

лекарственных средств, диагностики, протоколов лечения, финансовых вопросов и т. д.). Стандарт FHIR может использоваться в широком спектре технологических сред: в мобильных приложениях, облачных коммуникациях, обмене данными в контексте EHR-систем, серверных коммуникациях крупных поставщиков медицинских услуг и т. д.

Использование спецификации FHIR имеет рекомендательный характер, является бесплатным и неограниченным.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ НА ПЛОЩАДКЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

### MODELING OF DISTRIBUTION OF THERMAL EMISSIONS AT THE PLANT OF THE BELARUSIAN NPP

*B. A. Иванюкович, M. L. Михайлюк  
U. Ivaniukovich, M. Mikhailyuk*

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
u.ivaniukovich@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

Предлагается модель для анализа теплового воздействия градирен Белорусской АЭС на окружающую среду. Получены поля температур и удельной влажности на территории площадки Белорусской АЭС для различных метеорологических условий.

A mathematical model of thermal impact of the cooling towers of the Belarusian NPP on the environment is proposed. Both temperature fields and specific humidity around the Belarusian NPP for various meteorological conditions are obtained.

*Ключевые слова:* Белорусская АЭС, тепловое загрязнение, градирня, математическое моделирование, температурные поля, влажность.

*Keywords:* Belarusian NPP, thermal pollution, cooling towers, simulation, temperature fields, humidity.

Одним из видов воздействия строящейся Белорусской АЭС на окружающую среду является тепловое загрязнение, вызванное водяным охлаждением конденсаторов турбин. Основными источниками тепловых выбросов являются системы охлаждения энергетических установок АЭС. К ним относятся водоемы, градирни и брызгательные бассейны. Отвод тепла от промышленных объектов с помощью градирен является самым дешевым способом, позволяющим сэкономить не менее 95 % воды. Они предпочтительней и с экологической точки зрения, так как являются оборотными системами водоснабжения и не связаны с водоемами. Исследование тепловых выбросов в процессе эксплуатации Белорусской АЭС и связанные с ними изменения микроклиматических условий и воздействие на наземные экологические системы требует глубокого исследования с учетом концепций устойчивого экологического развития экосистем, систем мониторинга и экологической безопасности.

В работе предлагается модель, предназначенная для анализа теплового воздействия градирен Белорусской АЭС на окружающую среду.

Для моделирования динамики теплового потока в продольном сечении использована система уравнений сохранения:

$$\begin{cases} \operatorname{div}(w) = 0 \\ \rho c_p \frac{dT}{dt} = \operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T) \\ \frac{\partial w_x}{\partial t} + (w \operatorname{grad}) w_x = F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \nabla^2 w_x \\ \frac{\partial w_y}{\partial t} + (w \operatorname{grad}) w_y = F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \nabla^2 w_y \\ \frac{\partial w_z}{\partial t} + (w \operatorname{grad}) w_z = F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \nabla^2 w_z \end{cases}$$

где  $w_x, w_y, w_z$  – проекции скорости на оси x, y и z;  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости;  $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$  – оператор Лапласа;  $F_x, F_y, F_z$  – проекции Архимедовой силы на оси произвольно ориентированной прямоугольной системы координат;  $p$  – давление;  $T$  – температура;  $C_p$  – изобарная теплоемкость;  $\rho$  – плотность, зависящая от  $T$  и  $p$ ;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности жидкости.

Система уравнений дополнена уравнением переноса влаги в атмосфере. Уравнение прогноза локальных изменений удельной влажности в адиабатическом приближении описывается законом сохранения массы водяного пара в единичном объеме воздуха:

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho q + \operatorname{div}(\rho q \vec{w}) = 0,$$

где  $q$  – удельная влажность,  $\rho$  – масса водяного пара.

Предложенная модель удовлетворяет требованию воспроизводимости результатов. Проверка и апробирование модели проведены с использованием материалов натурных испытаний градирен Нижегородской АЭС и Ленинградской АЭС-2.

На основании проведенного моделирования получены поля температур и удельной влажности на территории площадки Белорусской АЭС для различных метеорологических факторов.

## ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО УЧЕТА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ОАО «ЖАБИНКОВСКИЙ КОМБИКОРМОВЫЙ ЗАВОД» SOFTWARE OF MANUFACTURING WASTE OF MANUFACTURING AT OJSC «ZHABINKA FEED FACTORY»

**A. Н. Карпук, А. Л. Карпей**  
**A. Karpuik, A. Karpei**

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
kar\_an@tut.by  
Belarusian State University, ISEI BSU,  
Minsk, Republic of Belarus*

В СУБД Microsoft Access разработана база данных учета, анализа утилизации отходов производства Жабинковского комбикормового завода. Созданная база данных позволит вести мониторинг экологической ситуации на предприятии.

In Microsoft Access database developed a database of accounting, analysis of waste utilization of the production of Zhabinka feed factory. The database created will also allow monitoring of the environmental situation in the enterprise.

*Ключевые слова:* Жабинковский комбикормовый завод, отходы производства, виды отходов, классы экологической опасности, хранение отходов, переработка отходов, утилизация отходов.

*Keywords:* Zhabinka feed factory, production waste, waste types, environmental hazard classes, waste storage, waste recycling, waste utilization.

Одной из наиболее острых экологических проблем в настоящее время является загрязнение окружающей природной среды отходами производства и потребления. Кроме нормативов экологической безопасности поддержания надлежащего состояния окружающей природной среды и экологического равновесия, на любом предприятии должен вестись мониторинг количества отходов предприятия, с возможностью их уменьшения и перспективами дальнейшей переработки. На Жабинковском комбикормовом заводе отсутствует автоматизированная база данных учета и анализа отходов производства, что и повлияло на выбор объекта разработки.

В данной работе представлена спроектированная и разработанная на основе СУБД Microsoft Access база данных «Учёт отходов производства ОАО «Комбикормовый завод». Создание базы данных позволит так же вести мониторинг экологической ситуации на предприятии.

На комбикормовом заводе образуется более 60 видов отходов. Все отходы, образующиеся на предприятии, разделяются по видам в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами», классификатором отходов и классам опасности. Они подлежат обязательному сбору и учету образования, хранению, использованию, передаче на переработку специализированным предприятиям и удалению неиспользуемых отходов на объекты захоронения.

База данных «Учёт отходов производства на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод»» содержит информацию о заводе и его структурных подразделениях. В ней присутствует полная информация об отходах производства: наименовании отхода, класс экологической опасности, дата поступления, количество, подразделение, вид производственной деятельности, которая сопровождается возникновением отходов. Имеется информация об организациях, принимающих отходы: название, адрес, телефон, цель принятия. Созданы следующие запросы: