

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ БИОТЕХНОСФЕРОЙ СЕЛЬСКО-ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Федоров В.И.

г. Белгород, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»,

09.06.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации»

Иващук О.О.

г. Белгород, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный
исследовательский университет»,

09.04.02 – «Информационные системы и технологии»

Аннотация. В статье рассматривается метод комплексной оценки текущего и прогнозного состояния почв на сельско-городских территориях. Для реализации данного метода на базе аппарата нечеткой логики и ГИС-технологий разработаны соответствующие ситуационные модели.

Ключевые слова: ситуационное моделирование, экологическая ситуация, комплексная оценка и прогнозирование, лингвистическая переменная, нечеткая логика.

Введение

Проблема ухудшение качества почв сельско- городских территорий в результате возросшей антропогенной деятельности набирает все большую актуальность. По данным федеральной службы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на 2014г. по центральному федеральному округу более чем в 20% отобранных проб почв относятся классу «высокоопасная» и «умеренно опасная»[1]. Качество почв особенно тесно связано с развитием сельско-городских территорий, уровня жизни, здоровья сельско-городского населения.

В связи с вышесказанным возникает задача адаптивного, результативного управления качеством почв сельско-городских территорий. При этом, для повышения эффективности информационного обеспечения данного процесса, необходимо осуществлять интегральную оценку состояния почв сельско-городских территорий.

Основная часть

Анализ, результаты которого приведены в статьях [2,3], показал, что состояние почв описывается большим количеством различных параметров. Для результативного регулирования качества почв необходим комплексный подход. Между тем, до последнего времени ни одна из существующих экологических систем и служб наблюдения не была ориентирована на комплексную оценку состояния почв сельско-городских территорий, информационную поддержку комплексных природоохранных задач.

Измерительных приборов, позволяющих дать точную интегральную оценку состояния почв как характеристики совокупного состояния различных ее компонентов не существует. Такая оценка может быть осуществлена только качественно и выражена с использованием естественного языка и лингвистической переменной, принимающей значения в виде «благоприятная», «неблагоприятная», «удовлетворительное», «неудовлетворительное» и др. [4-8]

При комплексном подходе, на начальном этапе для оперативного принятия решений о необходимости регулирования состояния почв лицам, принимающим решения (ЛПР), будет достаточно получить такую качественную оценку, как:

Состояния почв– «неблагоприятное»

Это аналог сигнальной лапочки. На данном уровне ЛПР конкретно не знает причину и уровень негативных изменений, но имеет сигнал, что необходимо формирование сценариев управления.

На основании вышеизложенного, состояние почв, сложившееся или прогнозируемое при изменении параметров биотехносферы, будем описывать лингвистической переменной «Состояния почв», заданной в виде:

$$\{SoilSt, T, SS, G, H\}, \quad (1)$$

где *SoilSt* – имя рассматриваемой переменной [3], *T* – базовое терм-множество, *SS* – набор количественных характеристик, на основании которых возможно определить принадлежность *SoilSt* к значениям, входящим в *T*; *G* – множество синтаксических правил для образования имен новых значений *SoilSt*, не входящих в базовое терм-множество (например, «очень неблагоприятная», «более-менее благоприятная»); *H* – математические правила, позволяющие преобразовать новое имя, образованное *G*, в нечеткую переменную, а именно, задать вид функции принадлежности.

Размерность базового терм-множества определяет выбранную точность оценки. Минимальная точность комплексной качественной оценки состояния почв на сельско-городской территории определяется двумя основными термами: T_1 = «благоприятное», T' = «неблагоприятное». Общее число термов в базовом множестве для достаточной дифференциации оценки определим равным 4:

$$T = \{T_1, T'\} = \{T_1, T_2, T_3, T_4\}, \quad (2)$$

– T_2 = «умеренно опасное». Такая оценка дается в нескольких случаях:

- когда химический состав почвы позволяет использовать ее для выращивания любых культур с условием проверки качества сельскохозяйственных культур и оказывает незначительное влияние на здоровье населения проживающего на данной территории;

- когда химический состав почвы ограничивает использование ее для выращивания ряда сельскохозяйственных культур и не оказывает влияние на здоровье населения проживающего на данной территории.

– T_3 = «высокоопасное». Такая оценка дается в случае, когда одновременно химический состав почвы ограничивает использование ее для выращивания ряда сельскохозяйственных культур и оказывает незначительное влияние на здоровье населения проживающего на данной территории;

– T_4 = «чрезвычайно опасное». Такая оценка дается в случае, когда почва одновременно непригодна для выращивания сельскохозяйственных культур и оказывает значительное влияние на здоровье населения проживающего на данной территории.

Для формирования приведенной выше детальной дифференциации терм-множества (2) использовался метод экспертных оценок в форме индивидуального анкетирования и интервьюирования с сохранением анонимности ответов экспертов по отношению друг к другу с целью исключения влияния конформизма и с проведением количественной оценки согласованности суждения экспертов.

Проведенный анализ показывает, что $SoilSt$ является составной лингвистической переменной, соответственно, процесс классификации состояния почв сельско-городской территории и детализация базового терм-множества связаны с анализом взаимодействия включенных в состав $SoilSt$ частей:

$$SoilSt = (SoilSt_{CX}, SoilSt_3), \quad (3)$$

где $SoilSt_{CX}$ – лингвистическая переменная, характеризующая состояние почв сельско-городской территории с точки зрения влияние химического состава на пригодность почвы для использования в сельскохозяйственных нуждах; $SoilSt_3$ – характеризующая состояние почв сельско-городской территории с точки зрения влияние химического состава на здоровье проживающего населения.

Более того, необходима дальнейшая детализация введенных переменных:

$$\begin{aligned} SoilSt_{CX} &= (SoilSt_{CX1}, SoilSt_{CX2}, \dots, SoilSt_{CXi}, \dots, SoilSt_{CXn}), i = \overline{1, I}, \\ SoilSt_3 &= (SoilSt_{31}, SoilSt_{32}, \dots, SoilSt_{3j}, \dots, SoilSt_{3J}), j = \overline{1, J}. \end{aligned} \quad (4)$$

При детализации параметров $SoilSt_{CX}$ необходимо соблюдение следующих требований:

– выбор тех компонентов состояния почвы, которые наиболее подвержены негативному воздействию на рассматриваемой территории;

– выбор в качестве показателей качества тех параметров, которые отражают поведение химических загрязняющих веществ и (или) физических видов загрязнения, представляющих наибольшую опасность в силу больших объемов их выделения, токсичных свойств, особенностей переноса, способности накапливаться, устойчивости к разрушению.

При детализации параметров $SoilSt_3$ территории городской агломерации, необходимо соблюдение следующих требований:

– выбор тех параметров почвы сельско-городской территории, которые оказывают значительное влияние на здоровье проживающего населения;

– выбор в качестве показателей тех, которые являются реально управляемыми.

Аналогично (1) введем описание лингвистических переменных $EcSit_{TC}$ и $EcSit_{TC}$:

$$\begin{aligned} &\{SoilSt_{CX}, T_{TC}, SS_{CX}, G_{CX}, H_{CX}\}, \\ &\{SoilSt_3, T_3, SS_3, G_3, H_3\}. \end{aligned} \quad (5)$$

где T_{CX} и T_3 – базовые терм-множества, которые задают значения лингвистических переменных $SoilSt_{CX}$ и $SoilSt_3$, соответственно; T_{CX} – нечеткой переменной на числовом множестве SS_{CX} , к элементам которого относятся параметры состояния почвы характеризующие ее пригодность для сельскохозяйственного использования; T_3 – на ES_3 , к элементам которого относятся параметры состояния почвы характеризующие ее влияние на здоровье населения. Минимальная точность оценки определяется двумя основными термами:

$$\begin{aligned} T_{CX1} &= \text{«удовлетворительное»}, T_{31} = \text{«удовлетворительное»}, \\ T'_{CX} &= \text{«неудовлетворительное»}, T'_3 = \text{«неудовлетворительное»}, \end{aligned}$$

В результате, процесс классификации $SoilSt$ разбивается на анализ взаимодействия ряда частей, которые будут включены в состав лингвистической переменной «Состояние почв», что позволит сформировать зависимость результата от комбинаций элементов данной переменной (синтезировать результат).

Для задания веденных многомерных зависимостей строятся соответствующие наборы условных правил логического вывода «если «набор условий», то «вывод». Это совокупность соответствующих предикатных правил вида, например, для *EcSit*:

$$\begin{aligned} & \text{если } (SoilSt_{CX} \text{ есть } T_{CX1}) \text{ и } (SoilSt_3 \text{ есть } T_{31}) \\ & \text{или } (SoilSt_{CX} \text{ есть } T_{CXn}) \text{ и } (SoilSt_3 \text{ есть } T_{3m}) \\ & \dots \\ & \text{то } SoilSt \text{ есть } T_l, \end{aligned} \tag{6}$$

где T_{CXn} ($n = \overline{1, N}$) и T_{3m} ($m = \overline{1, M}$) – нечеткие термы, которыми оцениваются лингвистические переменные $SoilSt_{CX}$ и $SoilSt_3$ соответственно, $T_{CXn} \in T_{CX}$, $T_{3m} \in T_3$; $SoilSt = T_l$ ($l = \overline{1, L}$) – значения, полученные на основе правил нечеткого логического вывода.

Так как лингвистические переменные $SoilSt_{CX}$ и $SoilSt_3$ – также составные, и для них строится условный набор правил, аналогично (6).

Каждому численному значению множеств SS_{CX} , SS_3 (экспериментально измеренному или спрогнозированному с применением специально разработанных математических моделей), ставится в соответствие степень принадлежности к терму T_{CXn} или T_{3m} согласно заданным определенным образом функциям принадлежности $\mu_{T_{CXn}}$ и $\mu_{T_{3m}}$. Заключение правил о принадлежности сложившейся (или прогнозируемой) экологической ситуации к определенному терму T_l также осуществляются согласно заданным функциям принадлежности $\mu_{T_1}, \mu_{T_2}, \dots, \mu_{T_L}$.

В данной работе в качестве результирующей оценки состояния почвы на рассматриваемой территории (значения $SoilSt$) определяется степень принадлежности к определенному уровню балльной шкалы $SS = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Численно данная степень принадлежности, как указано выше, выражается значением функции принадлежности. При построении функций принадлежности $\mu_{T_{CXn}}$, $\mu_{T_{3m}}$ и μ_{T_l} следует использовать обобщенные знания и опыт экспертов – специалистов в предметной области, данные официальной статистики и специально организованного мониторинга и результаты их научного анализа, нормативные документы (СанНиПы и т.п.). На данной основе определяется вид и параметры соответствующих функций принадлежности. Например: модальное значение треугольной функции принадлежности определяется экспертными знаниями значения, наиболее характерного для данной лингвистической переменной; линейная часть трапецевидной функции принадлежности определяется значениями, одинаково влияющими на формирование той или иной ситуации; гауссову функцию принадлежности рационально применять в том случае, когда очень сомнительно отнести определенное значение к определенной группе, на которые разбивается лингвистическая переменная. Для осуществления логического вывода на основе аппарата нечеткой логики могут использоваться различные алгоритмы: *Mamdani*, *Tsukamoto*, *Sugeno*, *Larsen*, которые базируются на четырех основных этапах: введение нечеткости; логический вывод; композиция; приведение к четкости [9].

Следует отметить, что предоставление полученной с помощью инструментального мониторинга и компьютерного моделирования экоинформации (для ЛПР, а также СМИ и широких масс населения) непосредственно связано с визуализацией и пространственным анализом данных. При этом наиболее оптимальным является использование геоинформационных технологий (ГИС-технологий), вследствие того, что результаты экомониторинга всегда имеют географическую привязку. В данной работе предлагается формирование ГИС слоев для разработки электронных карт, отражающих комплексную оценку состояния почвы на рассматриваемой сельско-городской территории: как текущей, так и прогнозируемой (при изменении погодных условий и реализации различных сценариев управления). Электронные карты для рассматриваемой территории, которые отображают состояние почв (при конкретных параметрах внешнего воздействия, в том числе фонового загрязнения), соответствующую соблюдению всех параметров санитарно-гигиенических норм и правил – это компьютерные модели благоприятного состояния почв. Выделение на электронных картах областей, в которых наблюдаются разного уровня отклонения от «благоприятной», т.е. появление характеристик «умеренно опасное», «высокоопасное» или «чрезвычайно опасное» – это компьютерные модели неблагоприятной экологической ситуации. Каждой подобной модели соответствую более детальные компьютерные модели.

Заключение

Разработан метод ситуационного моделирования и реализующие его модели комплексной оценки текущей и прогнозной состояния почв сельско-городских территорий, обеспечивающие возможность эффективного функционирования интеллектуальной системы управления биотехносферой данных территорий. Ситуационные модели построены на базе использования лингвистических переменных и аппарата нечеткой логики; позволяют оценить динамику состояния почвы в зависимости от изменения совокупного состояния ее основных компонентов. Результат комплексной модельной оценки выдается в качественном виде с присвоением определенного балла (с некоторой степенью принадлежности); также данный результат отображается на электронной карте.

Список использованных источников

1. Ежегодник: загрязнение почв Российской Федерации токсикантами в 2014 году. (Опубликовано: 23 декабря 2014). [Электронный ресурс]. Web доступ: http://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/509/Ezhegodnik_TPP_2014.pdf
2. Иващук, О.А. Автоматизированное управление экологической безопасностью локальных городских территорий / О.А. Иващук, Д.А. Кванин // Информационные системы и технологии. – 2014. – № 4 (84) июль-август. – С. 62-68.
3. Иващук, О.А. Ситуационное моделирование в автоматизированных системах мониторинга и управления экологической безопасностью / О.А. Иващук, О.Д. Иващук, В.И. Федоров В.И., Д.А. Кванин // Информационные системы и технологии. – 2015. – № 2 (88) март-апрель. – С. 57-64.
4. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика/ Д.А. Поспелов. – М.: Наука. – Гл. ред. Физю-мат. лит., 1986. – 288 с.
5. Olga Alexandrovna Ivashchuk, Igor Sergeevich Konstantinov, Orest Dmitrievich Ivashchuk, Vladimir Leonidovich Kurbatov, 2014. Approaches to the Solution of Tasks on Decision Support by Managing the Environmental Safety of the Local Urban Areas // Research Journal of Applied Sciences. - 2014. - 9(11). - P. 725-727.
6. Ivashchuk, Olga, Orest Ivashchuk, 2013. Automation and Intellectualization to Control the Ecological Situation in the Urbanized Territories. In the Proceedings of the 2013 IEEE 7th Inter-national Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS). - V. 2. – P. 814-820.
7. Olga Alexandrovna Ivashchuk, Igor Sergeevich Konstantinov, Sergej Aleksandrovich Lazarev, Vjacheslav Igorevich Fedorov, 2014. Research in the Field of Automated Environmental Safety Control for Industrial and Regional Clusters // International Journal of Applied Engineering Research. -Volume 9. - Number 22 (2014).- P. 16813-16820.
8. Olga A. Ivashchuk, Igor S. Konstantinov, Natalia V. Shcherbinina, Denis A. Kvanin, Roman P. Gakhov, 2015. Automated Management of Biotechnosphere of Local Urban Areas // International Business Management, 2015. - Volume: 9. - Issue: 7. - Page No.: 1598-1603. DOI: 10.3923/ibm.2015.1598.1603
9. Оссовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Оссовский; пер. с польск. И.Д. Руденского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ФИТОСАНИТАРНОЙ СИСТЕМЫ НА АГРОПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Худасова О.Г.,

г. Белгород, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,

09.06.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации»

Сульженко Т.С.

г. Белгород, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,

09.04.02 – «Информационные системы и технологии»

Аннотация. В статье рассмотрено моделирование учета заказов на экологические проекты. Автоматизированный учет заказов позволит повысить производительность труда персонала и сократить временные затраты на совершение документооборота, разработка и внедрение программы обеспечит эффективно-организованный документооборот.

В настоящее время в сфере реализации экологических проектов нарастает конкуренция. Это связано с увеличением числа организаций в этой сфере, и более профессиональной рекламной и маркетинговой деятельностью. Чтобы выиграть в этой конкурентной борьбе, организация должна выбрать стратегию организации бизнеса, в которой отношения с клиентом являются центральным звеном деятельности компании. Современная жизнь немыслима без эффективного управления. Важной категорией являются системы обработки информации, от которых во многом зависит эффективность работы любого предприятия или учреждения. Функциями таких систем являются: обеспечение получения общих и/или детализированных отчетов по итогам работы; определение тенденции изменения важнейших показателей; обеспечение получения информации, критической по времени, без существенных задержек; выполнение точного и полного анализа данных. Таким образом, автоматизированный учет заказов на экологические проекты позволит определить наиболее «доходные» проекты, организовать эффективную работу с ними, а также предотвратить «уход» клиентов к конкуренту, и, таким образом, увеличить доход компании.