

ИНТЕГРИРОВАНИЕ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС БАЗ ДАННЫХ ЯДЕРНЫХ КОНСТАНТ

Салькевич Я.А., Миргород Ю.С., Качан С.М.
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Подготовка будущих инженеров-энергетиков для Белорусской атомной электростанции требует углубленного изучения дисциплин ядерно-физического комплекса. Освоение студентами этих дисциплин предполагает изучение как фундаментальных основ, так и прикладных аспектов ядерной физики и радиационной безопасности. Обязательной составляющей данных курсов является практикум по решению задач и/или лабораторный практикум, полноценная проработка которого невозможна без доступа к накопленной мировым научным сообществом информации о характеристиках нуклидов и ядерных реакций.

В настоящий момент такого рода информация систематизируется и представляется в виде баз данных разных форматов – как в виде отдельных компьютерных программ, доступных в режиме offline, так и в виде интерактивных реляционных баз данных, доступных online в сети Интернет.

Примером простой, но насыщенной и активно используемой offline базы данных является интерактивная программа Rad Decay V4, разработанная американской компанией Grove Software. Rad Decay V4 предоставляет информацию о периоде полураспада, дочерних ядрах, вероятностях и энергиях излучения α , β^\pm -частиц, конверсионных электронов, гамма- и рентгеновских квантов, а также вероятности спонтанного деления для 497 радионуклидов изображённые на рисунке 1. Дополнительная полезная возможность данной программы – идентификация радионуклидов в результате поиска источников излучения определенного вида (α , β , γ , рентгеновское) в конкретном диапазоне энергий ($E \pm \Delta E$), и с вероятностью излучения выше заданного значения ($p > x\%$), как показано на рисунке 2. В случае если искомый радионуклид является родоначальником или звеном в цепочке распадов, можно получить представление о цепочке целиком, пример изображён на рисунке 3. Кроме того, Rad Decay V4 хранит для каждого химического элемента данные о ряде физических и химических свойств, таких как атомный вес, плотность, потенциал ионизации, температуры плавления и кипения, теплопроводность, теплота плавления и парообразования, а также распространённость данного элемента в Солнечной системе, на Земле и в мировом океане.

The screenshot shows the Radiation Decay V4 interface. The main window displays the periodic table on the left and the properties of U-238 in the center. The U-238 properties include:

- Atomic Number: 92
- Half-Life: 4.468E+9 y
- Abundance: 99,275 %
- Charge: 0+
- Spontaneous Neutron Rate (Sn): 6153,70 keV
- Spontaneous Fission Rate (Sp): 7620,00 keV

Below these are sections for Possible Parents, Decay Products, and Emission Products. The Emission Products section shows:

- Number of Alphas: 3
- Number of Betas: 0
- Number of Gammas: 2
- Number of X-Rays: 22

To the right, a detailed view of U-238 Alpha Emissions is shown:

| Energy (keV) | Intensity (%) |
|--------------|---------------|
| 4198,00 | 79,0000 |
| 4151,00 | 20,9000 |
| 4038,00 | 0,0780 |

Navigation tabs at the bottom of both windows include Properties, Alphas, Betas, Gammas, X-Rays, and Ref.

Рисунок 1 – Информационное окно базы данных Radiation Decay V4 по распадам, а также характеристикам излучения для радионуклида U-238

The 'Search for Alpha Emission' window contains the following search criteria:

- Alpha Energy: 4200 keV
- Energy Range: ±100 keV
- Probability: 70.0 %

The 'Elements to Search' list includes H-1 through Li-9. The 'Elements Found with Alpha' list shows:

- 1558 Te-106
- 2217 Dy-150
- 2352 Th-156
- 2776 Pt-186
- 3383 U-238 (highlighted)

Control buttons include Transfer List, Remove, Replace All, Stop Search, and Close Window.

Рисунок 2 – Поисковое окно Radiation Decay V4

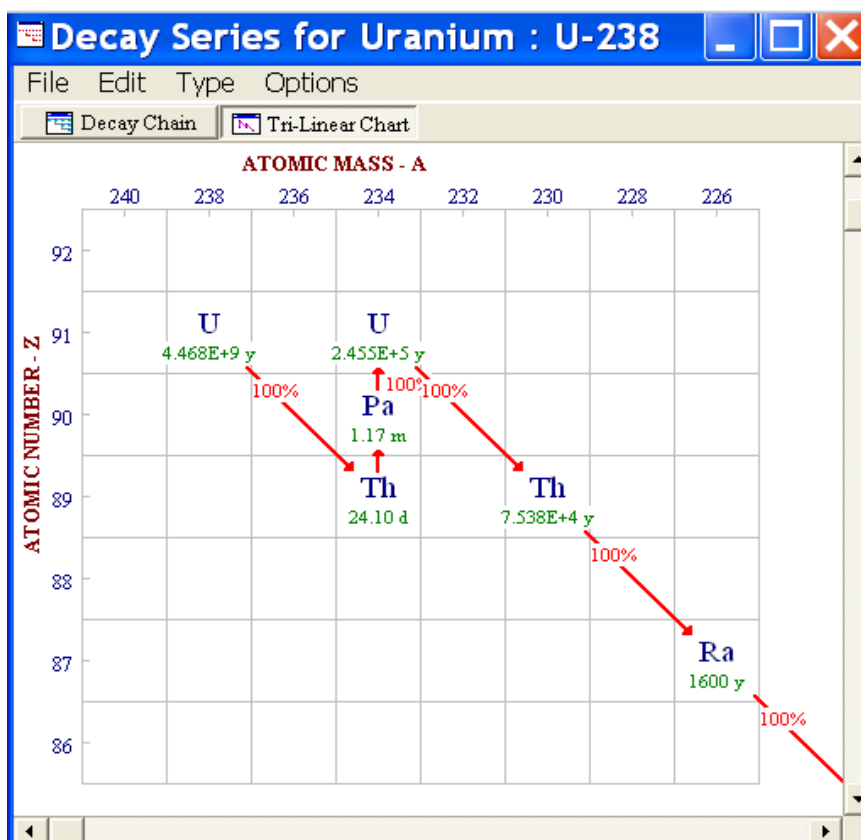


Рисунок 3 – Демонстрация уран-радиевого семейства в Radiation Decay V4

Наиболее полной, достоверной и удобной в использовании online базой данных является в настоящий момент база Национального центра ядерных данных Брукхейвенской национальной лаборатории США [1]. В частности, для студентов наиболее полезной частью этой базы можно полагать «Диаграмму нуклидов» [2].

Указанная диаграмма дает визуальное представление о распределении более чем 3000 нуклидов по таким параметрам как период полураспада, мода распада (α , β^\pm , электронный захват, спонтанное деление, p, n), энергия распада (α , β^\pm , электронный захват) и отделения нуклона (p, n), сечение деления тепловыми нейтронами, сечение радиационного захвата и многое другое. Путем нажатия на любую из ячеек диаграммы или посредством ввода обозначения нуклида «Диаграмма нуклидов» дает интерактивный доступ к характеристикам самих нуклидов, их ядерных уровней (энергия, спин, четность), а также информацию обо всех видах излучениях после ядерного распада (энергия, интенсивность, доза).

Безусловным преимуществом online баз данных является их актуальность – данные регулярно дополняются и обновляются на основе тематических научных публикаций в ведущих профильных журналах.

Помимо рассмотренных выше баз в активном пользовании студентов находятся база данных МАГАТЭ [3] и база Центра данных фотоядерных экспериментов МГУ [4].

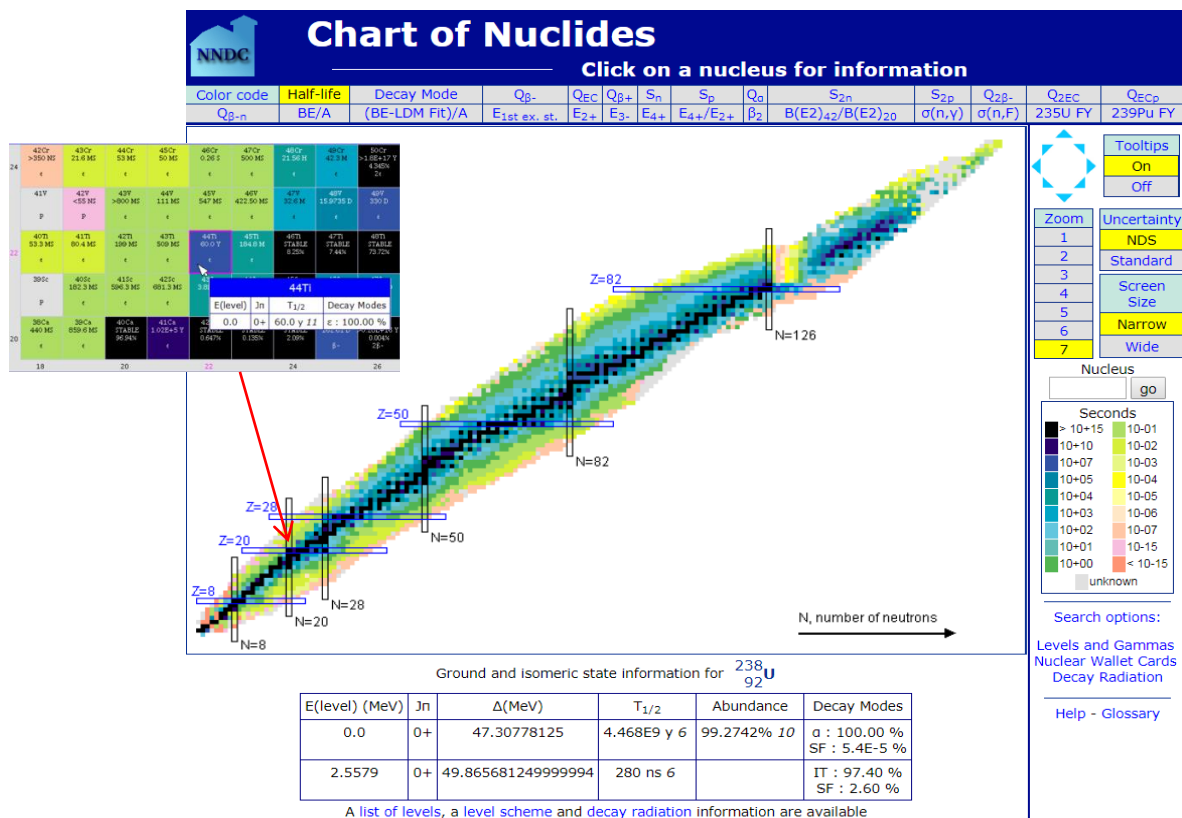


Рисунок 4 – Первичное информационное окно «Диаграммы нуклидов»

Практика использования баз данных ядерных констант в процессе подготовки инженеров-энергетиков позволяет заключить, что интегрирование подобных информационных технологий делает образовательный процесс более наглядным, эффективным и интересным, а потенциал их применения для повышения качества подготовки квалифицированных специалистов далеко не исчерпан.

Литература

1. Национального центра ядерных данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://www.nndc.bnl.gov>. – Дата доступа: 09.03.2018.
 2. Диаграмма нуклидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://www.nndc.bnl.gov/chart/index.jsp>. – Дата доступа: 09.03.2018.
 3. Карта нуклидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>. – Дата доступа: 09.03.2018.
- Центра данных фотоядерных экспериментов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://cdf.e.sinp.msu.ru/services/gsp.en.html>. – Дата доступа: 09.03.2018.