не испытывая этих проявлений непереносимости лактозы. Дело в том, что молочный сахар служит питательной средой для полезных бактерий, которые перерабатывают его в молочную кислоту. К таким бактериям относят молочнокислые бактерии, микрофлора кефирных грибков и другие. После сбраживания молочного сырья этими микроорганизмами получается биопродукт с минимальным содержанием лактозы, который хорошо усваивается организмом и не вызывает проблем пищеварения. Так производят, йогурт, кефир, сметану и с недавних пор биомороженое. Поэтому, разработка новой биотехнологии производства биомороженого для функционального питания, обладающего выраженной биологической активностью и оказывающего на организм человека положительное действие при гиполактазии, является актуальной.

РОЛЬ КОМПЬЮТЕРА В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Хачатурова С.С.

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, e-mail: seda_@mail.ru

Мы живем в информационном обществе и компьютеры присутствуют в нашей жизни, в каждой сфере нашей деятельности. Сегодня компьютеры намного больше, чем просто электронные вычислительные машины. Информационные ресурсы в сети Интернета используются в процессе обучения; сканеры штрих-кода в супермаркете считывают стоимость продукта и вычисляют наш банковский счет; компьютеризированные телефонные центры контролируют и распределяют множество звонков ежедневно по всему миру; банковские автоматы позволяют нам провести банковские операции и т.д. Но откуда все эти технологии появлялись? Чтобы полностью понять и оценить ценность компьютера в нашей жизни и его перспективах, важно понять и эволюцию его развития. Древний человек использовал пальцы, раковины, бусинки, палки и другие объекты, чтобы обозначать числа и высчитывать суммы и разности. Сегодня трудно осознать, что наши предки использовали маленькие камни и другие объекты как числовые обозначения. Такие методы вычислений вводили некоторый элементарный вид абстракции и люди стали понимать, что такой метод не удовлетворяет их увеличивающимся потребностям.

Проходят годы… История компьютера тесным образом связана с попытками человека облегчить автоматизировать большие объёмы информации, в том числе и знания. Компьютеры, которые мы видим вокруг нас, принадлежат к технологиям современного поколения, которые резко отличаются от машин предыдущих поколений, прежде всего тем, что их организация в значительной степени отвечает идеям создания искусственного интеллекта, то есть эти машины «думающие». Происходит их внедрение во многие сферы компьютерных сетей, в том числе и в образовательные учреждения. Последняя информационная революция выдвигает на первый план новую отрасль – информационную индустрию, связанную с производством технических средств, методов, технологий для производства новых баз знаний для повышения качества образования. Важнейшими составляющими становятся информационные технологии для передачи данных на основе компьютерных сетей с применением Интернет-ресурсов.

Физико-математические науки

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ

Абдула Ж., Абдигапарова А., Каримова А., Галагузова Т.А.

Таразский инновационно-гуманитарный университет, Тараз, e-mail: tamara5024@mail.ru

В атмосферу поступает множество вредных веществ. Помимо нарушений функционирования различных систем организма, хронических заболеваний внутренних органов, некоторые вещества представляют опасность как канцерогены. В отличие от других факторов, влияющих на состояние здоровья, воздействие продуктов антропогенных выбросов на человека отрегулировать невозможно. В связи с тем, что последствия такого воздействия могут реализовываться спустя годы и десятилетия, актуальной задачей становится долгосрочный прогноз риска r онкологических заболеваний населения вследствие воздействия канцерогенных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей и выбросах предприятий. Задача долгосрочного гидродинамического прогноза параметров атмосферы является исключительно сложной, что обусловлено рядом причин. Разработанный методический подход, применим для долгосрочного прогноза канцерогенного риска для районов г. Алматы, Шымкента, Тараза и для других мегаполисов. Численные эксперименты проведены для микрорайона 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

В атмосферу поступает множество вредных веществ, например, бенз(а)пирен, сажа, свинец, пары бензина, медь и другие. Помимо нарушений функционирования различных систем организма, хронических заболеваний внутренних органов некоторые вещества представляют опасность как канцерогены. В отличие от дру-

гих факторов, влияющих на состояние здоровья, воздействие продуктов антропогенных выбросов на человека отрегулировать невозможно. В связи с тем, что последствия такого воздействия могут реализовываться спустя годы и десятилетия, актуальной задачей становится долгосрочный прогноз риска r онкологических заболеваний населения вследствие воздействия канцерогенных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей и выбросах предприятий.

В выражении

$$r = \sum_i r_i, \qquad (1)$$

здесь $r_i = r_i\ (q_i\ (Y),\ Y)$ – зависимость рисков от концентрации канцерогенных веществ в детерминированном виде отсутствует. Известны только эмпирико-статистические зависимости типа уравнения регрессии, установленные на основе исследования чувствительности величины r_i от вариаций q_i. Помимо этого, задача долгосрочного гидродинамического прогноза параметров атмосферы является исключительно сложной, что обусловлено рядом причин, среди которых главными является быстрое ухудшение значимости решения с увеличением заблаговременности и большая трудоемкость получения оценок реакции атмосферы на различные внешние воздействия с помощью существующих методов численного прогноза. Как правило, эти возмущения малы по сравнению с невозмущенными значениями и оценка их влияния может искажаться фиктивными шумами, порождаемыми самой численной моделью.

В связи с этими обстоятельствами представляется перспективным применение методов теории чувствительности [2] к постановке и решению задачи долгосрочного прогноза риска r. Введем термины: вектор состояния и вектор параметров. Под вектором состояния понимается вектор, составляющими которого являются риски r_i обусловленные различными канцерогенными примесями q_i. Под вектором параметров в данном случае понимается вектор Y (вектор параметров атмосферы и параметров источника).

Введем в рассмотрение функции чувствительности:

$$G_i = \frac{\partial r_i}{\partial Y}. \qquad (2)$$

Функции чувствительности представляют собой изменения вектора состояния, соответствующие единичным изменениям составляющих вектора параметров, т.е. частные производные от решений уравнений (1) по составляющим вектора параметров в окрестности невозмущенных решений. Процесс расчета рисков r_i, при этом становится предельно простым и состоит в перемножении вариаций параметров модели и заранее рассчитанных функций чувствительности.

С учетом вида выражения (1) преобразуем правую часть соотношения (2)

$$\frac{\partial r_i}{\partial Y} = \frac{\partial r_i}{\partial q_i} \cdot \frac{\partial q_i}{\partial Y}$$

и функции чувствительности (2) представим в виде

$$G_i = R_i \cdot Q_i, \qquad (3)$$

где $R_i = \dfrac{\partial r_i}{\partial q_i}$; $Q_i = \dfrac{\partial q_i}{\partial Y}$.

Функции чувствительности R_i рассчитаны и приведены в работе [3] посвященной оценке канцерогенных рисков, обусловленных загрязнением воздуха транспортными потоками в Западном районе города Тараз, Алматы.

Для расчета полей функций чувствительности Q_i целесообразно использовать уравнения, описывающие задачу долгосрочного прогноза полей канцерогенных примесей, в вариациях [4]. С этой целью используются представления векторов состояния и параметров в виде суммы невозмущенных значений (q_{io}, Y_o) и малых возмущений (δq_i, δY).

$$q_i = q_{io} + \eta \cdot \delta q_i; \quad Y = Y_o + \eta \cdot \delta Y,$$

где η – вещественный параметр.

Если записать структуру модели в виде операторного уравнения

$$B\frac{\partial q_1}{\partial t} + A(q_1, Y) = f_i, \qquad (4)$$

то уравнения в вариациях представляются в виде

$$\lim_{\eta \to 0} \frac{\partial}{\partial \eta}\left[B\frac{\partial}{\partial t}(q_{i0} + \eta \cdot \delta q_1) + A(q_{i0} + \eta \cdot \delta q_i, Y_0 + \eta \cdot \delta Y) - (f_{i0} + \eta \cdot \delta f_i) \right] = 0, \qquad (5)$$

где B – диагональная матрица; $A\ (q_i,\ Y)$ – нелинейный матричный дифференциальный оператор.

В основу модели расчета полей функций чувствительности Q_i положено уравнение эволюции примесей. Ниже приведен общий вид данного уравнения:

$$\frac{\partial q_i}{\partial t} + Dq_j - W_s\frac{\partial q_j}{\partial p} + Cq_j = f(q_j) + F(q_j); \quad W_S = -g\rho V_S. \qquad (6)$$

Далее уравнение эволюции примесей представлено в вариациях:

$$\frac{\partial \delta q_{kj}}{\partial t} + \bar{D}\delta q_{kj} + G\bar{q}_{kj} - W_s\frac{\partial \delta q_{kj}}{\partial p} + \delta W_s\frac{\partial \bar{q}_{kj}}{\partial p} + C_k\delta q_{kj} + \delta C_k\bar{q}_{kj} = f(\delta q_{kj}) + F(\delta q_{kj}). \qquad (7)$$

Для численной реализации модели расчета полей функций чувствительности Q_i используется выражение, которое демонстрирует частный случай уравнения эволюции примесей:

$$\frac{\partial q}{\partial t}+u\frac{\partial q}{\partial x}+v\frac{\partial q}{\partial y}+ \\ +w\frac{\partial q}{\partial z}+\sigma\cdot q-\frac{\partial}{\partial z}k\frac{\partial q}{\partial z}-\mu\Delta q=f. \quad (8)$$

Данное уравнение справедливо для легких примесей. В вариациях оно выглядит следующим образом:

$$\frac{\partial\delta q}{\partial t}+\bar{u}\frac{\partial\delta q}{\partial x}+\bar{v}\frac{\partial\delta q}{\partial y}+\bar{w}\frac{\partial\delta q}{\partial z}+ \\ +\sigma\delta q-\mu\Delta\delta q-k\frac{\partial^2\delta q}{\partial z^2}=\delta f. \quad (9)$$

Полученные таким образом уравнения в вариациях при фиксированных невозмущенных значениях составляющих вектора состояния линейны. В виду этого обстоятельства представляется возможность, не прибегая к моделированию основного (невозмущенного) состояния, оценивать его вариации на больших масштабах времени, вплоть до климатических.

Для вычисления функций чувствительности к вариациям компоненты Y_k осуществляется интегрирование по времени уравнений в вариациях, в котором эта компонента вектора параметров полагается равной единице, остальные – нулю. Полученные таким образом решения представляют собой трехмерные поля функций чувствительности к единичным вариациям конкретного параметра на временном интервале (равном интервалу интегрирования уравнений в вариациях) и позволяют количественно оценивать изменения составляющих вектора состояния (Δq_i), соответствующих заданному полю вариаций параметров (ΔY):

$$\Delta q_i = Q_i\,\Delta Y.$$

С учетом соотношений (2), (3) отсюда следует выражение для расчета рисков

$$\Delta r_i = G_i\,\Delta Y = R_i\,Q_i\,\Delta Y. \quad (10)$$

Подтверждением работоспособности предложенного подхода стало разумное соответствие результатов выполненных численных экспериментов результатам, опубликованным в других работах.

Численные эксперименты по прогнозу канцерогенного риска проведены для микрорайона 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 г. Тараз для самого жаркого и самого холодного месяца года (июль и январь соответственно). В эксперименте участвовали лишь выбросы от автотранспорта. Полученные прогнозируемые уровни канцерогенного риска для указанного микрорайона довольно низкие, что говорит о незначительном вкладе автомобильного транспорта в общее количество онкологических заболеваний.

Прогноз риска может осуществляться с учетом меняющихся условий среды и параметров источника выбросов вредных веществ. Разработанный методический подход применим для долгосрочного прогноза канцерогенного риска для других районов г. Алматы Шымкента, Тараза и других мегаполисов. Результаты могут служить основой принятия необходимых управленческих решений, направленных на минимизацию риска.

С другой стороны при выборе подходящей математической модели процесса распространения газообразных примесей в атмосфере необходимо учитывать, что он объединяет в себе такие различные процессы как перенос ветром, турбулентная диффузия, поглощение и химические превращение примесей. В общем процессе распространиения примесей можно описать следующей дифференциальной моделью в частных производных:

$$\frac{\partial q}{\partial i}=\sum_{i=1}^{3}u_i\frac{\partial q}{\partial i}\left(k_i\frac{\partial q}{\partial x}\right)+aq=f, \quad (11)$$

где $q(x,\ t)$ – определенная концентрация примесей в точке ($x = x_1,\ x_2,\ x_3$) в момент времени t, $x\in\Omega\bigcup\partial\Omega;\in(O,T)$; $u = (u_1,\ u_2,\ u_3)$ – вектор скорости ветра с составляющими вдоль осей координат x_1, x_2, x_3; k_1, k_2, k_3 – коэффициент турбулентной диффузии вдоль соответсвующих осей координант; a – коэффициент интенсивности поглащения примесей атмосферой; $f(x, t)$ – обобщенная функия, характеризирующая источники выбросов на местности.

В случае наличия нескольких точечных источников функия $f(x,\ t)$ – апроксимируется следующим выражением

$$f(x,t)=\sum_{i=1}^{3}Q_1(t)\delta\left(x-X_i^s\right),$$

где $Q_1(t)$ мощность выброса источника I_s. Если источник является постоянно действующим (типичным пример – трубы ТЭЦ), можно представить в виде const. Для случаев аварийных выбросов такое представление, по-видимому, неприемлемо. Здесь, в зависимости от характера аварии, можно остановится на одном из следующих трех вариантов:

1) экспоненциальный режим

$$Q(t) = M_0\exp(-at),$$

где M_0 – начальный выброс; a – коэффициент интенсивности выброса;

2) последущее стационирование выброса

$$Q(t) = M_{mfx}[1 - \exp(-at)],$$

где M_{mfx} – максимальная мощность выброса;

3) колебательный режим

$$Q(t) = M + M\sin\left(\frac{2\pi}{\tau} - \frac{\pi}{2l}\right),$$

где M – амплитуда выброса.

Если обратится к модели распространения, можно констатировать, что у нас нет надежды получить в общем виде аналитическое решение уравнения (11), то почему бы сразу не приступить к его численному решению на ЭВМ. Причина невозможности этого кроется в самой природе турбулентного потока. Решить задачу прогноза распространения, по видимому, можно только путем разработки достаточно простого и эффективного требования, которое связано с прогнозированием, очень важно не пропустить опасные уровни загрязнения, пусть даже это иногда будет приводить к ложной тревоге.

Список литературы

1. Абдула Ж. Влияние загрязнения атмосферы на микроклиматы города и промышленные зоны: труды Международной научно-технической конференции. – Алматы: КазНГУ, 2006. – С. 275–284.

2. Анискина О.Г., Панин Б.Д. Исследование чувствительности дискретной прогностической модели с помощью уравнений в вариациях // Межвуз. сб. – Л.: ЛГМИ, 1992. – Вып. 114. – С. 4–11.

3. Макоско А.А. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие. – М.: МГУПС, 2001. – 200 с.

4. Пененко ВВ. Методы численного моделирования атмосферных процессов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 352 с.

5. Риск заболевания населения от загрязнения атмосферы автотранспортом. Отчет по проекту «Выбросы автотранспорта и оценка риска заболеваний населения на городских территориях». – М.: ППКА «Экодизайн ЛТДа. – 90 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

[1,2]Гилев В.М., [3]Шакиров С.Р., [1]Шпак С.И.

[1]ФГБУН «Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича» СО РАН, Новосибирск;
[2]Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск;
[3]ФГБУН «Конструкторско-технологический институт вычислительной техники» СО РАН, Новосибирск, e-mail: gil@itam.nsc.ru

Представлена методика использования технологических баз данных в системах автоматизации аэродинамического эксперимента. При проведении научных экспериментов в системе производится хранение, как данных непосредственно эксперимента, так и технологических данных, связанных с условиями проведения конкретного эксперимента, а также обработкой полученных научных результатов.

В Институте теоретической и прикладной механики (ИТПМ) им. С.А. Христиановича СО РАН совместно со специалистами Конструкторско-технологического института вычислительной техники (КТИ ВТ) СО РАН активно проводятся работы по созданию и развитию систем автоматизации научного эксперимента и управления технологическими процессами [1].

Необходимость выполнения подобных работ связана со сложным характером современного научного эксперимента, большим количеством измерительных каналов, высокими скоростями протекания исследуемых процессов, сложным процессом подготовки эксперимента, его проведением и последующей обработкой полученных экспериментальных данных.

Так, для проведения научных исследований в области сверх- и гиперзвуковой аэродинамики в ИТПМ СО РАН в настоящее время создается новая уникальная экспериментальная установка кратковременного действия – гиперзвуковая аэродинамическая труба адиабатического сжатия, которая позволит моделировать обтекание перспективных летательных аппаратов вплоть до космических скоростей полета [2]. Данная установка после ввода ее в эксплуатацию будет иметь рекордные аэродинамические характеристики, существенно превосходя по ряду параметров многие не только отечественные, но и зарубежные установки подобного класса.

Важной составной частью установки является система подготовки рабочего газа, обеспечивающая получение рабочего газа (воздуха) с давлением 3000 атм. и температурой 2500 К.

Технологический процесс подготовки рабочего газа заключается в следующем. Рабочий газ перед началом эксперимента через электрический подогреватель кауперного типа подается в адиабатический нагреватель. Здесь газ дополнительно нагревается адиабатическим сжатием до температур 1000–1500 К и поступает в силовые цилиндры. С помощью поршней силовых цилиндров газ доводится до необходимых параметров (давления и температуры) для проведения экспериментов. Далее открывается затвор, и поршни силового цилиндра начинают сближаться, поддерживая параметры рабочего газа примерно постоянными.

Необходимо производить автоматическое измерение нескольких десятков физических параметров (давления, температуры, тепловые потоки и т.п.) в различных технологических точках установки. В процессе подготовки установки к эксперименту и во время его проведения необходимо управлять ее различными исполнительными механизмами: клапанами, задвижками, вентилями и др., а также производить измерения технологических параметров. Для этих целей была разработана автоматизированная система управления