

ческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум». М.: 2013. URL: <http://www.scienceforum.ru>.

УДК 630.52:587/588

В.В. Побединский, С.П. Санников, И.В. Бородулин, А.А. Побединский
(V.V. Pobedinsky, S.P. Sannikov, I.V. Borodulin, A.A. Pobedinsky)
(УГЛТУ, Екатеринбург)
(USFEU, Ekaterinburg)

**НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАДЕНИЯ МОЩНОСТИ
СИГНАЛА ПРИ РАДИОЧАСТОТНОМ МОНИТОРИНГЕ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ЛЕСНОЙ СРЕДЫ
(INDISTINCT MODELS FOR ASSESSMENT OF FALLING
OF POWER SIGNAL IN CASE OF RADIO-FREQUENCY
MONITORING DEPENDING ON PARAMETERS
OF THE FOREST ENVIRONMENT)**

Рассмотрена проблема радиочастотного мониторинга лесного фонда с помощью сети RFID-устройств. Для оценки одного из важнейших параметров – падения мощности сигнала в зависимости от параметров лесной среды – выполнены процедуры содержательной постановки задачи нечеткого моделирования и обоснование нечетких функций принадлежности (приведение к нечеткости).

The problem of radiofrequency monitoring of forest fund by means of the RFID-network of devices is considered. For assessment of one of the major parameters – falling of signal power depending on parameters of the forest environment procedures of informative problem definition of indistinct simulation and reasons for indistinct functions of accessory are performed (coercion to unsharpness).

Мониторинг лесного фонда с помощью различных технологий в настоящее время является новым практическим направлением, которое получило поддержку на государственном уровне [1] в качестве одного из приоритетных в лесной отрасли. В зарубежных исследованиях были попытки реализовать технологию непрерывного мониторинга различными способами, но ни один из известных не получил применение на практике. В первую очередь основное внимание исследователей направлено на возможности современных информационных технологий, средств аэрокосмической связи, спутникового слежения, ГИС, тем не менее на сегодня система для сбора информации о состоянии лесного фонда и о процессах лесопользования и одновременного оперативного мониторинга пожаробез-

опасности не была создана. В этой связи на кафедре автоматизации производственных процессов УГЛТУ разработана технология непрерывного радиочастотного мониторинга на основе сети RFID устройств [2]. Принципиальная схема системы приведена на рис. 1.

Одним из основных конструктивных параметров системы при ее работе является величина потери мощности сигнала на пути его распространения. Эта величина зависит в первую очередь от параметров лесной среды, которые в данном случае характеризуются недостаточностью, неопределенностью, неточностью, словом, теми особенностями, которые формально описываются с помощью математического аппарата теории нечетких множеств и его практического приложения нечеткого моделирования. Таким образом, решение указанной задачи возможно с помощью нечеткого моделирования и это определило цель и задачи настоящей работы.

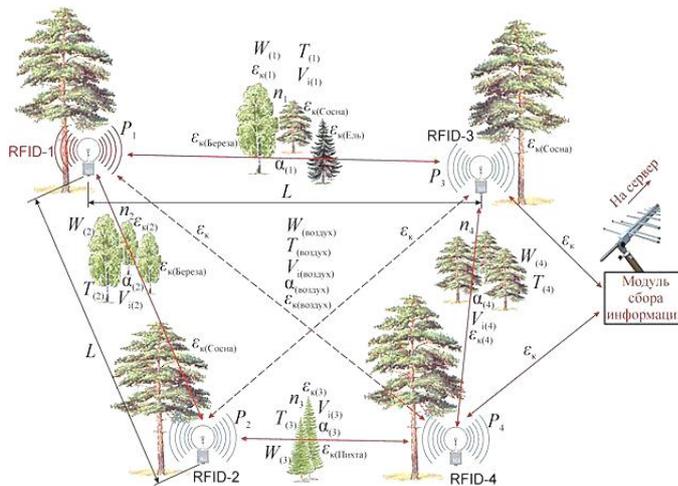


Рис. 1. Схема сети радиочастотного мониторинга лесного фонда:

RFID-1 – RFID-4 – датчики; P – мощность сигнала;

W – влажность; T – температура; n – количество деревьев;

L – расстояние между датчиками; V_i – объемная доля i -го компонента лесной среды;

α – константа вида лесного массива; ϵ_k – комплексная диэлектрическая проницаемость

Целью настоящих исследований было обоснование нечетких функций принадлежности для оценки потери мощности сигнала при радиочастотном мониторинге участка леса в зависимости от параметров лесной среды.

В ходе работы решались следующие задачи.

1. Выполнение содержательной постановки задачи нечеткого моделирования потери мощности сигнала при радиочастотном мониторинге участка леса в зависимости от параметров среды.

2. Определение нечетких функций принадлежности для входных и выходных переменных задачи (приведение к нечеткости).

Выполнение содержательной постановки задачи моделирования потери мощности сигнала. В методике [3] содержательная постановка за-

дачи используется для того, чтобы представить данные об основных параметрах лесного фонда в форме определенных эвристических правил, моделирующих потери мощности сигнала при радиочастотном мониторинге участка леса. В этом случае выполняется описание поведения или состояния объекта и потери мощности сигнала в зависимости от сочетания основных влияющих параметров. В данном случае эта процедура выполняется одновременно с формированием базы основных правил системы нечеткого вывода, а в содержательном описании задачи определены наиболее специфические особенности моделирования потери мощности сигнала.

Рассмотрим в первую очередь свойства лесной среды: расстояние между датчиками и густоту насаждений, или количество деревьев в зоне действия сигнала на пути распространения. Предположим, что другие влияющие параметры: влажность, температура воздуха, конструктивные параметры сети, рабочая частота закреплены на одном уровне.

Расстояние между датчиками является сильно влияющим фактором на потерю мощности сигнала. С увеличением расстояния потери мощности увеличиваются.

Увеличение количества деревьев в зоне действия сигнала снижает потери мощности сигнала.

Для дальнейшей постановки задачи необходимо определить нечеткие функции принадлежности и базу правил нечеткой продукции.

Определение нечетких функций принадлежности для входных и выходных переменных задачи (приведение к нечеткости).

Потеря мощности сигнала ΔP в децибелах на погонный метр (дБм) в зависимости от количества n деревьев на пути распространения радиосигнала изменяется в диапазоне от «минус» 90 до «минус» 10 дБм и является функцией:

$$\Delta P = f(L, k),$$

где L – расстояние, м; $L =$ от 0 до 260 м;

k – густота растительности, деревьев на 1 га, в зависимости от количества деревьев n в зоне действия сигнала на пути распространения радиосигнала находится из выражения

$$k = n / s,$$

где s – площадь, га;

k изменяется в пределах от 0 до 200 деревьев/га.

Для сравнения, по данным предварительных экспериментов [2], относительное ослабление радиосигнала одним деревом составляет 1,52 дБ.

Будем полагать, что терм-множества значений лингвистических переменных представлены треугольными нечеткими числами, а на границах области определения сигмоидальными нечеткими интервалами (рис. 1). Выбор сигмоидальных функций, а не традиционно используемых трапеце-

идальных, позволяет получить более сглаженную результирующую функцию. На рис. 1а, 1б показаны функции принадлежности входных переменных «Густота k » и «Расстояние L », а на рис. 1в приведена нечеткая функция лингвистической выходной переменной «Потеря мощности ΔP ». В данном случае будет целесообразно принять пять значений входных и выходной лингвистических переменных.

В качестве обозначений лингвистических переменных для предложенных функций приняты следующие значения: - «Минимальная» - Мин; «Малая» - М; «Средняя» - СР; «Большая» - Б; «Максимальная» - Мах.

В терминах теории нечетких множеств лингвистические переменные определены терм-множествами со следующие значениями:

- «Густота k » {Мин, М, СР, Б, Мах};
- «Расстояние L » {Мин, М, СР, Б, Мах};
- «Потеря мощности ΔP » {Мин, М, СР, Б, Мах}.

Принятые нечеткие функции принадлежности для вывода функции $\Delta P = f(L, k)$ в графическом виде показаны на рис. 2.

В заключение можно отметить, что предложенные содержательная постановка задачи и нечеткие функции принадлежности могут быть использованы для нечеткого вывода функции, позволяющей прогнозировать величину потери мощности сигнала при различных параметрах среды в процессе радиочастотного мониторинга.

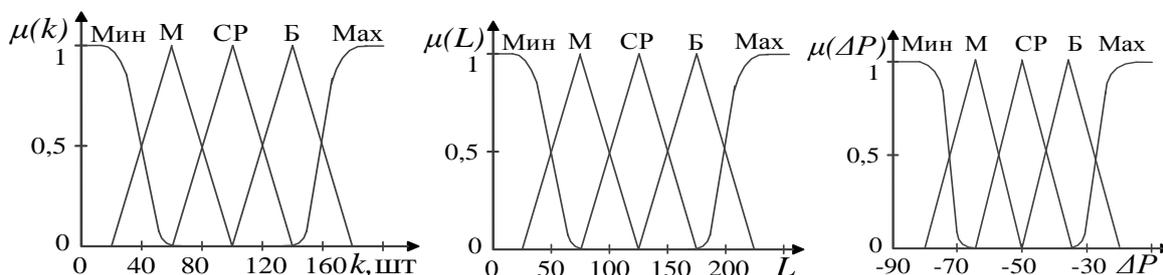


Рис. 2. Нечеткие функции принадлежности лингвистических переменных для вывода функции $\Delta P = f(L, k)$: а – «Густота k »; б – «Расстояние L »; в – «Потеря мощности ΔP »

Библиографический список

1. Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года / Правительство Российской Федерации. Распоряжение № 1724-р от 26 сентября 2013 г.
2. Герц Э.Ф., Санников С.П., Соловьев В.М. Использование радиочастотных устройств для мониторинга экологической ситуации в лесах // Аграрн. вестник Урала. № 1 (93). Екатеринбург: АБУ, 2012. С. 37–39.
3. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ, 2009. 798 с.