шается, в то время как шумность увеличивается. Своего апогея шумовое загрязнение достигает на расстоянии 1-1,5 км до аэропорта, что очень мешает жителям этого района.

Тишина становится все более желанным, но и более дорогим видом комфорта. «Когда-нибудь человечество вынуждено будет расправляться с шумом столь же решительно, как оно расправляется с холерой и чумой» (Роберт Кох). Авиационный шум сегодня представляет серьезную проблему в плане защиты населения от его неблагоприятного влияния.

Нами выяснены субъективные реакции населения г. Иркутска на шум, оказывающий неблагоприятное влияние на здоровье и трудоспособность населения; выполнены акустические расчеты и оценка уровня шума на территории аэропорта г. Иркутска и близлежащих районов для различных воздушных судов и двигателей; рассчитаны возможности размещения застроек вблизи определенной точки при взлете и посадке ВС и при опробовании двигателей на земле; рассчитаны результаты применения акустического экрана для снижения авиационного шума.

Проведенный анализ мер по снижению авиационного шума от авиатранспорта применительно к аэропорту Иркутска показал необходимость:

- ввести ограничения на эксплуатацию самолетов с двигателями, не соответствующими европейским нормам шумности;
- ограничить интенсивность полетов;
- запретить взлет и посадку всех типов самолетов на город;
- обеспечить акустическую защиту зданий;
- применять акустические экраны для защиты от авиационного шума.
- модернизировать действующий аэропорт (возможно удлинить взлетно-посадочную полосу, развернуть или построить новую взлетную полосу), а также построить новый аэропорт.

За проведенную работу нами получены: сертификат участника Всероссийской выставки-презентации учебно-методического издания на монографию «Авиационный шум как экологический фактор среды обитания населения г. Иркутска» / М.: Академия Естествознания, 2009; диплом лауреата Всероссийской выставки «Лучшее учебно-методическое пособие» «Авиационный шум как экологический фактор среды обитания населения г. Иркутска»/ М.: Академия Естествознания, 2009; диплом на Смотре-конкурсе результатов научной деятельности преподавателей, аспирантов и студентов ИрГТУ в 2009 г.

Физико-математические науки

ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ

Добрынина Н.Ф.
Пенза, Россия

Временные ряды – один из важнейших объектов статистического анализа. Скалярным временным рядом называется массив из N значений некоторой динамической системы с постоянным шагом $\Delta t : x_i = x(t_i)$, где $t_i = t_{i-1} + (i-1)\Delta t,\ i = 1,\ldots,N.$ Рассматривается процесс обучения в высшем учебном заведении (университете). В качестве x_i берём успеваемость в конце семестра, Δt - временной интервал длиной в один семестр, x_0 - успеваемость по результатам Единого Государственного Экзамена, N - количество семестров обучения. Такую же статистическую модель можно построить для прогноза успеваемости в конце одного семестра по контрольным точкам учета успеваемости в течении одного семестра. Поскольку контрольных точек в одном семестре не больше трех, то прогноз на коротком интервале будет с большой погрешностью. Расчеты велись по статистическим данным успеваемости по математике на специальности «Прикладная математика» Пензенского государственного университета, где различные разделы математики преподаются в течении 10 семестров.

Обработка статистических методов основана на обработке статистической модели. В статистической модели акцент делается на шуме. Для выходных данных имеем характерное распределение и характерные временные корреляции. Задача обработки заключается в том, чтобы построить модель так, чтобы она преобразовывала шум во временной ряд. На этом пути построения модели можно либо потребовать совпадение нескольких точек распределения, либо использовать более сложные характеристики, такие, например, как плотность распределения. На первом этапе будем требовать совпадения нескольких точек распределения.

Нам известен временной ряд x_i. В каждой точке можно создать «шум» - последовательность некоррелированных и одинаково распределенных случайных величин ξ_i с нулевым средним. Предположим, что i-й элемент ряда x_i можно представить как некоторую функцию, зависящую от m предшествующих элементов $x_{i-1},\ldots,x_{i-m}$ и случайных величин $\xi_i,\ldots,\xi_{i-k}$:

$$x_i = F\left(x_{i-1},\ldots,x_{i-m},\xi_i,\ldots,\xi_{i-k}\right). \qquad (1)$$

Для начала можно ограничиться линейными функциями F, моделям вида

$$x_i = x_0 + \sum_{j=1}^{m} a_i x_{i-j} + \sum_{j=1}^{k} b_j \xi_{i-j}. \qquad (2)$$

Такая модель называется ARMA от слов авторегрессия (первая сумма) и скользящее среднее (вторая сумма). Коэффициенты a_i, b_j находятся методом наименьших квадратов. Этот вид моделей хорош для прогнозирования следующего значения по m предыдущим. Реальный расчет успеваемости по математике в каждом последующем семестре соответствовал построенной модели с малыми отклонениями и погрешность не выходила за пределы сотых частей процента. При изучении статистических моделей использовалась следующая литература [1, 2, 3].

Более точный прогноз успеваемости можно получить, если использовать среднее значение прогнозируемой величины:

$$\hat{x}_i = Ex_i = a_0 + \sum_{j=1}^{m} a_i x_{j-i}.$$

Предполагается, что предшествующие значения известны точно. Шум является составной частью линейных моделей и линейные прогнозы можно делать на небольшое число шагов вперед.

Соотношение (2) – это дискретный аналог свертки двух сигналов: $x(t)$ и $\xi(t)$ с финитными функциями $a(t)$ и $b(t)$:

$$x(t) = \int_0^T a(\tau)x(t-\tau)\,d\tau + \int_0^T b(\tau)\xi(t-\tau)\,d\tau.$$

Интервал $[0,T]$ понимается как интервал времени обучения одному разделу математики длиною в один семестр или, в более общем случае, весь период обучения математике в высшем образовательном учреждении.

Используя преобразование Фурье $X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i\omega t}dt$, получаем свертку:

$$X(t) = \int_{-\infty}^{\infty} a(\tau)y(t-\tau)\,d\tau.$$

В результате преобразования Фурье получаем выражение:

$$X(\omega) = A(\omega)X(\omega) + B(\omega)\theta(\omega).$$

Разрешив это уравнение относительно $X(\omega)$, получим

$$X(\omega) = \frac{B(\omega)}{1 - A(\omega)}\theta(\omega). \quad (3)$$

Подбор функций a и b позволяет так преобразовать спектр шума $\theta(\omega)$, чтобы он стал аналогичен спектру анализируемого сигнала.

Построенная линейная модель (2) удобна тем, что дает аналитические результаты и ее использование не требует много машинного времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. М.: Мир, 1974.

2. Катьян Р.Л., Рао А.Р. Построение динамических стохастических моделей по экспериментальным данным. М.: Наука, 1983.

3. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. М.: Физматлит, 1991.

СОУДАРЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ (НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧ)

Крупенин В.Л.
ИМАШ РАН
Москва, Россия

В этом обзорном докладе рассмотрены примеры базовых систем и приводятся результаты модельного и экспериментального анализа виброударных систем простой и сложной структуры. При этом основными модельными объектами изучения являются так называемые виброударные системы с распределенными ударными элементами и двумерные виброударные системы, например, решетки, колеблющиеся около неподвижных ограничителей. Гипотезы соударений в подобных системах отличаются от классических [1].

1. Распределенные системы соударяющиеся с прямыми протяженными ограничителями. В качестве первого примера рассмотрим струну, колеблющуюся около вибрирующей прямой протяженной стенки. Задача может быть поставлена, например, следующим образом. Пусть искомый прогиб есть $u\ (x,\ t)$, $-1/2 \leq x \leq 1/2$; $h(t)$ - закон T-периодических колебаний стенки в абсолютной системе координат $h\ (t) = -\Delta - \varepsilon h_1\ (t) < 0$ ($\varepsilon > 0$ -параметр). Считая натяжение и плотность единичными, имеем, обозначая - оператор Д'Аламбера:

$$\mathrm{u} \geq 0,\ u\ (\pm 1/2,\ t) = 0,\ u(x,t) \geq h(t),\ t \in \mathrm{R}. \quad (1)$$

В отсутствие контакта в первом соотношении (1) реализуется равенство, а в третьем – строгое неравенство. Во время контакта в третьем соотношении реализуется равенство, а в первом, в силу того, что ограничитель действует "от себя", – неравенство. Удар будем здесь считать абсолютно упругим:

$$u_t\,(x_0\,,\ t_0\,, +0) = -u_t\,(x_0\,,\ t_0\ -0) + 2h(t_o),\ u(x_o,\ t_o) \equiv h(t_o). \quad (2)$$

Разыскиваемые обобщенные решения должны удовлетворять также условию

$$supp\ u \subset \{(x,\ t);\ u(x,t) = h(t)\}. \quad (3)$$

Показывается, что в вырожденной консервативной системе при ε = 0 существует единственное двухпараметрическое семейство стоячих волн (называемых также хлопками), сохраняющих периодичность вне зависимости от метрических соотношений между длиной струны (здесь равной 1) и величиной зазора (Δ). Хлопки имеют трапециевидные профили; меньшие основания трапеций равномерно движутся вверх или вниз; в крайнем верхнем положении они вырождаются в точку; в крайнем нижнем положении происходит удар. В общем случае все движения почти периодичны и их можно представить как $A\ [y_1\ (x,\ t),\ y_2\ (x,\ t)]$, где функция A описывает хлопок. Функции $y_{1,2}$ однозначно определяются начальными усло-