

Список литературы

1. Мельников, С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм : учебник. – Л. : Колос, 1978. – 560 с.
2. Стукалин, Ф. Г. Циклон-сепаратор / Ф. Г. Стукалин, В. И. Широбоков, В. А. Николаев. – Ижевск, 1999.
3. Широбоков, В. И. Определение параметров конической части циклона сепаратора // Научное обеспечение реализации национальных проектов в сельском хозяйстве : матер. Всерос. науч.-практ. конф. (Ижевск, 28.02–03.03.2006 г.). – 2006. – Т. 3 – С. 293–296.
4. ГОСТ 9268–90. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 10 с.
5. ГОСТ 18221–72. Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Технические условия (переиздание с изменениями). – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 13 с.
6. ГОСТ 28098–89. Дробилки кормов молотковые. Общие технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 2 с.
7. Справочник по кормопроизводству / М. А. Смурыгин, В. Г. Игловиков, В. А. Тащилин [и др.] / под ред. М. А. Смурыгина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1985. – 413 с.

УДК 504:574+504.06

И. М. Янников, кандидат технических наук
Главное управление МЧС России по УР, Ижевск

ОТОБРАЖЕНИЕ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ БИООБЪЕКТОВ НА ИДЕНТИФИКАЦИОННОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ

Рассматривается метод и программная реализация отображения данных исследований биологических объектов, полученных в результате измерений на идентификационном экологическом полигоне. Приведены методы отображения влияния на окружающую среду мышьякосодержащих соединений с использованием сплайн-аппроксимации и построения NURBS-поверхности.

Одной из компонент мониторинга окружающей природной среды является биологический мониторинг – система наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биоте, вызванных факторами антропогенного происхождения. Биологический мониторинг призван расширять и углублять систему знаний и методов наблюдения, оценки и прогноза состояния биотической составляющей биосферы в целях создания основы для управления качеством окружающей среды.

Для решения задач диагностики и прогнозирования состояния биосферы вблизи потенциально опасных объектов необходимо оценить влияние того или иного отравляющего вещества, определить зависимости «доза–эффект» и «время–реакция» для отдельных видов биообъектов [6].

Для выявления корреляции качественных изменений с дозой загрязнителя использовались экологические идентификационные полигоны [3]. Для полигонов выбираются пробные площадки с одинаковыми биогеоценозами для сравнения различных территорий по степени антропогенного влияния на окружающую среду. Контрольные пробные площадки располагаются на территориях, которые попадают под воздействие потенциально опасных объектов (ПОО), а другие (фоновые) – на чистых (без влияния ПОО), фоновых территориях в характерных природных

условиях. На каждом из таких пунктов периодически производятся замеры различных параметров биоиндикаторов, затем прослеживается тенденция изменения их значений, что позволяет сделать вывод о критичности состояния окружающей среды.

Возникает вопрос о наглядном отображении результатов исследований, проводимых на полигоне.

В данной работе предлагается автоматизированная система обработки информации, полученной на полигоне при оценке изменения параметров древесных растений под воздействием мышьяксодержащего раствора. Система выполняет следующие функции:

- хранение координат и описание точек, в которых проводятся замеры;
- хранение результатов измерений, полученных в точках;
- хранение предельно допустимых значений параметров биообъектов;
- построение поверхности по точкам отбора проб и произведенным в них замерам.

В основном отбор проб производится по хвойной породе – сосна обыкновенная, т. к. благодаря отсутствию ежегодного листопада и достаточно жестким требованиям к химизму почвы этот вид может являться индикатором любого химического загрязнения. В течение вегетативных сезонов оценивался прирост деревьев всех возрастов на трех физиологических уровнях по каждому дереву (50, 100 и 150 см от уровня почвы), что демонстрирует реакцию вегетативной сферы растения на внесение загрязнителя. В ходе проведения эксперимента велись наблюдения за общим состоянием деревьев: внешний вид и размеры хвои, видовое обилие вредителей, патологии развития семян, сроки прохождения определенных фаз развития по сравнению с фоновыми данными. Частота отбора проб и фиксирования параметров деревьев – 1 раз в месяц в течение вегетационного сезона (с мая по октябрь) [4]. Цель создаваемой автоматизированной системы – построение поверхности свойств для наглядного анализа результатов исследований влияния потенциально опасного объекта на окружающую среду. Лучшим решением наглядного представления результатов анализа является аппроксимация – генерация такой поверхности, которая проходит через точки, соответствующие точкам анализа [5]. Построенная поверхность будет характеризовать распределение вещества на исследуемой территории.

Из рассмотренных способов аппроксимации наиболее подходящим для данной задачи является сплайн-аппроксимация. Для реализации системы обработки результатов биомониторинга потенциально опасных объектов будем использовать NURBS-поверхности [1]. NURBS-поверхность позволяет локализовать изменение формы поверхности перемещением отдельных контрольных точек без изменения всей поверхности в целом. Максимальный эффект (максимальное влияние) достигается в совершенно определенной точке и постепенно уменьшается по мере удаления.

В качестве инструмента моделирования были выбраны NURBS-поверхности по следующим причинам:

- NURBS-поверхности обеспечивают гибкость при моделировании большего множества поверхностей посредством манипулирования управляющими точками и весами в них;
- можно достаточно быстро и относительно недорого создать NURBS-поверхность;
- NURBS-поверхности имеют общие математические формы как для стандартных аналитических поверхностей, так и для поверхностей свободной формы, что унифицирует процесс нахождения линий пересечения поверхностей;
- с помощью NURBS-поверхностей проще имитировать поверхности природных объектов или объектов, поверхности которых имеют сложным образом искривленные профили;

• NURBS-модели обеспечивают лучшее качество визуализации закругленных краев объектов благодаря разбиению на грани, выполняемому с использованием аналитических выражений;

- имеется возможность локального управления кривизной сплайна;
- наличие весов для управляющих точек, делающих сплайны еще более гибкими.

Поверхность NURBS – это обобщение рациональной B -сплайновой поверхности, полученное с помощью тензора [1]. Такая поверхность определяется следующим образом:

$$S(u, v) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m R_{i,j}(u, v) P_{i,j},$$

где $R_{i,j}(u, v) = \frac{w_{i,j} N_{i,p}(u) N_{j,q}(v)}{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m w_{i,j} N_{i,p}(u) N_{j,q}(v)}$; $w_{i,j}$ – вес в соответствующем узле; $P_{i,j}$ –

узлы, формирующие управляющую сетку; $N_{i,p}(u), N_{j,q}(v)$ – нормализованные B -сплайны степени p и q соответственно в направлении u и v .

Управляющие векторы узлов имеют вид

$$V = \{0, 0, \dots, 0, v_{q+1}, \dots, v_{s-q-1}, 1, 1, \dots, 1\}; \quad U = \{0, 0, \dots, 0, u_{p+1}, \dots, u_{r-p-1}, 1, 1, \dots, 1\}, \quad (1)$$

где конечные узлы повторяются $p+1$ и $q+1$ раз соответственно и $r = n + p + 1$, $s = m + q + 1$.

Предположим, что имеется $Q_{r,s}$ ($s = \overline{0, m}$, $r = \overline{0, n}$) множество из $(n+1) \times (m+1)$ исходных точек. Необходимо построить поверхность степени (p, q) , такую что

$$Q_{r,s} = S(u_r, v_s) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m P_{i,j} N_{i,p}(u_r) N_{j,q}(v_s). \quad (2)$$

Решение задачи интерполяции через заданные точки происходит в три шага:

1. Вычисляем параметрические значения в обоих направлениях. Для этого воспользуемся методикой усреднения [2].

2. По вычисленным параметрическим значениям строим управляющие вектора U и V в формуле (1).

3. Теперь можно напрямую решить матричное уравнение:

$$\begin{aligned} Q &= [Q_{r,s}]; \\ P &= [P_{i,j}]; \\ U &= [N_{i,p}(u_r)]; \\ P &= U^{-1} Q V^{-1}; \\ V &= [N_{j,q}(v_s)]. \end{aligned}$$

Поскольку U и V – положительно определенные и диагонально ограниченные управляющие, то они имеют обратную матрицу.

В результате интерполяции получается осциллирующая поверхность. В данном случае лучшим решением будет аппроксимация, т. е. генерация такой поверхности, которая проходит вблизи исходных точек и только через некоторые из них. Наибо-

лее популярный метод такой аппроксимации – квадратичная подгонка. Запишем уравнение (2) в матричной форме:

$$Q = UVP, \quad (3)$$

где $UV = [N_{i,p}(u_r), N_{j,q}(v_s)]$.

Поскольку управляющих точек должно быть меньше, чем исходных, то уравнение (3) избыточно и может быть разрешено приблизительно следующим образом:

$$Q^* = (UV^T UV)^{-1} UV^T P. \quad (4)$$

Основываясь на вышесказанном, получаем алгоритм квадратичной подгонки поверхности:

1. Назначаем параметризацию для исходных точек.
2. Используя уравнение (4), строим квадратичную подгонку. Оцениваем полученный кусок поверхности: т. к. допустимое отклонение в заданных точках не определено, то решение ищется последовательными приближениями с оценкой результатов на каждом шаге.
3. Если подгонка неприемлема, то вычисляем новую параметризацию и переходим к шагу 2.

Данный алгоритм обычно дает подходящие подгонки, если восстанавливаемая поверхность хорошо описывается NURBS-куском на сетке малого размера. Для более сложных по форме поверхностей предпочтительнее использовать алгоритм локального сглаживания поверхности с последующим объединением этих кусков в кусочно-гладкую поверхность. Для построения выбранной NURBS-поверхности распределения отравляющего вещества использована библиотека OpenGL – стандартная библиотека для всех 32-разрядных операционных систем, в том числе для операционной системы Windows. Библиотека OpenGL представляет собой интерфейс программирования трехмерной графики и является платформенно-независимой.

Хранение всех необходимых справочных данных, параметров, результатов замеров осуществляется в базе данных. Для описания данных были выделены сущности, для каждой определены идентифицирующий и описательные атрибуты. Описание сущностей приведено в таблице.

Сущности локального представления

Название сущности	Идентифицирующий атрибут	Описательные атрибуты
Пункт_биомониторинга	Идентификатор пункта p_id	Наименование_пункта, тип_пункта, описание_пункта
Объект_анализа	Идентификатор объекта obj_id	Наименование_объекта, воз- раст, дата_сбора, название_заме- ряемого_параметра
Точка_отбора	Идентификатор точки point_id	Координата_x, координата_y

Связи между сущностями представлены на рис. 1.

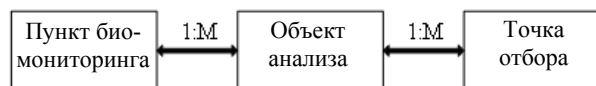


Рис. 1. Связи между сущностями

Спецификация связей между сущностями (наименование и тип связи):

- связь «пункт_биомониторинга – объект_анализа» – «один ко многим» (т. е. каждому экземпляру сущности «пункт_биомониторинга» соответствует несколько экземпляров сущности «объект_анализа», а каждому экземпляру сущности «объект_анализа» соответствует один экземпляр сущности «пункт_биомониторинга»);
- связь «объект_анализа – точка_отбора» – «один ко многим» (каждому экземпляру сущности «объект_анализа» соответствует несколько экземпляров сущности «точка_отбора», а каждому экземпляру сущности «точка_отбора» соответствует один экземпляр сущности «объект_анализа»).

Структура базы данных приведена на рис. 2. При разработке системы биологического мониторинга в базе данных выделены следующие таблицы:

1. Таблица «Punkts_biomon». Эта таблица является справочником, в ней хранится информация о пунктах проведения мониторинга почвы, их названия, тип и описание. Первичным ключом является идентификатор пункта. Данная таблица имеет связь «один ко многим» с таблицей «Пункт_объект» и таблицей «Замер».

2. Таблица «Osnovn_table». В данной таблице хранится информация о наблюдаемых биообъектах: идентификатор пункта наблюдения, номер точки отбора, название и список измеряемых параметров. Первичным ключом является идентификатор анализируемого объекта. Данная таблица имеет связь «один ко многим» с таблицей «Points» и связь «многие к одному» – с таблицей «Punkts_biomon».

3. Таблица «Points». Таблица-справочник, в этой таблице хранится информация о точках отбора проб: номер точки и ее координаты. Первичным ключом является идентификатор точки. Данная таблица имеет связь «многие к одному» с таблицей «Osnovn_table».

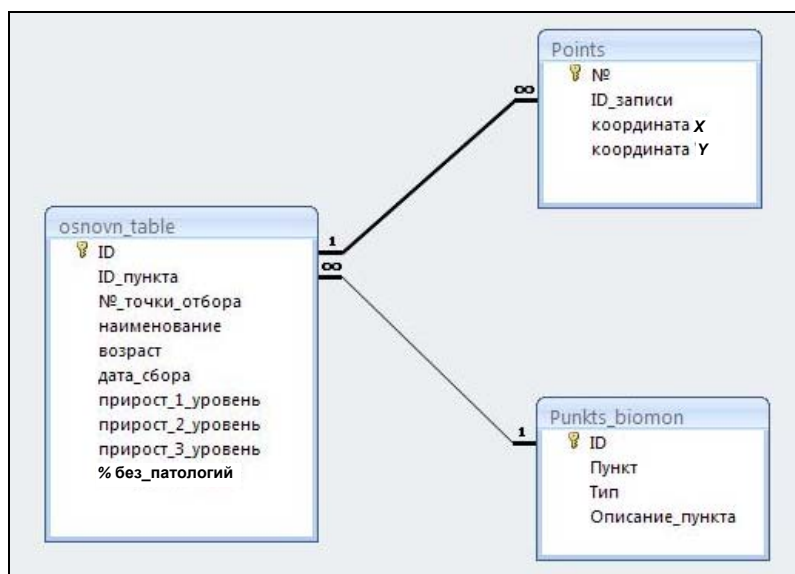


Рис. 2. Схема данных

После запуска программы открывается главная форма (рис. 3). Для просмотра таблиц-справочников необходимо выйти в нужный режим: «Пункт биомониторинг».

га», «Точки отбора проб», «Значения ПДК». Режим «Сбор данных» необходим для просмотра данных отбора проб.

В режиме «Пункты отбора проб» (рис. 4) можно изменять, удалять и добавлять информацию о пунктах проведения биомониторинга. В режиме «Точки отбора» существует возможность изменения и удаления информации о точках, в которых проводятся замеры. Количество точек фиксированно, т. к. используется определенная схема сбора данных.

В режиме «Значения ПДК» можно изменять, удалять и добавлять информацию о контрольных значениях ПДК. Режим «Сбор данных» из перечня исследуемых объектов нужно выбрать объект анализа и ввести даты начала и окончания проб. При правильном вводе всех значений становится доступен режим «Результаты анализа» (рис. 5).

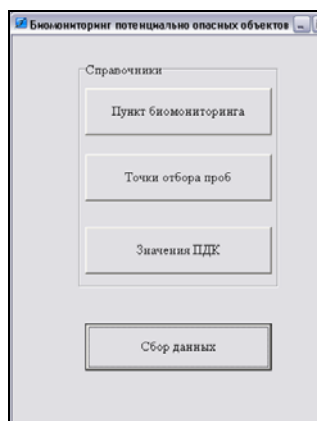


Рис. 3. Главная форма

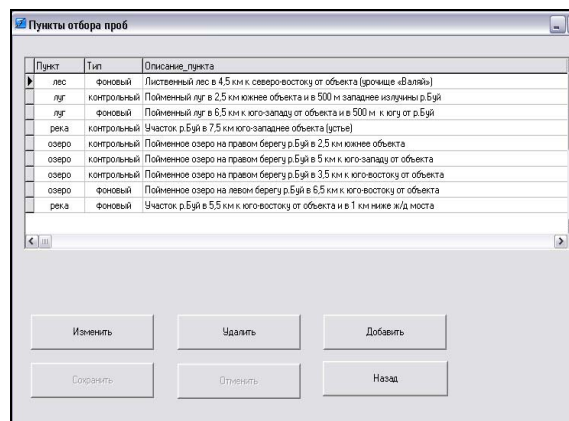


Рис. 4. Режим «Пункты отбора проб»

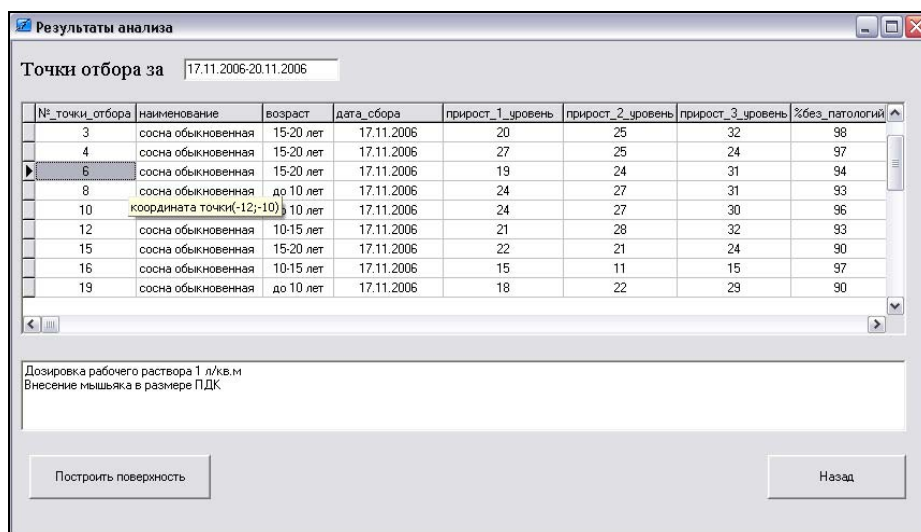


Рис. 5. Режим «Результаты анализа»

При выборе номера точки пробоотбора (поле «№_точки_отбора») выводится результат анализа в данной точке, т. е. выводится значение концентрации мышьяка в текущей точке отбора. По этим данным можно сделать вывод об опасности заражения местности, на которой отбираются пробы.

При построении поверхности необходимо выбрать параметр построения (рис. 6). На рис. 7 представлена поверхность, построенная по уровню прироста исследуемого биообъекта. При необходимости можно выбрать секущую плоскость на заданном уровне ПДК.

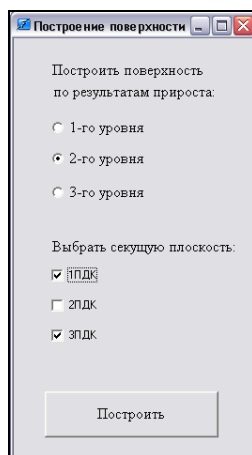


Рис. 6. Выбор параметров

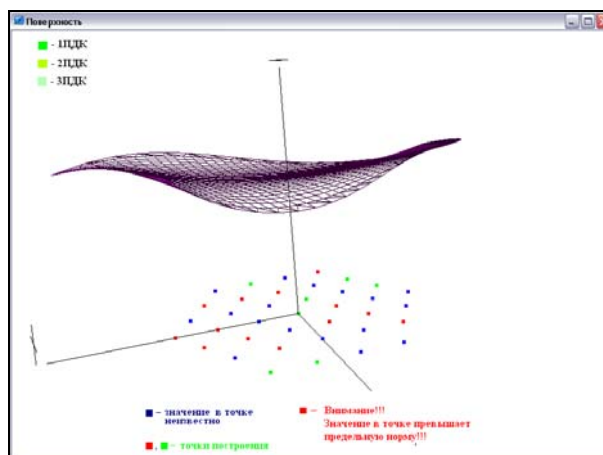


Рис. 7. Построение поверхности

Для анализа распределения уровня мышьяка предусмотрен инструмент перемещения поверхности вокруг и вдоль оси Z. Существует возможность визуализации точек построения (рис. 7). Зеленым и красным цветом выделены точки, по которым в данный момент построена поверхность. Красные точки сигнализируют о превышении в них допустимого значения. В синих точках значение концентрации вещества на данный момент неизвестно, но эти значения можно спрогнозировать, спроецировав эти точки на построенную поверхность (рис. 7).

Таким образом, разработана и программно реализована система обработки результатов биомониторинга, позволяющая хранить перечень и описание точек замеров данных на экологическом идентификационном полигоне, вводить, хранить и редактировать результаты измерений.

В системе предусмотрена возможность построения поверхности по точкам отбора проб параметров биообъектов и произведенным замерам. Такая поверхность характеризует распределение вещества на исследуемой территории.

Система прослеживает тенденцию изменения значений параметра, предусматривает обнаружение, идентификацию и определение концентрации загрязняющих веществ в биотической составляющей на основе использования организмов-индикаторов. Это позволяет сделать вывод о критичности состояния окружающей среды.

Разработанная система обеспечивает автоматизированный процесс обработки результатов биомониторинга, что обеспечивает значительное сокращение времени, затрачиваемого на обработку данных, и снижение информационной перегрузки специалистов.

Список литературы

1. Де Бор, К. Практическое руководство по сплайнам. — М. : Радио и связь, 1985. — 305 с.
2. Завьялов, Ю. С. Методы сплайн-функций / Ю. С. Завьялов, Б. И. Квасов, В. Л. Мирошниченко. — М. : Наука, 1980. — 350 с.
3. Янников, И. М. Экологический полигон как база оперативного мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия / И. М. Янников, Н. В. Козловская // Вестн. Министерства по делам ГО и ЧС Удм. Респ. — 2007. — № 4. — Ижевск, 2007. — С. 23–31.
4. Янников, И. М. Изучение влияния мышьяк содержащих соединений и возможность организации прогнозирования чрезвычайных ситуаций на химически опасном объекте / И. М. Янников, Т. Г. Габричидзе, Т. Л. Зубко // Интеллектуальные системы в производстве. — 2007. — № 1. — Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2007. — С. 56–63.
5. Янников, И. М. Информационные технологии обработки данных биомониторинга / И. М. Янников, М. В. Телегина // Теория управления и математическое моделирование : сб. тр. конф.-семинара. — Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2008. — С. 47–50.
6. Янников, И. М. Прогноз динамики выброса соединений мышьяка ПОО с использованием ГИС / И. М. Янников, Т. Г. Габричидзе, В. А. Алексеев, М. В. Телегина // Гео-Сибирь–2008 : сб. матер. Междунар. науч. конгресса. — 2008. — Т. 3. — Ч. 2. — Новосибирск, 2008. — С. 8–13.

УДК 504.06

В. А. Алексеев, доктор технических наук, профессор;
 А. П. Кузнецов, кандидат технических наук
 Ижевский государственный технический университет;
 В. А. Назаров, кандидат технических наук
 ОАО «Союзатомприбор», Ижевск;
 Т. Г. Габричидзе, кандидат технических наук;
 П. М. Фомин, кандидат технических наук;
 И. М. Янников, кандидат технических наук
 Главное управление МЧС России по УР, Ижевск

ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТЕРРИТОРИЯМИ

Рассматриваются принципы создания системы предупреждения чрезвычайных ситуаций с использованием автоматизированных постов контроля окружающей среды с передачей экологической информации по радиоканалу.

Возросший масштаб катастроф и кризисных ситуаций поставил их в ряд важнейших глобальных угроз и вызвал озабоченность мирового сообщества и их инструментов. Поэтому была разработана новая стратегия управления безопасностью, основанная на прогнозировании и раннем предупреждении с широким использованием принципов оценки и управления рисками в качестве государственной политики по борьбе с природно-техногенными опасностями и угрозами.

Главной стратегической целью комплексного управления безопасностью территорий является создание и поддержание такой политической, экономической и социальной обстановки, которая создавала бы благоприятные условия для устойчивого развития личности, общества и территории, безопасного проживания и деятель-