

УДК 658+504:378

Ю. А. Кузьмина, Т. В. Савицкая*, А. Ф. Егоров

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 1

* e-mail: savitsk@muctr.ru

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ КЛАССИФИКАЦИИ ОПАСНОСТЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Разработаны учебно-исследовательские программные модули, предназначенные для классификации опасностей химической продукции и техногенных отходов. Представлены основные интерфейсы работы программных модулей и примеры результатов классификации.

Ключевые слова: программный модуль, классификация опасностей, химическая продукция, техногенные отходы.

В повседневной жизни, на работе или в быту, человек постоянно взаимодействует с химической продукцией, которая может оказывать вредное воздействие на его здоровье и даже представлять угрозу для жизни. Также опасностью представляют отходы, образующиеся на производстве или в результате хозяйственной деятельности. Опасность химической продукции и отходов обусловлена их физико-химическими, токсическими и экотоксическими свойствами. Для характеристики степени опасности химической продукции и отходов для окружающей среды и человека проводят классификацию опасностей, в соответствии с которой выявляются возможные пути их вредного воздействия на человека и окружающую среду. На основании результатов классификации осуществляется маркировка химической продукции, формулируются меры предосторожности при обращении с химической продукцией и отходами, разрабатываются паспорта безопасности химической продукции и паспорта опасного отхода I-IV классов опасности соответственно.

Разработаны нормативные документы, определяющие порядок классификации опасностей химической продукции и отходов [1-8]. Они предполагают наличие информации о свойствах классифицируемой продукции/отхода, которая сравнивается с установленными критериями опасности, в результате чего делается вывод о классе опасности продукции/отхода. Зачастую процедура классификации требует от проводящего ее специалиста выполнения расчетов, которые могут оказаться трудоемкими в случае многокомпонентной продукции/отходов. Для автоматизации процесса классификации опасностей химической продукции и отходов разработаны учебно-исследовательские модули «Классификация опасностей химической продукции» [9] и «Классификация отходов».

Данные модули предназначены для классификации опасностей химической продукции и отходов в детерминированных условиях при наличии достаточных и достоверных данных о свойствах компонентов, входящих в состав продукции/отходов.

Оба модуля написаны на языке Visual C# в среде разработки Visual Studio 2010.

Программный модуль «Классификация опасностей химической продукции» предназначен для классификации химической продукции, представляющей собой вещество или смесь, и разработан на основе соответствующих ГОСТов [1-5]. Процедура классификации с использованием данного программного модуля осуществляется следующим образом: сначала пользователь выбирает тип продукции (индивидуальное вещество или смесь), затем вводит информацию для идентификации продукции (название, номер CAS (англ. Chemical Abstracts Service – химическая реферативная служба), агрегатное состояние, молекулярную массу), состав (если это смесь). Затем осуществляется переход к форме для определения классов опасности (рис. 1). Данная форма построена по принципу объединения различных видов опасности химической продукции в три группы, которым соответствуют три основные вкладки в интерфейсе программы – виды опасности, обусловленные физико-химическими свойствами продукции; виды опасности, обусловленные токсическими свойствами и виды опасности, обусловленные экотоксическими свойствами. Каждая из перечисленных вкладок содержит ряд вкладок второго уровня, соответствующие конкретным видам опасности химической продукции. Для каждого вида опасности пользователь может ввести имеющиеся в наличии данные о свойствах классифицируемой продукции, которые являются ключевыми при определении опасности данного

вида. На некоторых вкладках располагаются текстовые подсказки, облегчающие восприятие представленной информации и ввод корректных данных.

Например, на рисунке 1 представлен интерфейс программы классификации смеси метанола и толуола по острой токсичности при проглатывании. Для данного вида опасности ключевыми критериями являются средние смертельные дозы при введении в желудок ($DL_{50в/ж}$).

Пользователь вводит эту информацию в соответствующий столбец на форме, и по нажатию на кнопку «Классификация» в программном модуле с использованием введенных данных рассчитывается оценка острой токсичности смеси (ATE_{mix}), которая сравнивается с интервалами классов опасности по ГОСТ [2]: значение 120,25 мг/кг принадлежит интервалу (50; 300] мг/кг, который соответствует третьему классу опасности.

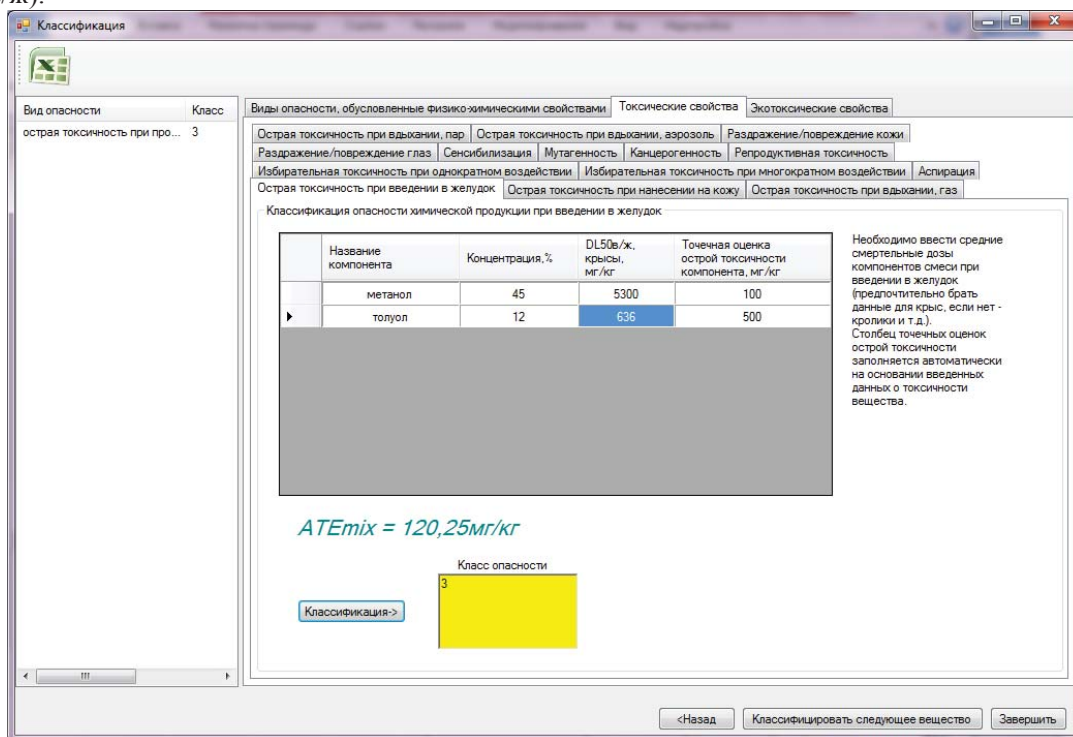


Рис. 1. Интерфейс программы классификации химической продукции (для смеси). Вкладка «Токсические свойства», «Острая токсичность при введении в желудок»

Название вещества	акролеин	
Номер CAS	107-02-8	
Молекулярная масса	56,06	
Агрегатное состояние	жидкость	
Результаты классификации		
Вид опасности	Класс опасности	Подкласс опасности
воспламеняющиеся жидкости	2	
острая токсичность при нанесении на кожу	3	
острая токсичность при проглатывании	2	
острая токсичность при вдыхании, пар	1	
поражение/раздражение кожи	1	
серьезное повреждение/раздражение глаз	1	
сенсibilизирующее действие	не классифицируется	
мутagenность	не классифицируется	
воздействие на функцию воспроизводства	не классифицируется	
избирательная токсичность на органы-мишени и/или системы при однократном воздействии	1,3	
избирательная токсичность на органы-мишени и/или системы при многократном или продолжительном воздействии	1	
острая токсичность в водной среде	1	
хроническая токсичность в водной среде	1	

Рис. 2. Excel-файл с результатами классификации для индивидуального вещества

По мере проведения процедуры классификации формируется список результатов с рассчитанными классами опасности. Результаты расчетов могут быть сохранены в виде Excel-файла (рис. 2), содержащего всю необходимую информацию об идентификации и классификации рассматриваемой химической продукции. Этот файл пользователь в дальнейшем может вновь загружать в программу, дополнять и исправлять результаты классификации.

Кроме определения классов опасности в соответствии с ГОСТ, в программном модуле реализованы рекомендации в виде информационных сообщений пользователю о необходимости, например, рассмотрения классификации опасности продукции для глаз, если была установлена значительная опасность ее для кожи, или необязательности классификации по некоторым видам опасности в силу химического строения этой продукции и т.д. Эти

рекомендации согласуются с нормативной документацией и заключениями экспертов в данной области.

Программный модуль прост в использовании и позволяет быстро и систематизированно проводить классификацию опасностей химической продукции. Модуль позволяет исследовать изменение опасности смесей при изменении их составов, подбирать по возможности менее опасные аналоги некоторым высокоопасным веществам. Полученные результаты могут использоваться при составлении паспортов безопасности, а также разработке маркировки химической продукции.

Программный модуль «Классификация отходов» предназначен для определения класса опасности отхода для человека и окружающей среды по компонентному составу. Классификация осуществляется по алгоритмам, разработанным на основе соответствующих нормативных

документов [6-8]. Для работы с модулем пользователю необходимо ввести данные для идентификации отхода: название, код по Федеральному классификационному каталогу отходов, физическую форму отхода и компонентный состав. Затем осуществляется переход к форме классификации, содержащей две вкладки, соответствующие опасности отхода для окружающей среды и для человека (рис. 3). Пользователю необходимо ввести в соответствующие ячейки имеющиеся данные об опасных свойствах компонентов отхода (значения ПДК (предельно допустимые концентрации) и классы опасности в воздухе, воде, почве, продуктах питания, сведения о растворимости, средних смертельных дозах для животных и водной среды, мутагенности и канцерогенности), после чего осуществить расчет. В форму будут выведены промежуточные результаты расчетов, позволяющие проверить правильность вычислений, и итоговые классы опасности. Предусмотрено сохранение результатов классификации в Excel-файл, который можно повторно открывать в программном модуле.

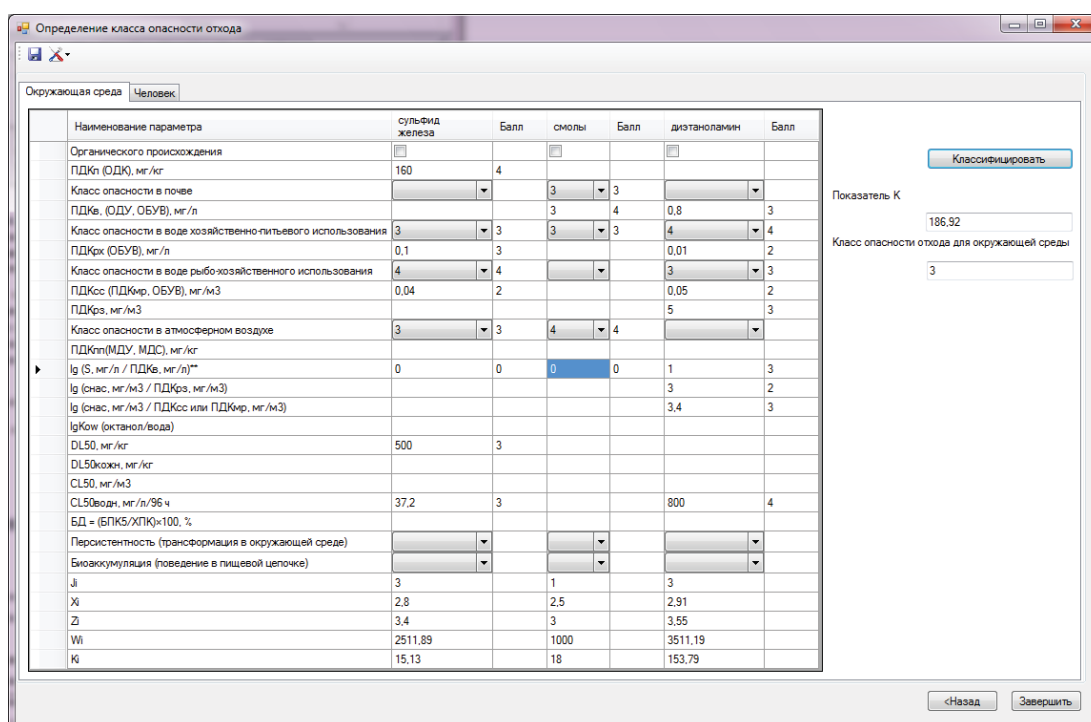


Рис. 3. Классификация опасности отхода для окружающей среды

Для классификации опасности отходов для окружающей среды используется такой параметр расчета, как фоновая концентрация некоторых элементов (таких как кремний, магний, кислород, углерод и др.) для рассматриваемого типа почвы. Данный параметр характеризует степень опасности компонента отхода: если компонентом отхода является один из основных элементов почвы и его концентрация не превышает фоновую, то данный компонент отхода можно считать неопасным. По умолчанию в программном модуле эти величины приняты равными среднему

элементному составу твердой фазы почвы по А.П. Виноградову (<http://www.west-climat.ru/sostav-rochvy.html>). При необходимости можно задавать значения, соответствующие рассматриваемому типу почвы.

Данный программный модуль позволяет быстро провести классификацию опасного отхода, результаты которой можно использовать для составления паспорта отхода. От пользователя не требуется специальных знаний, интерфейс модуля интуитивно понятен. Также можно исследовать

изменение токсичности отхода при варьировании концентраций компонентов.

С помощью модулей была проведена классификация ряда индивидуальных органических и неорганических веществ: акролеина, уайт-спирита, серной кислоты, цианистого калия, метанола, уксусной кислоты и др., а также смесевой продукции: смеси кислот,

противогололедного материала, ингибитора солеотложений и т.д.

Описанные программные модули используются в учебном процессе на кафедре компьютерно-интегрированных систем в химической технологии в РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Кузьмина Юлия Альбертовна, аспирант кафедры компьютерно-интегрированных систем в химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Савицкая Татьяна Вадимовна, д.т.н., профессор кафедры компьютерно-интегрированных систем в химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Егоров Александр Федорович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой компьютерно-интегрированных систем в химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва

Литература

1. ГОСТ Р 53856-2010 Классификация опасности химической продукции. Общие требования.
2. ГОСТ Р 53854-2010 Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на организм.
3. ГОСТ Р 53857-2010 Классификация опасности химической продукции по воздействию на окружающую среду. Основные положения.
4. ГОСТ Р 53858-2010 Классификация опасности смесей химической продукции по воздействию на окружающую среду.
5. ГОСТ Р 53691-2009. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. ПАСПОРТ ОТХОДА I-IV КЛАССА ОПАСНОСТИ. Основные требования.
6. Приказ Министерства природных ресурсов (МПР) РФ № 511 от 15 июня 2001 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/2158155/> (дата обращения 20.03.2014).
7. Статья 14 Федерального закона № 89 -ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_149817/ (дата обращения 20.03.2014).
8. СП 2.1.7.1386-03 – «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления» [Электронный ресурс]. URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/39/39761/index.php (дата обращения 20.03.2014).
9. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Кузьмина Ю.А. Программа классификации опасностей химической продукции // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014610940 от 21.01.2014 г.

Kuz'mina Yuliya Al'bertovna, Savitskaya Tatyana Vadimovna, Egorov Alexandr Fedorovich*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

* e-mail: savitsk@muctr.ru

EDUCATIONAL AND RESEARCH SOFTWARE FOR CHEMICAL HAZARDS AND ANTHROPOGENIC WASTE CLASSIFICATION

Abstract

The educational and research software for chemical hazards and anthropogenic waste classification is developed. The main interfaces of software and examples of classification results are presented.

Key words: software, hazards classification, chemicals, waste.