкам, что существенно облегчает введение формул. Формулы вводятся только один раз, а затем «протягиванием» копируются для всех введенных значений, поэтому значения константы скорости для уравнений всех перечисленных порядков вычисляются практически мгновенно. Согласно результатам вычислений, представленным ниже, данная реакция – второго порядка:

Таблица 1

константа нулевой	константа первой	константа второй	константа третьей
0,000866667	0,100368364	11,71171171	12392,25712
0,000732	0,091141265	11,54574132	37195,86223
0,000642857	0,085405286	11,68831169	80702,47934
0,000536	0,076787073	11,55172414	182238,4067
0,000424667	0,06755683	11,69880624	494177,8795
0,0002984	0,05481684	11,7480315	1812503,875

Усредненная константа скорости может быть найдена использованием встроенной статистической функции Excel «СРЗНАЧ» при указании соответствующего диапазона данных (диапазон данных может быть также введен вручную или «протягиванием» мышью).

Задача может быть решена и графически (рис. 1). В этом случае экспериментальные данные наносятся на графики с различными координатными осями: $C - t$; $\ln C - t$; $1/C - t$; $1/C^2 - t$.

Порядок реакции соответствует тому уравнению, для которого точки на графике ложатся на прямую линию. При решении задачи графическим способом требуются дополнительные расчетные данные для построения графиков (значения $\ln C$; $1/C$ и др.). Они также вычисляются программой введением и копированием формул или использованием функций (функция «LN»), что также снижает временные затраты на расчеты. Графики для каждого случая строятся с использованием «Мастера функций» Excel.

На графике может быть добавлена линия тренда, уравнение линии тренда и величина достоверности аппроксимации R^2 (рис 1). Графический способ решения характеризуется большей наглядностью, так как обучаемый

видит характер расположения точек, например, на рис. 2 линейная аппроксимация полностью совпадает с построенным графиком.

Следующая задача, на наш взгляд, интересна тем, что способствует актуализации знаний, полученных при изучении других дисциплин (в частности, математики), развивает творческое мышление обучаемых.

Задача 2. Определите температуру, при которой диссоциация муравьиной кислоты в водном растворе максимальна. Уравнение зависимости константы диссоциации HCOOH от температуры имеет вид:

$$\lg K_a = - \frac{1342,85}{T} + 5,2743 - 0,0152 T$$

Данная задача может быть достаточно быстро решена методом подстановки: в ячейки вводятся значения температуры T (например, от $T = 273$ до $T = 373$; причем значения вводятся не вручную, а «протягиванием»). Затем в одну из ячеек вводится приведенная выше формула, которая в адресах ячеек имеет вид: $=-1342,85/A2+5,2743-0,0152*A2$ и копируется. При этом сразу вычисляются результаты для всех введенных значений T . В следующем столбце ячеек вычисляется непосредственно константа кислотности K_a возведением числа 10 в соответствующую степень. Для удобства сравнения рассчитанных величин могут быть вычислены зна-

чения $K_a \cdot 10^4$. Является очевидным, что отыскать максимальное значение в таком массиве данных достаточно трудно. Поэтому можно воспользоваться сортировкой данных Excel (команда Сортировка ... из меню Данные). Установив курсор ввода в любую ячейку полученного массива данных, и выполнив сортировку $K_a \cdot 10^4$ по убыванию, получаем в первой строке максимальное значение $K_a \cdot 10^4$ и в этой же строке в соответствующей ячейке находим температуру T ($K_a \cdot 10^4 = 1,731887$; $T = 297$ К), при которой константа кислотности имеет максимальное значение.

Данная задача может быть решена еще одним методом – графическим с использованием понятия «производная функции» (рис. 3). Для этого находят производную функции и точку, в которой производная меняет знак с «+» на «-». Производная функции имеет вид:

$$\frac{d \ln K_a}{dT} = \frac{3098,55}{T^2} - 0,035$$

Приведенная выше формула вводится в одну из ячеек (предварительно можно рассчитать значения T^2 для всех введенных значений T , а можно непосредственно в формуле) и копированием формулы вычисляются значения производной для всех заданных T .

Затем строится график в координатах $f' - T$ и на полученном графике с помощью указателя мыши находится точка, в которой производная меняет знак с «+» на «-». Эта точка соответствует температуре 297 К. Можно задать, рассчитать и нанести на график дополнительные точки (297,1; 297,2; 297,3 и т. д.) и установить, что наиболее точное значение T соответствует 297,5 К.

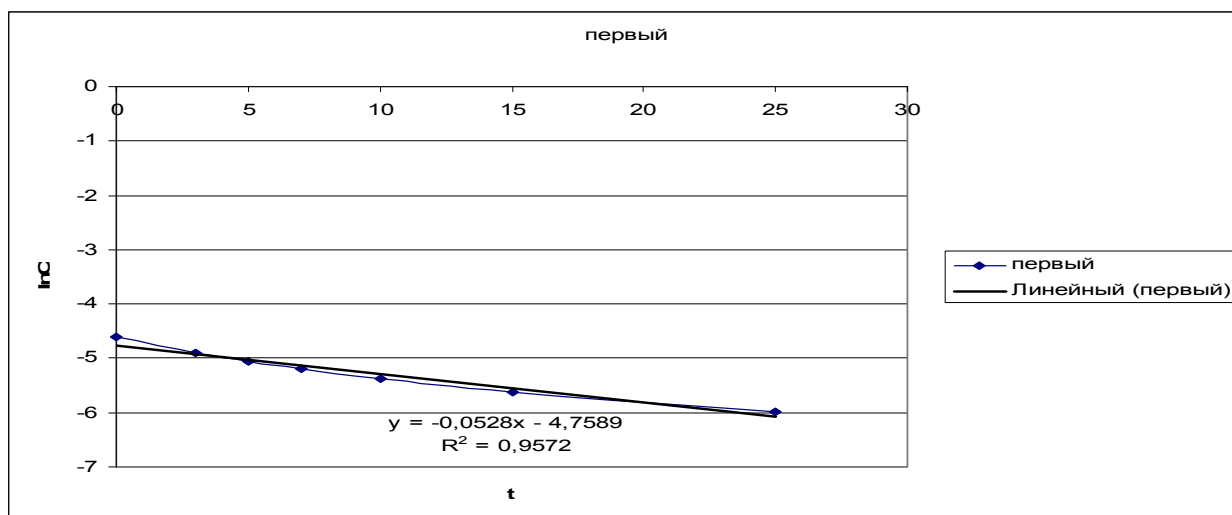


Рис. 1. График зависимости $\ln C - t$ для установления порядка реакции

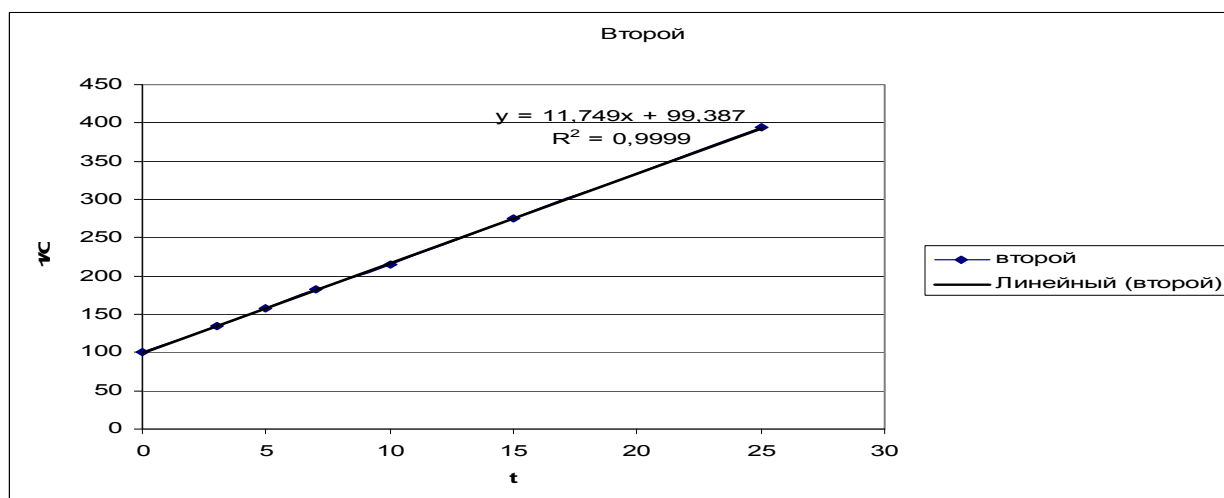


Рис. 2. График зависимости $1/C - t$ для установления порядка реакции

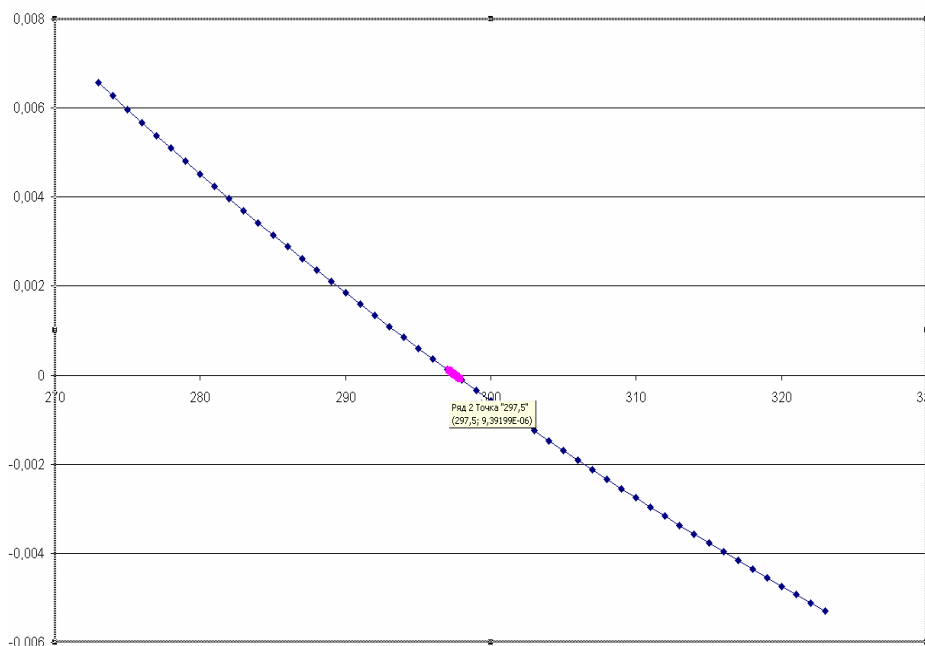


Рис. 3. График зависимости ($f' - T$) для нахождения критической точки функции

При подготовке данной статьи нами были проанализированы задачи из [1]. Все они, а также множество других [7] могут быть решены с использованием электронных таблиц Excel, которые не являются профессиональным приложением, а рассчитаны на широкий круг пользователей.

Критериями отбора задач, на наш взгляд, должны быть:

- химическое «содержание» задачи, способствующее мотивации изучения соответствующего материала специальной дисциплины; межпредметный характер задачи, проявляющийся либо в условии, либо в процессе решения;

- присутствие основных и доступных проблем, характерных для химической науки и практики;

- многоуровневость заданий, то есть построение системы задач по принципу возрастающей сложности.

Решение задач посредством электронных таблиц Excel может быть реализовано на так называемых интегрированных занятиях, которые встраиваются в текущие занятия по органической и физической химии. Такие занятия должны проводиться в компьютерном классе и иметь своей целью решение задач со студентами в малых группах. Это способствует активизации познавательной и исследовательской деятельности студентов, так как при решении по-

добных задач требуется не просто подставить численные данные в формулу, а, проанализировав их, сформулировать проблему и найти путь ее решения. Кроме того, в процессе такой деятельности обучаемых происходит:

- интеграция химических знаний, химических и математических знаний;

- углубление теоретических основ химического знания: более глубокий анализ химических процессов становится возможным за счет учета существенно большего количества параметров и фактов, подчеркивается единство качественной и количественной стороны химических явлений;

- совершенствование навыков самоконтроля и рефлексии поведения обучаемых;

- формирование интеллектуальной восприимчивости, гибкости, подвижности мысли как проявлений творческого мышления студентов.

При наличии соответствующих методических пособий большое количество задач может решаться самостоятельно вне аудитории с последующим обсуждением полученных результатов на занятиях. Это будет способствовать не только быстрому овладению навыками работы с приложением Excel, но и формированию информационной культуры.

Таким образом, использование электронных таблиц Excel в процессе обучения химии выполняет мотивационную, обучающую и развивающую функции, способствуя эффективному про-

цессу формирования методических умений будущего учителя.

Библиографический список:

1. Ахметов, Б. В. Задачи и упражнения по физической и коллоидной химии [Текст] / Б. В. Ахметов. – Ленинград : «Химия», 1989. – 240 с.
2. Богун, В. В. Методика использования графического калькулятора в обучении математике студентов педагогических вузов [Текст]: дис. ... канд. пед. наук. – Ярославль, 2006. – 232 с.
3. Гаммет, Л. Основы физической органической химии. Скорости, равновесия и механизмы реакций [Текст] / Л. Гаммет. – Москва : Изд-во «Мир», 1975. – 534 с.
4. Майборода, В. Д. Решение задач по химии с использованием программируемых микрокалькуляторов [Текст] / В. Д. Майборода, С. Г. Мак-

симова, Ю. Г. Орлик. – Минск : Изд-во «Университетское», 1998. – 157 с.

5. Пальм, В. А. Основы количественной теории органических реакций [Текст] / В. А. Пальм. – Ленинград : Изд-во «Химия» Ленинградского отделения, 1967. – 356 с.

6. Подготовка учителя математики: Инновационные подходы [Текст]: учеб. пособие / под ред. В. Д. Шадрикова. – М. : Гардарики, 2002. – 383 с.

7. Таланов, В. М. Сборник вопросов и задач по Периодическому закону [Текст] : учеб. пособие для студентов химических специальностей высших технических учебных заведений / В. М. Таланов, Г. М. Житный; под ред. проф. В. М. Таланова. – М. : Издательство «Академия Естествознания», 2007. – 103 с.