

УДК 004.4

А.В. Звягинцева (канд.техн.наук, доц.),
Е.А. Климова (магистрант), **А.А. Цымбалова** (магистрант)
Донецкий национальный технический университет
Zviagintseva@cs.dgtu.donetsk.ua

ЛАБОРАТОРНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ «ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ-ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»

Предложен комплекс программных продуктов, разработанный на кафедре компьютерных систем мониторинга Донецкого национального технического университета. Создано методическое, программное и информационное обеспечение в виде виртуальных лабораторных стендов, позволяющих проводить обучение студентов с использованием простейших тренажеров.

виртуальный лабораторный стенд, программные средства, информационное и методическое обеспечение, графический модуль, тренажер, принятие решений

Введение

Кафедра компьютерных систем мониторинга (КСМ) Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) выполняет научно-практические работы по многим направлениям мониторинга. Среди основных работ следует выделить разработку и внедрение систем мониторинга, автоматизированных систем и интернет-технологий, а также программных продуктов, связанных с обработкой и передачей информации в области охраны окружающей среды, энерго- и ресурсосбережения.

К специфике работы кафедры можно отнести подготовку большого пакета программных продуктов и баз данных в области экологического мониторинга и социально-экономического развития стран и регионов. Данные разработки кафедры связаны как с преподаванием курсов, входящих в блок профилирующих дисциплин специальности компьютерный эколого-экономический мониторинг (КЭМ), так и с практической деятельностью в области экологического мониторинга.

Учитывая то, что создание интерактивных средств обучения студентов в настоящее время является важным моментом учебного процесса, кафедра КСМ большое внимание уделяет также разработкам и в этой области. Известно, что лабораторные работы в процессе обучения являются неотъемлемой частью приобретения студентом практических

навыков и умений. В свою очередь, их реализация с использованием лабораторных стендов – важный элемент этого обучения.

Сегодня возможно создание виртуальных стендов, которые могут включать в себя встроенные графические редакторы, различные информационные и имитационные блоки, средства сбора и обработки данных, ввода-вывода информации и т.д., объединяющие в один модуль методическое, информационное и программное обеспечение. Задача создания таких стендов особенно актуальной становится для подготовки студентов компьютерных специальностей, для которых в настоящее время лабораторные работы чаще всего проводятся в компьютерных классах, а не в специализированных лабораториях. В свою очередь, построение и внедрение в учебный процесс такого комплекса лабораторных работ позволит автоматизировать процесс получения и обработки исходных данных различной специфики, приобрести практические навыки работы с измерительной аппаратурой, а также будет способствовать накоплению знаний для проектирования и последующего создания студентом имитационных моделей различных процессов, объектов и явлений. Большим положительным моментом внедрения в учебный процесс виртуальных лабораторных работ является необходимость выполнения их на определенном “оборудовании” (виртуальном стенде), что требует от студента регулярной посещаемости занятий и сосредоточенности при выполнении работ. Необходимость создания таких стендов подчеркивается оснащенностью большинства учебных заведений компьютерами достаточно высокого класса при одновременной проблематичности реализации работ со сложным и дорогостоящим оборудованием. В первую очередь эта проблематичность связана с тем, что дорогостоящие экспериментальные установки и стенды в вузе, в основном, предназначены для научно-исследовательских работ, а также использования в учебном процессе при подготовке специалистов высшей категории. Использование таких установок в учебном процессе сильно ограничено сложностью установки, большими материальными затратами и малой пропускной способностью при обучении.

В этом плане эффективной альтернативой реальному лабораторному практикуму или его дополнением может служить виртуальный, т.е. компьютерный вариант проведения занятий. При этом реальные экспериментальные стенды заменяются моделями установок, создавая систему виртуальных лабораторий [1–10].

На сегодняшний день в мире известно немало аналогичных разработок, предназначенных для применения в различных системах обучения [1–9]. Такие системы позволяют изучать работу различных измерительных приборов в рамках читаемых в учебных заведениях

дисциплин, по которым “сухая” теория не позволяет дать исчерпывающую информацию.

Среди существующих лабораторных программных средств следует выделить разработку группы компаний “АВИСАНКО” виртуальных стендов в области термодинамики, тепломассообмена и теплопроводности, предназначенную для технических и технологических специальностей средних специальных и высших учебных заведений [1]. Имеется также разработка НТУ “Харьковский политехнический институт” на основе статистических и динамических электротехнических объектов, представляющая собой виртуальную электромашинную лабораторию в виде цветного “трехмерного” динамического объекта, напоминающего современные компьютерные игры [2]. В Московском институте энергобезопасности и энергосбережения разработан “Виртуальный лабораторный комплекс по физике. Механика и термодинамика” [3], позволяющий локально без использования интернета подготовиться и отработать навыки по выполнению виртуальных лабораторных работ. В Томском Политехническом университете разработана виртуальная лаборатория «Микроконтроллеры и сигнальные процессоры», предназначенная для обучения студентов технических вузов принципам проектирования и комплексного тестирования микропроцессорных систем, обеспечивающая возможность выполнения экспериментов на реальном оборудовании в режиме удаленного доступа через глобальную сеть Интернет. Оборудование реализовано по технологии виртуальных инструментов в среде LabVIEW на базе модуля ввода-вывода [4].

Анализ разработок в этой области позволяет сделать вывод, что чаще всего такие системы создают с помощью языков LabView и LabWork. Многие лабораторные стенды содержат анимации, которые включены в них для лучшего восприятия материала. Следует также подчеркнуть, что в этом плане известно немало различных работ, выполненных как в нашей стране, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья. При этом в своем большинстве такие разработки относятся к точным наукам, таким как физика, электротехника, радиотехника, термодинамика, электроника, химия и т.п. Что же касается работ, описывающих развитие сложных систем “живой организм-окружающая среда”, то в настоящее время количество таких разработок сильно ограничено возможностью обоснования выбора сценариев поведения объектов в зависимости от влияния на них множества факторов разной степени и силы воздействия, а также отсутствием возможности построения адекватных моделей, в основе которых лежали бы какие-то фундаментальные закономерности.

В этом плане можно выделить разработку в области безопасности жизнедеятельности Тульского государственного университета [5–8]. Она представляет собой комплекс компьютерных программ, включающий в себя лабораторные работы по моделированию чрезвычайных ситуаций при разливе на аварийно-химически опасных объектах и др.

Несколько лабораторных работ данного класса были разработаны и внедрены на кафедре КСМ в ДонНТУ для обеспечения учебного процесса по дисциплинам, связанным с изучением развития сложных систем. Эти лабораторные работы организованы в виде виртуального лабораторного комплекса.

Структура, функции и возможности разработанного виртуального лабораторного комплекса

Разработанный комплекс лабораторных практикумов включает в себя методическое, программное и информационное обеспечения в виде реализации виртуальных лабораторных стендов. К каждой лабораторной работе комплекса прилагается техническая документация с детальным руководством пользователя. В состав комплекса входят следующие лабораторные работы: «Определение зон возможного заражения и негативных последствий химического загрязнения окружающей среды», «Определение уровня радиации и последствий радиационного заражения при взрыве», «Имитационное моделирование динамики изменения солёности жидкости с учетом колебания различных параметров», «Объектно-ориентированное моделирование взаимодействия популяций». В настоящее время разрабатывается лабораторная работа, описывающая функционирование сложной биологической системы на примере биения сердца, а также еще одна работа, связанная с определением шумовых воздействий и оптимизации движения поездов. Указанный цикл работ позволит пользователю с использованием имитационной модели реального явления, процесса или устройства, реализованной на компьютере, выполнять исследования, являющиеся целью конкретной лабораторной работы, которую невозможно достичь без использования дорогостоящего оборудования или без обеспечения специальных условий измерения.

Данная разработка предназначена для студентов специальности КЭМ направления подготовки «Компьютерные науки» и используется при проведении лабораторных занятий по дисциплинам «Методы, системы и приборы компьютерного экологического мониторинга», «Основы развития и самоорганизации сложных систем», «Методы моделирования сложных эколого-экономических и социальных систем».

В основу построения комплекса положены следующие принципы: многофункциональность – позволяет получать исходные данные, решать задачи по оценке, моделированию и прогнозированию сценариев развития опасных событий, а также хранить, обрабатывать и представлять информацию в удобном для пользователя виде; целостность – функционирование множества модулей программы подчинено единой цели, строго направленной на выполнение исследования, являющегося целью лабораторной работы; доступность – после регистрации пользователя и прохождения им тестового контроля его взаимодействие с программой осуществляется через стандартные элементы Windows: диалоговые окна, оконные и всплывающие меню, контрольные кнопки, клавиши быстрого доступа, а также списки для выбора; наглядность – реализована на основе концепции ГИС-технологий, предусматривающей отображение на электронной карте районов и информации, имеющейся в соответствующих базах данных, а также на основе концепции, позволяющей имитировать и в реальном времени визуализировать работу измерительных приборов, отображать характеристики функционирования технических объектов и влияющие на них факторы, а также описывать поведение живых организмов, изменение состояния окружающей среды и его влияние на объект воздействия.

Целью цикла лабораторных работ, входящих в разработанный комплекс является изучение теоретического материала, получение практических навыков работы с измерительной аппаратурой, освоение методик измерения физических параметров, оценка в динамике состояния сложной системы, а также проведение соответствующих расчетов для обоснования принятия управленческих решений.

Программное обеспечение лабораторного комплекса реализовано с использованием среды программирования Delphi и содержит в себе элементы мультимедиа технологий.

Фрагменты виртуальных лабораторных стендов представлены на рисунках 1–4. Стенды включают в себя справочники и базы данных, графический редактор, тесты для проверки знаний, теоретическую часть, указания к выполнению лабораторных работ, виртуальные приборы, таблицы и поля для рассчитанных данных, а также модули проверки расчетных и введенных данных.

После выбора виртуальной лабораторной работы студент должен зарегистрироваться, изучить теоретические аспекты работы и пройти тестовый контроль.

Виртуальные лабораторные стенды содержат полный объем теоретической информации, которая может потребоваться для выполнения лабораторной работы. Данная информация представлена в виде загружаемых текстовых файлов или оформлена с использованием Flash-технологий (рис. 3).

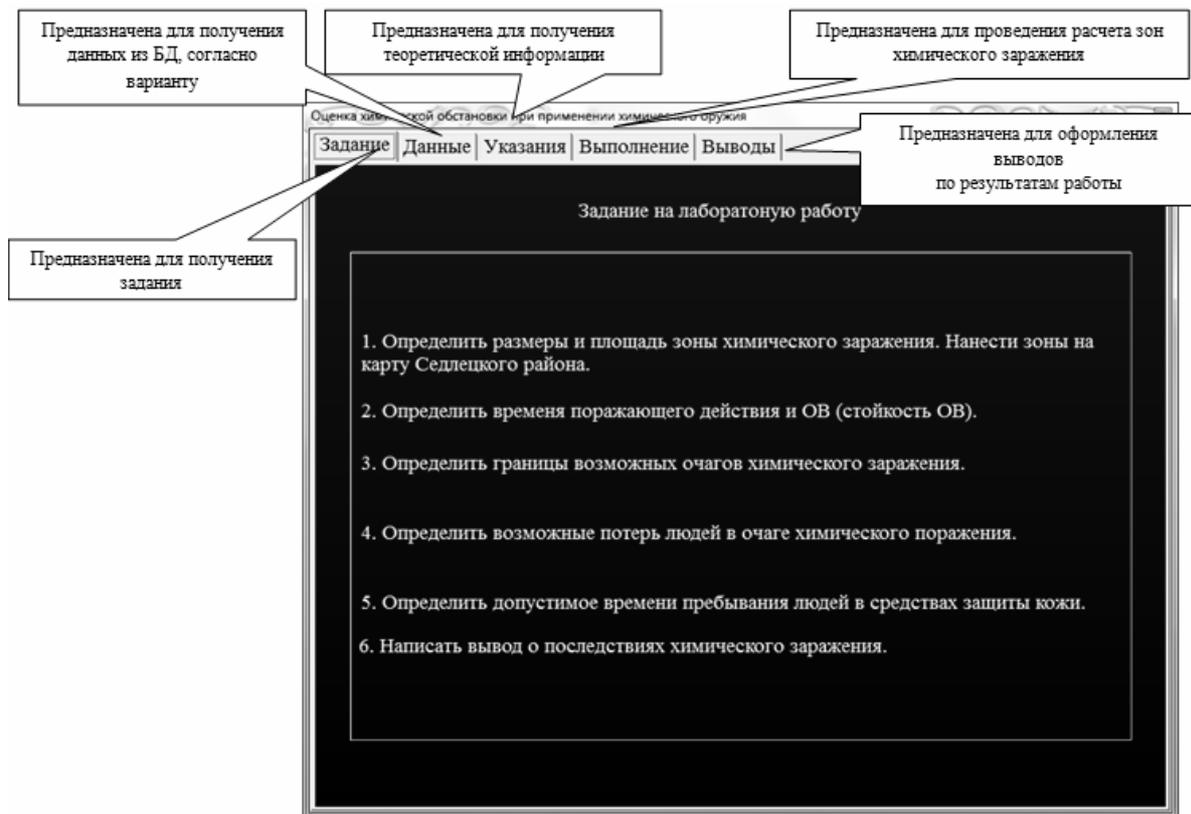


Рисунок 1 – Структура лабораторного стенда определения зон и последствий химического загрязнения

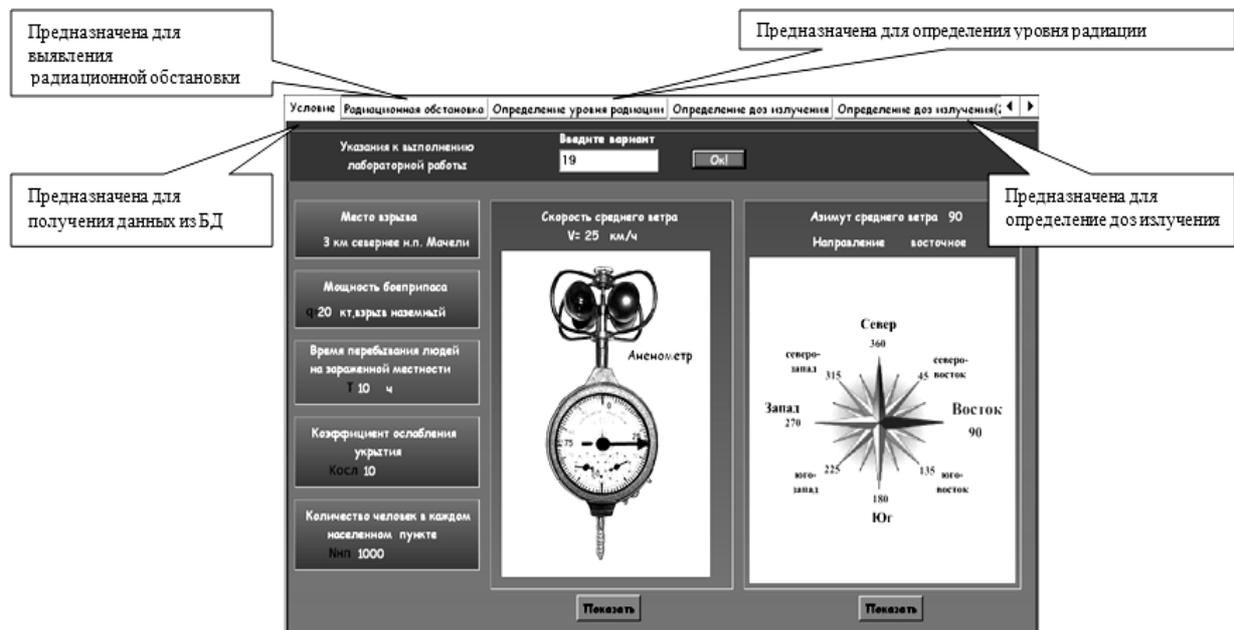


Рисунок 2 – Структура лабораторного стенда определения уровня радиации и оценки негативных последствий при взрыве

Также теоретическая информация изложена в виде отдельных методических указаний, которые выдаются студенту на занятиях перед началом выполнения работы. Для наглядности отдельные фрагменты излагаемого материала дополняются мультимедийной информацией в виде видеофильмов и звуковых файлов работающих приборов в различных режимах.

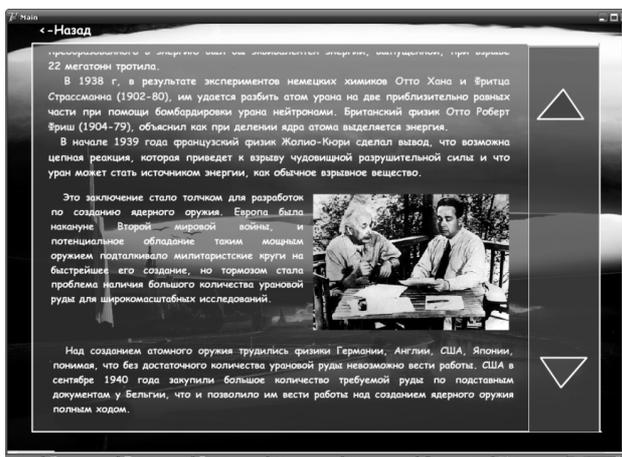


Рисунок 3 – Скроллинг, разработанный с использованием Flash-технологий

Список вопросов и ответов хранится в специально сформированном файле Test.ini, откуда программа их загружает. После прохождения теста появляется форма с результатами тестирования. При сдаче тестов на “удовлетворительно” и ниже блокируется дальнейшая работа всех модулей программы и предлагается возвратиться к изучению теоретической части и пройти тест повторно. В противном случае студенту необходимо выбрать вариант и в соответствии с ним с помощью sql-запросов формируется задание на работу и загружаются из базы исходные данные (рис. 4).

The screenshot shows a software application window titled "Оценка химической обстановки при применении химического оружия". The window has tabs for "Задание", "Данные", "Указания", "Выполнение", and "Выводы". The "Данные" tab is active, showing a list of parameters for a chemical weapon simulation. The parameters are:

- Введите вариант: 30
- 1. Время применения ОВ: Ночь, полуднею
- 2. Погода: скорость ветра V , м/с: 2
 - Температура воздуха: 30
 - Температура почвы: 20
 - Азимут ветра: 180
- 3. Место применения: 1 км западнее н.п. Ивичи
- 4. Количество самолетов: 8
- 5. Тип ОВ: Иприт
- 6. Условия нахождения людей: на открытой местности
- 7. Обеспеченность людей противогазами, %: 70
- 8. Количество человек, проживающих в каждом населенном пункте N , человек: 1000
- 9. Способ применения химического оружия: бомбометание
- 10. Тип самолетов: F-105

Рисунок 4 – Пример вкладки «Данные»

Далее студент работает с “физической” моделью и снимает показания с приборов. Виртуальные приборы также сделаны в виде ролика с использованием средств Macromedia Flash. Анимация реализована с помощью деления ролика на большое количество кадров, на которых последовательно осуществлено передвижение стрелки. В качестве примера на рисунке 5 представлена сцена Flash-ролика «Анемометр».

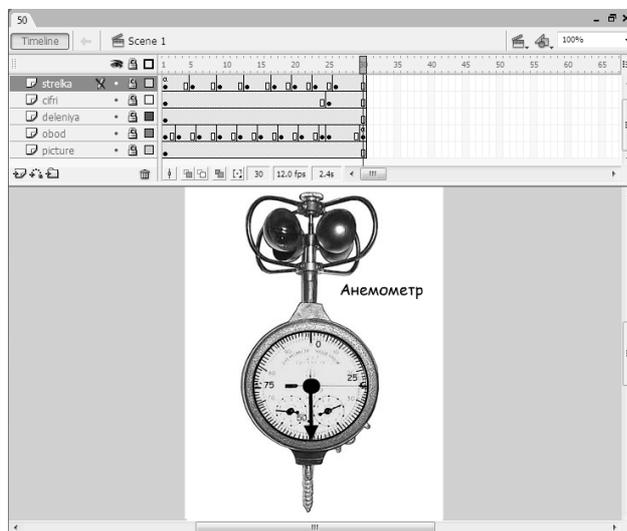


Рисунок 5 – Сцена Flash-ролика «Анемометр»

Для визуализации работы анемометра создано определенное количество роликов, которые загружаются в лабораторный стенд при выборе конкретного варианта.

Используя исходные данные, снятые с приборов показания и расчетные формулы студент определяет первоначальные размеры зон заражения и оценивает их распространение с учетом времени, прошедшего от начала события, направления и скорости ветра, а также наносит их на карту, используя встроенный в виртуальный стенд графический редактор.

Графический редактор позволяет автоматически визуализировать зоны химического и радиационного заражения и/или наносить их с помощью инструментов линия (LineButton), прямоугольник (RectangleButton) и эллипс (EllipseButton) из встроенной панели инструментов. Также предусмотрена возможность изменения стиля и толщины линии, стиля заливки, имеется опция очистки и сохранения рисунка.

Экранные формы графического редактора с примером нанесения зон заражения на карту представлены на рисунках 6-7.

Графический редактор включает в себя подсказки, содержащие пример-схему нанесения зон заражения на карту. Имеется также возможность очистки и сохранения карты с нанесенными на неё зонами.

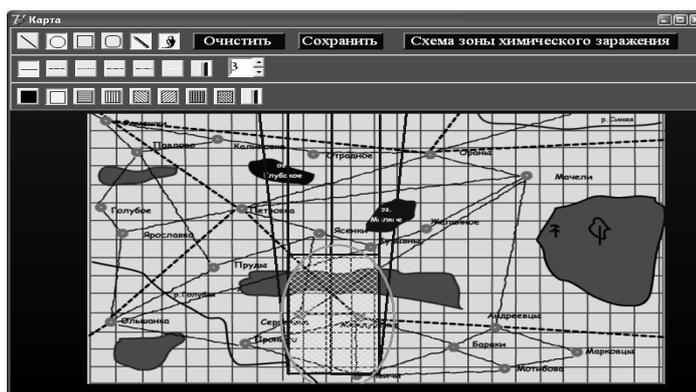


Рисунок 6 – Пример нанесения зон химического заражения на карту виртуального стенда

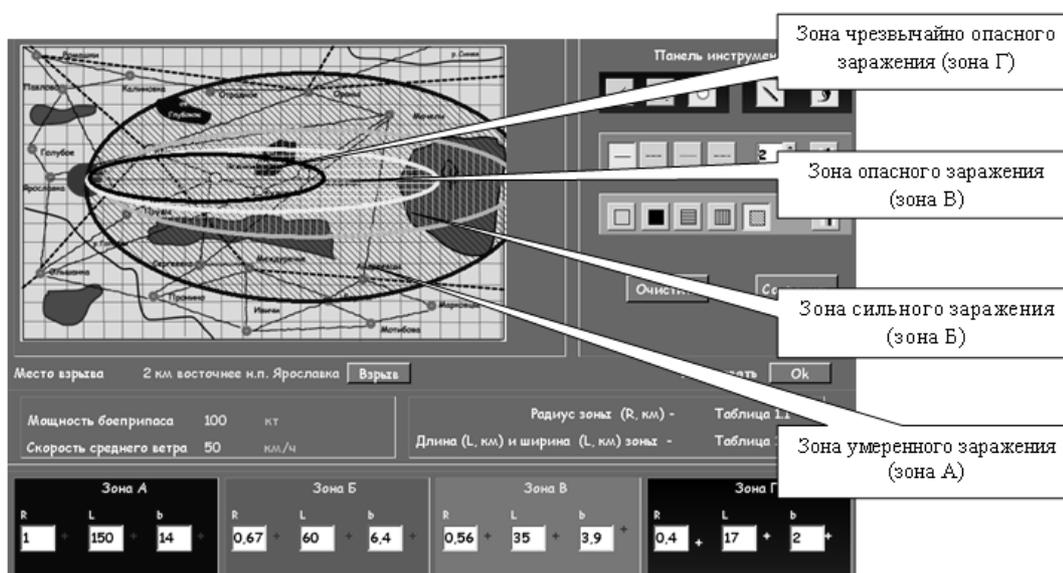


Рисунок 7 – Заполненная форма вкладки «Радиационная обстановка»

Указания для выполнения лабораторных работ содержат информацию, сгруппированную в пункты, каждый из которых является отдельным этапом выполнения работы. На рисунке 8 приведен скриншот вкладки «Выполнение» лабораторного стенда определения зон и оценки последствий химического загрязнения.

На рисунке 9 для примера представлена экранная форма вкладки «Определение доз излучения». Итогом работы является вывод о распространении вредных веществ по территории, количестве и степени пострадавших, а также всесторонний анализ обстановки с обоснованием принятия управленческих решений.

Оценка химической обстановки при применении химического оружия

Задание | Данные | Указания | Выполнение | Выводы

- Длина зоны химического заражения: 4 Таблица 2.1
- Степень вертикальной устойчивости воздуха: инверсия Таблица 2.2
- Размеры зоны химического заражения:
 - глубина распространения облака Г: 24 Таблица 2.3
 - коэффициент а: 1.2
 - площадь зоны химического заражения S: 124,8
 - ширина зоны химического заражения: 7,2
- Стойкость ОВ: 2,5 Таблица 2.4
- Допустимое время пребывания людей в средствах защиты кожи: 0,3 Таб. 2.5

Возможные потери людей в очагах химического поражения

Населенный пункт	R, км	Гподх	Nнп, чел	Пхп, %	Nхп, чел	Структура потерь людей		
						Легкой	Средней	Тяжелой
Отрадное	13	100	1000	3,5	350	87	140	122
Ясенки	8	60	2000	3,5	700	174	280	244
Желанное	3	15	1000	3,5	350	87	140	122

Таблица 2.6 | Таблица 2.7 | Таблица 2.8

Карта Седлецкого района

Рисунок 8 – Пример заполнения Вкладки

Определение возможных доз излучения, которые люди получают в населенных пунктах

Населенные пункты

Петровка | Ясенки | Кузьмы | Желанное

Определить время начала облучения людей в населенных пунктах
Использовать формулу 1.2 ----- $t_n = \frac{R}{V} + 1 \text{ час}$ (1.2)

1,08 | 1,12 | 1,16 | 1,2

Определить время окончания облучения людей в населенных пунктах
формула 1.3 ----- $t_k = t_n + T$ (1.3)

13,08 | 13,12 | 13,16 | 13,2

Определить уровни радиации в начале облучения Рн, Р/ч

1) Определить коэффициент пересчета Кцн ----- Таблица 1.5

1 | 1 | 1 | 1

2) Определить уровень радиации Рн, Р/ч используя формулу 1.4 ----- $P_n = P \div K_{цн}$ (1.4)

1800 | 1570 | 1580 | 2220

Рисунок 9 – Пример вкладки лабораторного стенда

Выводы

Нередко виртуальная реальность является хорошей альтернативой другим формам представления информации, требующим постановки экспериментов, которые не могут быть выполнены по ряду причин. Тенденции широкого внедрения виртуальных лабораторных работ в образовании позволяют судить об эффективности их использования в учебном процессе.

Сегодня в основном такие системы разрабатываются для описания и наглядного представления знаний из области точных наук, например, физики, электротехники, радиотехники, термодинамики, электроники, химии и т.п. В то же время фактически отсутствуют подобные разработки в области, связанной с описанием функционирования и оценки поведения экологических, биологических, социально-экономических, природно-

технических и других сложных систем, характеризующих жизнедеятельность организма и комплексное влияние на него факторов окружающей среды. Возможно, в первую очередь это связано с тем, что функционирование и поведение таких систем не всегда можно описать математическими моделями, так как заранее предусмотреть степень воздействия всех факторов практически невозможно. В связи с этим количественную оценку поведения и функционирования таких систем следует производить с использованием ситуационного и имитационного моделирования.

Сегодня имеется ряд специальностей, например, компьютерный эколого-экономический мониторинг, экономическая кибернетика, интеллектуальные системы принятия решений, экология и охрана окружающей среды и т.п., для которых предметом обучения является изучение развития сложных систем и обоснование на этой основе принятия управленческих решений. Для этих специальностей развитие умений и навыков у студентов на основе применения лабораторных и практических работ имеет свою специфику. При этом внедрение в учебный процесс виртуальных стендов дает возможность студенту работать со сценариями развития различных сложных систем и на базе этого оценивать закономерности их поведения.

Указанный в работе путь мог бы позволить организовать более реалистичный процесс учебно-лабораторного эксперимента для изучения такого рода систем.

Список литературы

1. ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ СТЕНДЫ: ТЕРМОДИНАМИКА, ТЕПЛОМАССОБМЕН, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ | Холодильщик.RU: Выпуск 2(26), 2007. Раздел "Группа компаний "АВИСАНКО" ПРЕДЛАГАЕТ" [Электронный ресурс]; Режим доступа http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_2_2007_VLS.htm.
2. Милых В.И. Концепция электромашинной виртуальной лаборатории и первые этапы ее воплощения / В.И.Милых, А.М.Майстренко. - 2006 - [Электронный ресурс] Режим доступа – // http://www.nbuu.gov.ua/portal/natural/emeo/ee_66/4-2.pdf (20.08.2010).
3. ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ МИЭЭ - Московский Институт Энергобезопасности и Энергосбережения Обучение и повышение квалификации в Московский Институт Энергобезопасности и Энергосбережения [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://mieen.ru/content/news/index.php?news=1920>.
4. Баран Ефим Web_лаборатория «Микроконтроллеры и сигнальные процессоры» / Ефим Баран, Пётр Захаров, Андрей Любенко // Современные технологии автоматизации. - 2005. - №1. – С. 64–67.
5. Вакунин Е.И. Программное обеспечение виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Е.И.Вакунин, А.В.Синюков, Д.В. Семизаров // Безопасность жизнедеятельности. - 2005. - №9. – С. 53–56.
6. Соколов Э.М. Программный комплекс «Методика аттестации рабочих мест» / Э.М. Соколов, В.М.Панарин, О.Н. Хаустова // Безопасность жизнедеятельности. -2005. - №9. Приложение. – С. 2–5.

7. Соколов Э.М. Программный комплекс системы сбора, обработки и отображения экологической информации / Э.М.Соколов, В.М.Панарин, Д.В. Дергунов // Безопасность жизнедеятельности. - 2005. - №9. Приложение. – С. 5–9.
8. Соколов Э.М. Программный комплекс информационной поддержки принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, возможных при разливе аварийно-химически опасных объектов / Э.М.Соколов, В.М.Панарин, А.А. Зуйкова // Безопасность жизнедеятельности. - 2005. - №9. Приложение. – С. 9–13.
9. Соловов А.В. Виртуальные учебные лаборатории в инженерном образовании / А.В. Соловов // Сб. Индустрия образования. – 2002. -Вып. 2. – С. 386–392.
10. Евдокимов Ю.К. LabView для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора / Ю.К.Евдокимов, В.Р.Линдваль, Г.И. Щербаков. - М.: ДМК Пресс, 2007. – 400 с.

Надійшла до редакції 18.11.2010

Рецензент: д-р техн.наук, проф. Аверін Г.В.

Звягінцева Г.В., Клімова К.О., Цимбалова А.А.
Донецький національний технічний університет

Лабораторні програмні засоби для вивчення процесів розвитку складних систем “живий організм-навколишнє середовище”. Запропоновано комплекс програмних продуктів, який розроблено на кафедрі комп'ютерних систем моніторингу Донецького національного технічного університету. Створено методичне, програмне та інформаційне забезпечення у вигляді віртуальних лабораторних стендів, які дозволяють проводити навчання студентів з використанням найпростіших тренажерів.

віртуальний лабораторний стенд, програмні засоби, інформаційне й методичне забезпечення, графічний модуль, тренажер, прийняття рішень

Zviagintseva A.V., Klimova E.A., Tsymbalova A.A.
Donetsk National Technical University

Laboratory Software to Study Development Processes of Complex Systems "a Living Organism - Environment". A software products set was developed at the department of computer systems for monitoring in Donetsk National Technical University.

virtual laboratory bench, tools, information and methodological support, graphics module, a simulator, decision-making