



3. Wals, A. Review of Contexts and Structures for Education for Sustainable Development / A. Wals. – Paris: UNESCO, 2009. – 81 p.

4. Disterherft, A. Sustainability science and education for sustainable development in universities e a critical reflection / A. Disterherft, W. Leal Filho, U. Azeiteiro, S. Caeiro // Caeiro, S., Leal Filho, W., 4. Charbel, J., Azeiteiro, U. (Eds.), Sustainability Assessment Tools in Higher Education Institutions. Mapping Trends and Good Practices at Universities Round the World. – Switzerland: Springer International Publishing, 2013. – pp. 3-28.

5. Saadatian, O., Salleh, E., Osman Mohd Tahir, O., Dola, K., 2012. Observations of sustainability practices in Malaysian research universities: highlighting particular strengths / O. Saadatian, E. Salleh, O. Osman Mohd Tahir, K. Dola // Pertanika J. Soc. Sci. Humanit. – 2012. – Vol. 17. – No. 2. – pp.293-312.

6. Lozano, R. Declarations for sustainability in higher education becoming better leaders, through addressing the university system / R. Lozano, R. Lukman, F. Lozano, D. Huisingh // J. Clean. Prod. – 2013. – No. 48. – pp. 10-19.

УДК 621.039.001.5

А.Г. Трифонов, Э.А. Михалычева, В.И. Орловская, Л.С. Кулик

Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА COMSOL 3.5A ПРИ РАСЧЕТЕ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА АЭС В ОБРАЗОВАНИИ СТУДЕНТОВ-ЭКОЛОГОВ

Подготовка студентов-экологов в условиях современного информационного общества требует использования в обучении информационно-коммуникационных технологий. Использование современного программного обеспечения позволяет студентам не только получать информацию, но и закреплять ее во время практических занятий, участвовать в реальных процессах моделирования, например аварийных ситуаций различных объектов, наглядно видеть изменение экологической обстановки в результате аварии.

Анализ последствий крупных техногенных катастроф, в особенности на ядерно-опасных объектах, в частности авария на атомной электрической станции (АЭС) Фукусима-1, показывает необходимость точного предварительного моделирования возможных аварий и их последствий. Основным негативным последствием аварии на АЭС является выброс радиоактивных веществ за контеймент (защитную оболочку станции) и территорию площадки, что представляет собой опасность для персонала станции, населения и окружающей среды. Исследование направления распространения выброса, его элементного состава и плотности осаждения радиоактивных веществ в зависимости от условий протекания аварии, метеоусловий и геометрии площадки представляется крайне важным при определении экологических последствий эксплуатации АЭС, а также для составления плана аварийных мероприятий. Использование в обучении студентов моделирующих компьютерных кодов позволяет подготовить специалистов-экологов, способных адекватно предсказывать возможные аварийные ситуации и быстро реагировать на изменение экологической обстановки вблизи потенциально опасных объектов.

В ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований - Сосны» НАН Беларуси организовано практическое обучение студентов-экологов моделированию динамики распространения выбросов загрязняющих веществ в аварийных ситуациях на АЭС на основе разработанного программного модуля в среде компьютерного кода COMSOL Multiphysics. Главной задачей моделирования реальных процессов является решение мультифизических задач. Универсальный расчетный комплекс программ COMSOL позволяет моделировать практически все физические процессы, которые описываются частными дифференциальными уравнениями, обладает удобным интерфейсом и графическим представлением результатов расчета, возможностью его корректировки с учетом специфики решаемой задачи. Программа



содержит различные решатели, которые помогут быстро справиться даже с самыми сложными задачами, а простая структура приложения обеспечивает простоту и гибкость использования. Пакет COMSOL Multiphysics позволяет моделировать практически все физические процессы, которые описываются частными дифференциальными уравнениями. В COMSOL Multiphysics достаточно ввести необходимые уравнения через клавиатуру, при этом не требуется переписывать код или осуществлять какие-либо сложные манипуляции, предоставляется возможность вносить любые изменения в режимы моделирования, что облегчает студентам освоение процесса моделирования и анализа результатов.

В рамках программного комплекса COMSOL 3.5a в ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований - Сосны» НАН Беларуси (далее Институт) был разработан программный модуль для расчета динамики распространения выбросов загрязняющих веществ в аварийных ситуациях из венттрубы.

Разработанный программный модуль для моделирования динамики распространения выбросов загрязняющих веществ в аварийных ситуациях из венттрубы позволяет провести расчеты:

- динамики процессов тепломассопереноса на площадке АЭС;
- пространственного распределения полей температуры, скоростей, давления выбросов;
- динамики распределения концентраций компонентов выброса на площадке АЭС.

В основу моделирования динамики потока и транспортируемой дисперсной примеси положена система уравнений сохранения для отдельных фаз, которые решаются совместно с уравнениями, описывающими процессы межфазного переноса и динамику межфазных поверхностей. Данная система уравнений сохранения дополняется соответствующими наборами начальных и граничных условий, а также интегральными параметрами работы техногенных источников. Для описания миграции радионуклидов в потоке исходная система уравнения сохранения дополняется уравнениями движения и сохранения аэрозольных частиц, начальными и граничными условиями с учетом генплана АЭС, метеорологическими данными на площадке АЭС и вероятностью возникновения аварий.

В процессе моделирования рассматривается аварийный выброс из вентиляционной трубы без учета влияния тепловых потоков от градирни. Расчеты проводятся для характерных для летнего и зимнего периода граничных и замыкающих соотношений, определяется температура внешней среды, максимальная скорость ветрового потока на высоте 300 м и скорость осаждения примесных частиц.

Расчетная область представляет собой цилиндр диаметром 2000м и высотой 300м. Цилиндрическая форма расчетной области позволяет иметь постоянную форму данной области при различных направлениях ветрового потока (угол α). «Дно» расчетной области имитирует форму инфраструктуры АЭС. На боковых границах расчетной области принят квадратичный профиль скорости, а на верхней границе – максимальная скорость (константа) воздушного потока. На твердых поверхностях принято условие «прилипания». На всех боковых входных по потоку границах принято постоянное значение концентрации аэрозоля ($C = 0$) и постоянное характерное значение температуры (типичная летняя температура 20°C). На выходе из вентрубы принята постоянная относительная концентрация, равная $C = 1$. Направление ветра $\alpha = 0$ (базис).

В ходе моделирования студенты рассчитывают и задают параметры всех зданий и сооружений, которые расположены на территории площадки АЭС, определяют условия для моделирования, физические условия, физические параметры для расчета полей температур и скоростей, определяют физические параметры для расчета концентрации выброса радиоактивных веществ.

Визуализация результатов моделирования представлена на рисунках 1 - 3.

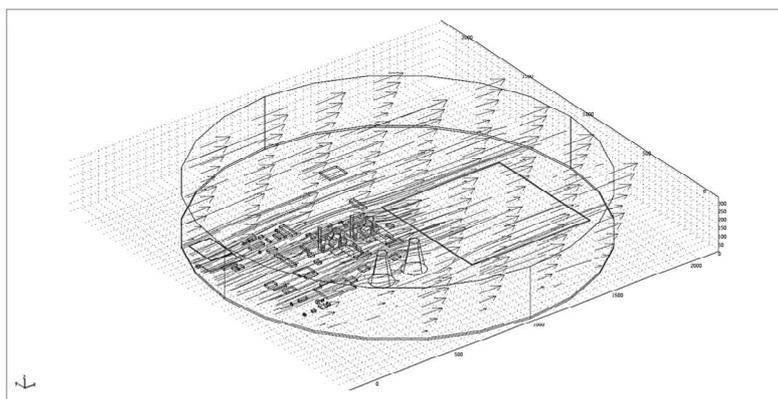


Рисунок 1 – Результаты расчета векторов скорости и функций тока в приземном слое применительно к генеральному плану площадки Белорусской АЭС. Аксонометрия

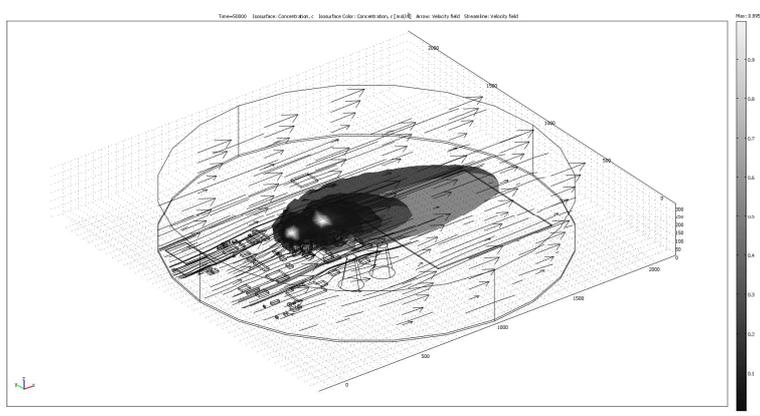


Рисунок 2 – Распределение относительной концентрации радиоактивных аэрозолей на территории площадки Белорусской АЭС для направления ветра по румбу 1. Диапазон изменения относительной концентрации $0 \div 1$. Аксонометрия

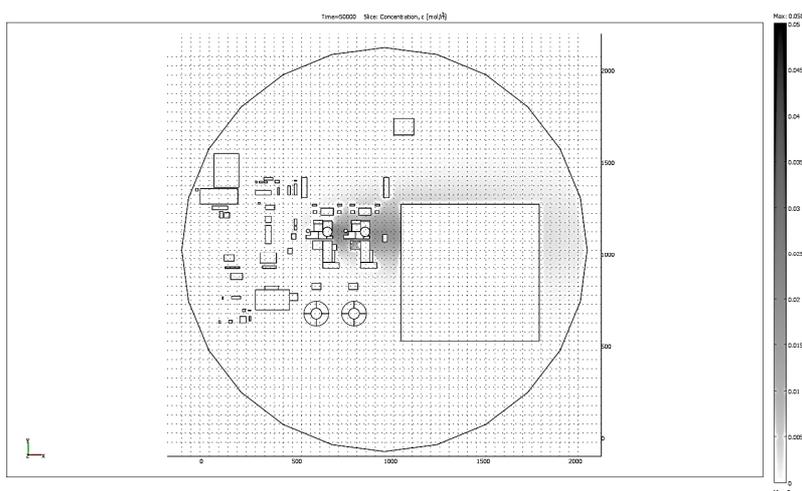


Рисунок 3 – Результаты расчета приземной концентрации в сечении на высоте 1 м

Полученные результаты расчетов позволяют определить зоны преимущественного локального осаждения радиоактивных аэрозолей на территории площадки АЭС (темный фон), а величина концентрации радиоактивного аэрозоля на высоте 1 м служит основой для последующих расчетов доз облучения.



С помощью разработанного программного модуля студенты, во время прохождения практики в Институте, выполняют практические задания по разработке модельного аналога площадки Белорусской АЭС, занимаются расчетами и анализом распределения относительной концентрации радиоактивных аэрозолей на территории площадки, рассчитывают зоны поражения при радиационных авариях и составляют прогнозные карты возможного аварийного радиоактивного загрязнения окружающей среды. Вовлечение студентов старших курсов в выполнение совместной работы с сотрудниками Института позволяет подготовить будущих специалистов-экологов к реальной работе на объектах повышенной опасности, помочь им быстрее адаптироваться к современным требованиям к компетентности специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pugliese, S. Finite element modelling of plume dispersion in the lower part of the atmosphere / S.Pugliese, M.Jaeger, R.Occelli // Air Pollution: Monitoring, Simulation and Control (ed. B. Caussade, H. Power, C.A. Brebbia) – Comp. Mech. Pub. Southampton-Boston. – 1996. – P. 99-108.
2. Оперативная оценка доз облучения населения при радиоактивном загрязнении территории воздушным путем: Методические указания МУ 2.6.1. 2153-06. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия, 2007. – 45 с.

УДК 691: 004.853

И.В. Трищенко, А.В. Каклюгин

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный строительный университет», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

О ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ ВУЗЕ

Рядом федеральных законов РФ («Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», «Об охране окружающей среды», «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и др.), а также «Стратегией развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года» установлены приоритетные направления развития различных отраслей. В их числе энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и др. Принятый подход определяет устойчивое развитие среды жизнедеятельности человека [1].

Перечисленные приоритетные направления совершенствования и развития производства особо актуальны для промышленности строительных материалов. Это обусловлено тем, что данную отрасль отличает ряд особенностей. Она потребляет очень большое количество топливно-энергетических и материальных ресурсов (более 20 видов минерального сырья, более 100 наименований горных пород). Для предприятий отрасли характерно использование сильно изношенного технологического оборудования, устаревших технологий (в ряде подотраслей их уровень соответствует уровню 70 – 80-х годов XX века). При проектировании новых и техническом перевооружении действующих производств предусматривается использование преимущественно импортного технологического оборудования. Кроме того, эта отрасль является уникальным переработчиком многих промышленных отходов. Поэтому внедрение на предприятиях промышленности строительных материалов современных технологий, позволяющих организовать выпуск продукции надлежащего качества при минимальном потреблении материальных и энергетических ресурсов, достаточно перспективно и экономически оправдано. В условиях действия санкций особую роль приобретают разработка и освоение отечественных технологий и промышленный выпуск необходимого технологического оборудования российскими производителями.