

Зависимость падения мощности сигнала от параметров лесной среды при радиочастотном мониторинге лесного фонда

С.П. Санников^а, В.В. Побединский^б, А.М. Газизов^с, И.В. Бородулин^д, М.А. Черницын^е,
Н.С. Кузьминов^ф

Уральский государственный лесотехнический университет, ул. Сибирский Тракт 37, Екатеринбург, Россия
^аssp-54@mail.ru, ^{бс}pobed@e1.ru, ^дugadn66@bk.ru, ^еskamer333@mail.ru, ^фyaxik@e1.ru

Статья поступила 18.09.2016, принята 23.10.2016

Как известно, на сегодня отсутствует система для сбора информации о состоянии лесного фонда и процессах лесопользования с возможностью оперативного мониторинга лесных пожаров. В этой связи внимание исследователей привлекают возможности современных информационных технологий, средств аэрокосмической связи, спутникового слежения и ГИС. В Уральском государственном лесотехническом университете разработана система радиочастотного мониторинга лесного фонда на основе сети RFID-устройств. Параметры, необходимые для работы данной системы, определяются путем нечеткого моделирования процесса мониторинга. Авторы статьи, разработавшие нечеткую модель, рассматривают широкий круг вопросов, в том числе касающихся выполнения содержательной постановки задачи нечеткого моделирования потери мощности сигнала РМ участка леса в зависимости от параметров среды, определения нечетких функций принадлежности для входных и выходных переменных задачи, разработки базы правил нечеткой продукции, а также выполнения синтеза нечеткой модели зависимости потери мощности сигнала при радиочастотном мониторинге участка леса средствами Fuzzy Logic Toolbox приложения MATLAB. Для оценки одного из важнейших параметров — падения мощности сигнала RFID-устройств в лесу — получена функциональная зависимость от параметров лесной среды на основе нечеткого вывода. С этой целью выполнены процедуры содержательной постановки задачи нечеткого моделирования, приведения к нечеткости, разработки базы правил нечеткой продукции. Результат синтеза нечеткой модели представлен на графиках нечетких функций принадлежности лингвистических переменных для зависимости $\Delta P = f(L, k)$. Графически показан нечеткий вывод функции $\Delta P = (L, k)$ в среде FIS Editor приложения MATLAB.

Ключевые слова: радиочастотный мониторинг лесного фонда; падение мощности сигнала; параметры лесной среды; нечеткое моделирование; нечеткий вывод.

Dependence of the signal power loss on the forest ambience parameters under radio-frequency monitoring of forest fund

S.P. Sannikov^а, V.V. Pobedinsky^б, A.M. Gazizov^с, I.V. Borodulin^д, M.A. Chernitsyn^е,
N.S. Kuzminov^ф

Ural State Forest Engineering University; 37 Sibirsky Tract, Ekaterinburg, Russia
^аssp-54@mail.ru, ^{бс}pobed@e1.ru, ^дugadn66@bk.ru, ^еskamer333@mail.ru, ^фyaxik@e1.ru

Received 18.09.2016, accepted 23.10.2016

The system for gathering information about the state of forest fund and the processes of forest use to monitor wild fires is known to be absent. Thus, attention of the researchers is attracted to the possibilities of modern information technologies, facilities of aerospace communication, satellite tracking and Geographical Information System, and in particular, the system for radio-frequency monitoring of the state of forest fund, designed at Ural State Forest Engineering University on the basis of the network of RFID-devices. Parameters required for the work of such a system have been defined by fuzzy modeling of the monitoring process, as well as some other problems have been solved. Profound statement has been done for the problem of fuzzy modeling of the RM-forest-area signal power loss, depending on the parameters of the ambience. Fuzzy functions have been determined for input and output variables of the problem. The regulation base has been developed for fuzzy products. Synthesis of a fuzzy model has been done for a dependency of the signal power loss under radio-frequency monitoring of the forest area by means of Fuzzy Logic Toolbox, application of MatLab. To estimate one of the most important parameters – signal power loss of RFID-device in the forest, functional dependency on parameters of the forest ambience has been obtained, based on the fuzzy conclusion. For this purpose, procedures have been done such as profound statement of the problem of fuzzy modeling, adduction to fuzziness, development of the regulation base for fuzzy products. Result of the synthesis of fuzzy model has been submitted on the diagrams of fuzzy function belonging of linguistic variables for dependency $\Delta P = f(L, k)$. Fuzzy conclusion of the function $\Delta P = (L, k)$ in the ambience FIS Editor, application of MatLab, has been presented in diagram form.

Key words: radio-frequency monitoring of forest fund; signal power loss; forest environment parameters; fuzzy modeling; fuzzy inference.

Введение

В настоящее время мониторинг лесного фонда с помощью различных технологий является новым практическим направлением, получившим поддержку на государственном уровне в качестве одного из приоритетных в лесной отрасли [1]. Известны попытки зарубежных исследователей реализовать технологию непрерывного мониторинга различными способами, но ни один из них не нашел практического применения.

Внимание исследователей направлено в первую очередь на возможности современных информационных технологий, средства аэрокосмической связи,

спутникового слежения и ГИС, тем не менее, на сегодняшний день все еще не создана система для сбора информации о состоянии лесного фонда и процессах лесопользования и одновременного оперативного мониторинга пожаробезопасности [2]. В этой связи на кафедре автоматизации производственных процессов Уральского государственного лесотехнического университета разработана технология непрерывного радиочастотного мониторинга на основе сети RFID-устройств [3]. Принципиальная схема системы приведена на рис. 1.

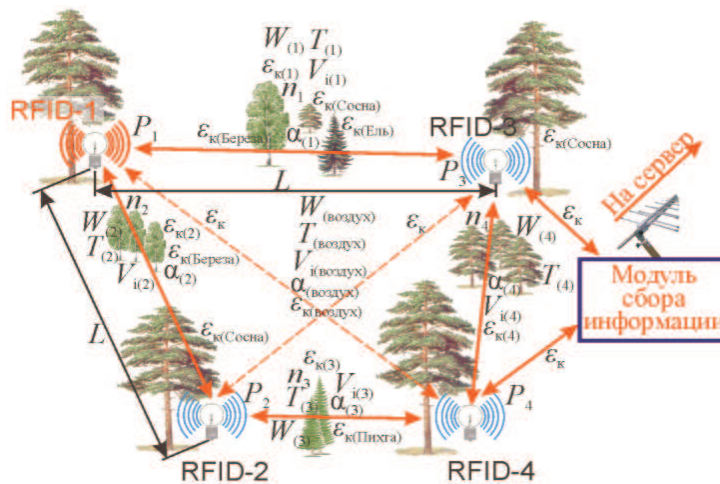


Рис. 1. Схема сети радиочастотного мониторинга лесного фонда: RFID-1 – RFID-4 — датчики; P — мощность сигнала; W — влажность; T — температура; n — количество деревьев; L — расстояние между датчиками; V_i — объемная доля i -го компонента лесной среды; α — константа вида лесного массива; ϵ_k — комплексная диэлектрическая проницаемость

Решение не имеет аналогов в мировой практике (что подтверждается патентом РФ [4]) и выполняет все необходимые функции, включая сбор данных о количестве деревьев, изменении исходного количества, перемещении лесоматериалов и появлении задымления от пожара. Одним из основных конструктивных параметров в работе системы является величина потери мощности сигнала на пути его распространения. Эта величина зависит от технологических, конструктивных параметров, климатических факторов, 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 проблемы было возможно с помощью нечеткого моделирования, что определило цель и задачи настоящей работы.

Целью исследования было получение функциональной зависимости потери мощности сигнала при радиочастотном мониторинге участка леса в зависимости от параметров среды на основе аппарата нечеткого моделирования.

Разработка модели предусматривала решение следующих задач:

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).
3. Разработка базы правил нечеткой продукции.
4. Синтез нечеткой модели зависимости потери мощности сигнала при радиочастотном мониторинге участка леса от входных параметров средствами Fuzzy Logic Toolbox приложения MATLAB.

Выполнение содержательной постановки задачи моделирования потери мощности сигнала. В методике [5; 6] содержательная постановка задачи 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 [7–10]. В этом случае осуществляется описание поведения или состояния объекта и потери мощности сигнала в зависимости от сочетания основных влияющих параметров. 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.

В первую очередь рассмотрим свойства лесной среды: расстояние между датчиками и густоту насаждений, или количество деревьев в зоне действия сигнала на пути распространения [11–14]. Предположим, что другие влияющие параметры — влажность, температура воздуха, конструктивные параметры сети, рабочая частота — закреплены на одном уровне [15–18].

Расстояние между датчиками является фактором, сильно влияющим на потерю мощности сигнала. С увеличением расстояния потери мощности увеличиваются [19].

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

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, ΔP , сигнала в децибелах на погонный метр (*дБм*) от количества n деревьев на пути распространения радиосигнала изменяется в диапазоне от -90 до -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 его распространения находится из выражения:

$$k = n / s,$$

где s — площадь, *га*; значение k изменяется в пределах от 0 до 200 деревьев/га.

Для сравнения, по данным предварительных экспериментов [3; 19], 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, а не традиционно используемых трапецеидальных функций, позволяет получить более сглаженную результирующую функцию. На рис. 1 *а, б* показаны функции принадлежности входных переменных «Густота k » и «Расстояние L », а на рис. 1 *в* приведена нечеткая функция лингвистической выходной переменной «Потеря мощности ΔP ».

Во многих случаях при решении подобных задач [5; 6] на универсуме нечеткого множества принимают минимальное значение функции принадлежности, равное трем, что позволяет ограничиться небольшим объемом базы правил. Но в таких случаях, в зависимости от размерности параметров, выходная величина аппроксимируется менее гладкой, ступенчатой функцией. 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 $\Delta P = f(L, k)$ показаны на рис. 2.

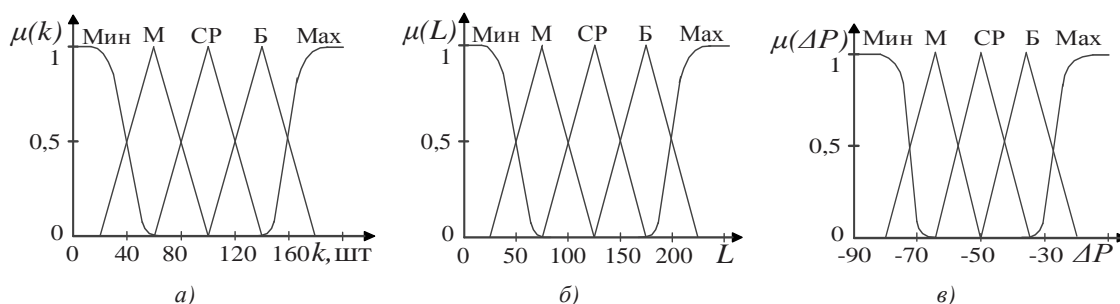


Рис. 2. Нечеткие функции принадлежности лингвистических переменных для вывода функции $\Delta P = f(L, k)$: *а* — «Густота k »; *б* — «Расстояние L »; *в* — «Потеря мощности ΔP »

Формирование базы правил системы нечеткого вывода. Для нечеткого вывода функции принадлежности используем метод Мамдани [5; 6], что предполагает разработку базы правил нечеткой продукции.

Опишем влияние некоторых сочетаний входных воздействий на выходной параметр:

если L = «Минимальная» и k = «Минимальная», то ΔP = «Минимальная»;

если L = «Минимальная» и k = «Малая», то ΔP = «Минимальная»;

если L = «Максимальная» и k = «Максимальная», то ΔP = «Максимальная».

Таблица 1

Состав базы правил нечеткой продукции для моделирования величины потери мощности сигнала $\Delta P = f(L, k)$

Значения лингвистической переменной «Густота k »	Значения выходных нечетких подмножеств «Потеря мощности ΔP » при изменении нечеткой функции «Расстояние L »				
	Мин	М	CP	Б	Max
Мин	Мин	Мин	М	М	М
М	Мин	М	CP	CP	CP
CP	М	CP	CP	CP	Б
Б	М	CP	Б	Б	Б
Max	CP	CP	Б	Max	Max

Используя описание вариантов сочетаний входных параметров (L и k), а также большее количество значений лингвистических переменных, например, «Средняя», «Большая», «Малая», и специфических особенностей явления, можно формализовать базу правил нечеткого вывода (см. таблицу) функции величины потери мощности сигнала $\Delta P = f(L, k)$.

Нечеткий вывод результирующей функции выполнен по методу Мамдани [5; 6]. Схема вывода в формате MATLAB приведена на рис. 3.

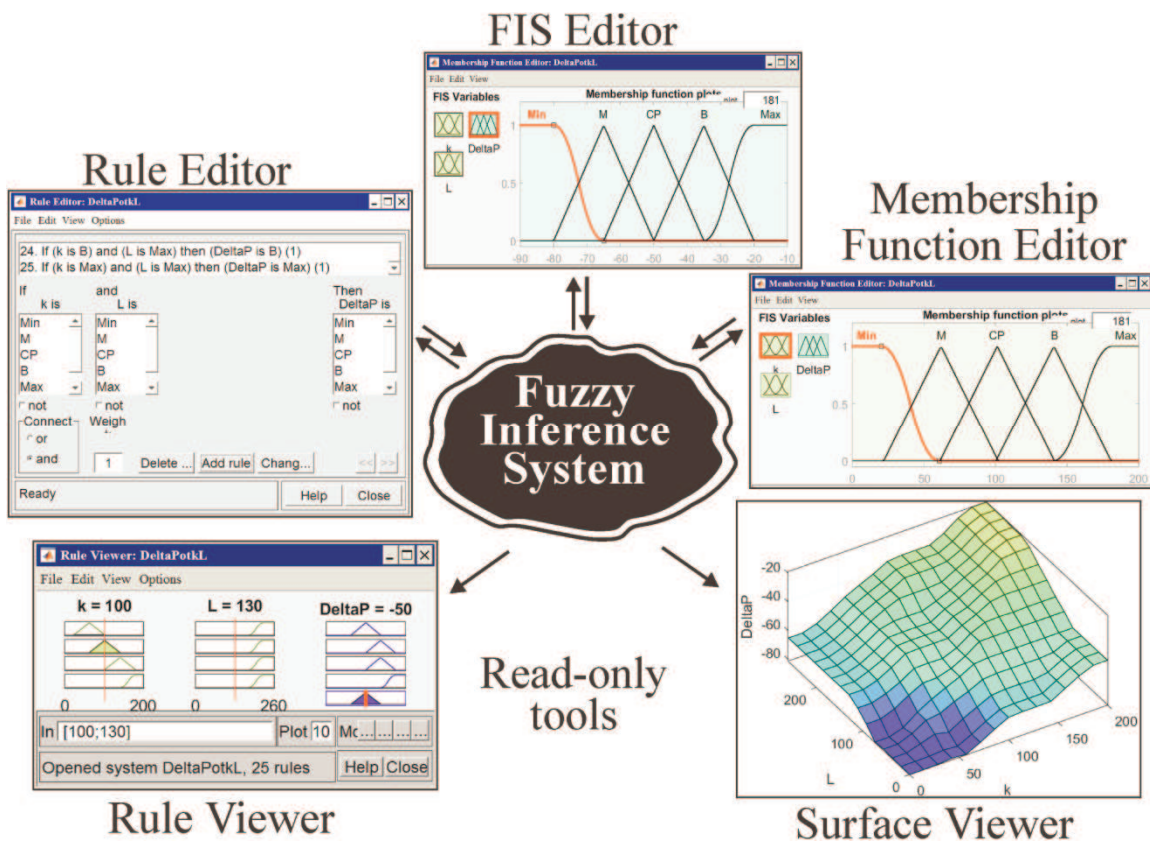


Рис. 3. Схема нечеткого вывода в среде MATLAB [20]

Синтез нечеткой модели зависимости потери мощности сигнала. Изложенная формальная постановка задачи нечеткого вывода позволяет реализовать ее в специализированных компьютерных программах.

Реализация задачи нечеткого вывода функции $\Delta P = f(L, k)$ выполнена в среде FIS Editor приложения MATLAB [20]. Процедура вывода показана на рис. 4.

В данном случае использовался алгоритм по известной методике [5; 6]:

1. Фаззификация (введение нечеткости) (рис. 4 а, б, д).

2. Формирование базы правил нечеткой продукции (рис. 4 з).

3. Нечеткий вывод (рис. 4 в).

4. Дефаззификация (приведение к четкости) (рис. 4 е).

5. Получение конечной функции нечеткого вывода (рис. 4 е).

Полученная в результате нечеткого вывода функция является достаточно корректной математически и может использоваться для прогнозирования величины потери мощности сигнала при различных параметрах среды в процессе радиочастотного мониторинга.

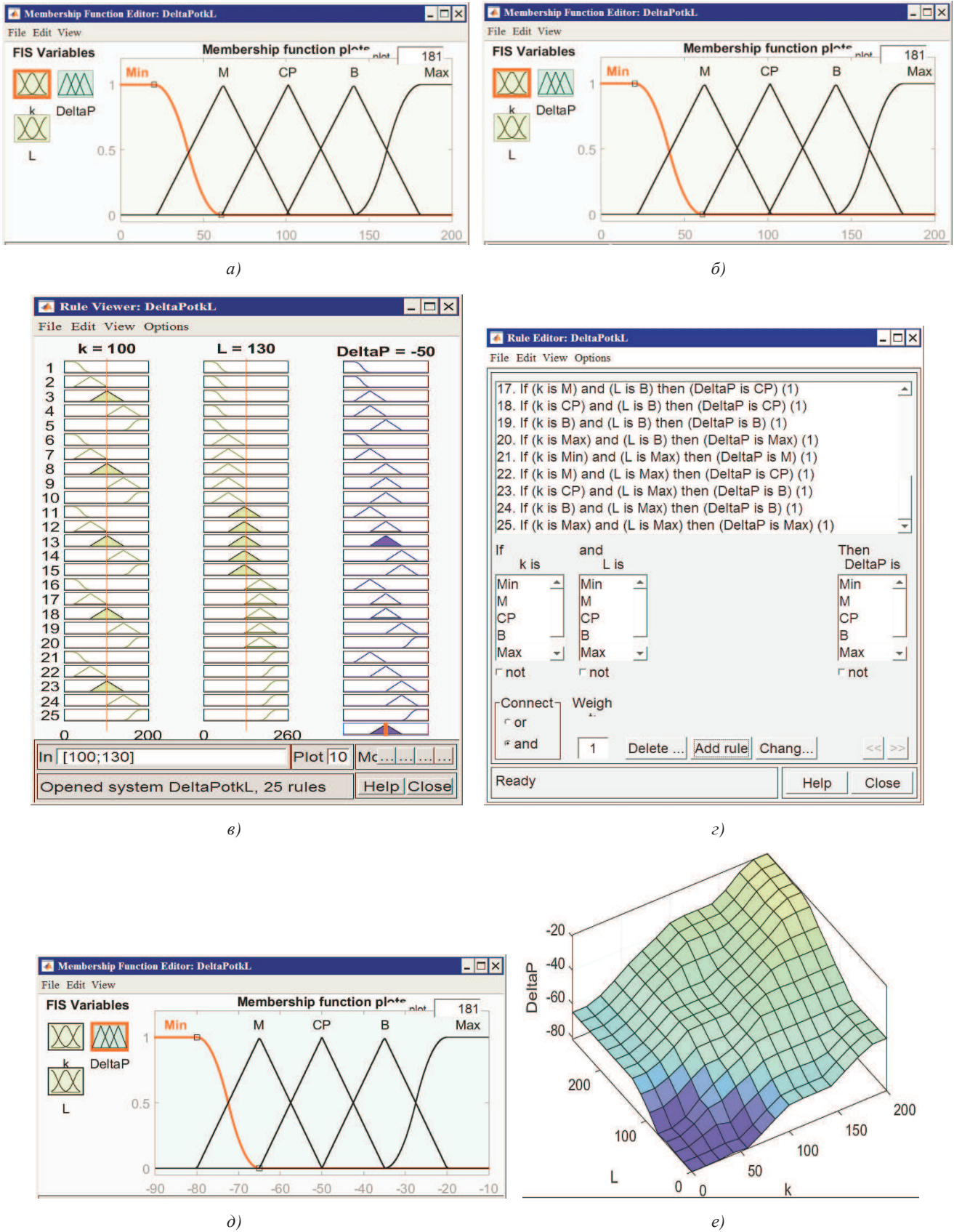


Рис. 4. Нечеткий вывод функции $\Delta P = (L, k)$ в среде FIS Editor приложения MATLAB: а — нечеткая функция принадлежности переменной «Потеря мощности ΔP »; б — нечеткая функция принадлежности переменной «Расстояние L »; в — процедура нечеткого вывода и приведения к четкости; г — база правил нечеткого вывода; д — нечеткая функция принадлежности лингвистической переменной «Густота k »; е — функция нечеткого вывода потери мощности сигнала

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В настоящее время совершенствование методов исследований параметров системы радиочастотного мониторинга невозможно без применения интеллектуальных программных систем и компьютерных средств.

Предложенная постановка задачи нечеткого моделирования потери мощности сигнала и реализация соответствующего программного обеспечения в среде MATLAB позволяют эффективно использовать информационные технологии в исследованиях, моделировании и совершенствовании систем радиочастотного мониторинга лесного фонда.

2. Привлечение статистических методов чрезвычайно трудоемко и будет недостаточно корректным подходом для разработки модели оценки потери мощности сигнала. Для выполнения условий задач такого класса в наибольшей мере подходит аппарат нечетких множеств.

3. Предлагаемая функция потери мощности сигнала, построенная на основе нечеткого вывода, учитывает основные параметры лесной среды, а сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными [3; 19] указывает на достаточную адекватность разработанной модели, позволяющей реализовать принципиально новый подход к решению задачи.

Литература

1. Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 26 сент. 2013 г. № 1724-р. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

2. Федеральное лесное управление США рассматривает возможность RFID на выявление пожаров [Электронный ресурс]. М.: «RFIDportal.ru», 2010. URL: <http://rfidportal.ru/otslezhivanie-aktivov/520-federalnoe-lesnoe-upravlenie-ssh-rassmatrivaet-vozmozhnost-rfid-na-vyyavlenie-pozharov.html> (дата обращения: 05.01.2012).

3. Герц Э.Ф., Санников С.П., Соловьев В.М. Использование радиочастотных устройств для мониторинга экологической ситуации в лесах // Аграрный вестник Урала. 2012. № 1 (93). С. 37–39.

4. Лисиенко В.Г. Санников С.П. Система обнаружения лесного пожара: пат. 2492891 Рос. Федерация. № 37; заявл. 26.04.12; опубл. 20.09.13, Бюл. № 26.

5. Перат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ, 2009. 798 с.

6. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MatLab и fussyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.

7. Серебренников М.Ю., Санников С.П. Экспериментальная оценка потери мощности радиосигнала в лесу // Материалы IX всероссийской научно-технической конференции «Научное творчество молодежи — лесному комплексу России». Екатеринбург, 2013. Ч. 2. С. 87-90.

8. Атутов Е.Б. Отражающие и ослабляющие свойства лесных сред: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Иркутск, 2009. 19 с.

9. Гранков А.Г., Дьяконова О.А., Мильшин А.А., Чухланцев А.А., Язерян Ж.Г. Экспериментальные спектральные зависимости погонного ослабления радиоволн деревьями в дм диапазоне // Кибернетика и вопросы экологии. М.: ИРЭ РАН: ИПЭ РАЕН. 2004. Т. 1. С. 149-151.

10. Атутов Е.Б., Ломухин Ю.Л. Погонное ослабление электромагнитных волн УКВ-диапазона в лесной среде // Научная сессия ТУСУР – 2006: материалы докл. всерос. науч.-технической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 4–7 мая 2006 г. Томск, 2006. Ч. 1. С. 15-17.

11. Санников С.П., Серебренников М.Ю., Серков П.А. Влияние анизотропных характеристик леса на распространение радиочастотного сигнала RFID метки [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. URL: www.science-education.ru/108-8623 (дата обращения: 19.03.2013).

12. Richter J., R.F.S. Caldeirinha M.O., Al-Nuaimi A., Seville N.C., Rogers N. A generic narrowband model for radiowave propagation through vegetation, 2005 IEEE 61st // Vehicular Technology Conference, 2005., May 30-June 1. VTC 2005-Spring, Vol. 1. P. 39-43.

13. LaGrone A., Chapman C. Some propagation characteristics of high UHF signals in the immediate vicinity of trees IRE // Transactions on Antennas and Propagation, 1961. Vol. 9, № 5. P. 487-491.

14. Lin Y.-C., Sarabandi K. A coherent scattering model for forest canopies based on monte carlo simulation of fractal generated trees // Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1996. IGARSS'96, Vol. 2.

15. Nashashibi A.Y., Ulaby F.T., Frantzis P., Roo R.D. Measurements of the propagation parameters of tree canopies at MMW frequencies // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2002. Vol. 40, № 2. P. 298-304.

16. Hashim M.H., Stavrou S. Wind influence on radiowaves propagating through vegetation at 1.8GHz // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. 2006. Vol. 4. P. 143-146.

17. Kajiwar A. LMDs radio channel obstructed by foliage, 2000 IEEE // International Conference on Communications, 2000. Vol. 3, P. 1583-1587.

18. Hashemi H. Propagation channel modeling for Ad hoc networks // EuWiT 2008, European MicrowaveWeek, Amsterdam, 2008.

19. Лисиенко В.Г., Санников С.П. Синергетические основы функционирования RFID-систем на примере мониторинга природных массивов // Радиоэлектронные устройства и системы для инфокоммуникационных технологий: материалы междунар. конф: докл. Сер. Науч. конф., посвященные Дню Радио. М., 2013. Вып. 68. С. 356-359.

20. MATLAB® & Simulink® Release Notes for R 2008 a [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mathworks.com> (дата обращения: 20.05.2016).

References

1. Bases state politicians in the field of use, guard, protection and reproduction wood in Russian Federation for a period of before 2030 [Elektronnyi resurs]: rasporyazhenie Pravitel'stva Ros. Federatsii ot 26 sent. 2013 g. № 1724-r. Dostup iz sprav.-pravovoi sistemy «Konsul'tant Plyus».

2. Federal timber management USA considers possibility RFID on discovery fire [electronic resource]. M.: "RFIDportal.ru", 2010. Mode of the access: URL: <http://rfidportal.ru/otslezhivanie-aktivov/520-federalnoe-lesnoe-upravlenie-ssha-rassmatrivaet-vozmozhnost-rfid-na-vyyavlenie-pozharov.html> (5.01.2012).
3. Gerts E.F., Sannikov S.P., Solov'ev V.M. Using radiofrequency device for monitoring the ecological situation in wood // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. № 1 (93). P. 37-39.
4. Lisienko V.G. Sannikov S.P. System of the finding the wildfire: pat. 2492891 Ros. Federatsiya. № 37; zayavl. 26.04.12; opubl. 20.09.13, Byul. № 26.
5. Pegat A. Ill-defined modeling and management. M.: BINOM, 2009. 798 p.
6. Leonenkov A.V. Ill-defined modeling in ambience MatLab and fussyTECH. SPb.: BKhV-Peterburg, 2005. 736 p.
7. Serebrennikov M.Yu., Sannikov S.P. Experimental estimation of the loss to powers Radio signal in the woods // Materialy IX vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi. konferentsii «Nauchnoe tvorchestvo molodezhi - lesnomu kompleksu Rossii». Ekaterinburg, 2013. Ch. 2. P. 87-90.
8. Atutov E.B. Reflecting and weakening characteristic of the timber ambiances: avtoref. dis. ... kand. fiz.-mat. nauk. Irkutsk, 2009. 19 p.
9. Grankov A.G., D'yakonova O.A., Mil'shin A.A., Chukhlantsev A.A., Yazeryan Zh.G. The Experimental spectral dependencies of the waited weakening Radiowaves tree in DM range // Kibernetika i voprosy ekologii. M.: IRE RAN: IPE RAEN. 2004. T. 1. P. 149-151.
10. Atutov E.B., Lomukhin Yu.L. The Waited weakening of the electromagnetic waves UKV-range in timber ambience // Nauchnaya sessiya TUSUR - 2006: materialy dokl. vseros. nauch.-tekhnicheskoi konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Tomsk, 4-7 maya 2006 g. Tomsk: V-Spektr, 2006. Ch. 1. P. 15-17.
11. Sannikov S.P., Serebrennikov M.Yu., Serkov P.A. Influence of the anisotropic features wood on spreading Radio-frequency signal RFID marks [Elektronnyi resurs] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2013. № 2; URL: www.science-education.ru/108-8623 (data obrashcheniya: 19.03.2013).
12. Richter J., R.F.S. Caldeirinha M.O., Al-Nuaimi A., Seville N.C., Rogers N. A generic narrowband model for radiowave propagation through vegetation, 2005 IEEE 61st // Vehicular Technology Conference, 2005, May 30-June 1. VTC 2005-Spring, Vol. 1. P. 39-43.
13. LaGrone A., Chapman C. Some propagation characteristics of high UHF signals in the immediate vicinity of trees IRE // Transactions on Antennas and Propagation, 1961. Vol. 9, № 5. P. 487-491.
14. Lin Y.-C., Sarabandi K. A coherent scattering model for forest canopies based on Monte Carlo simulation of fractal generated trees // Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1996. IGARSS'96, Vol. 2.
15. Nashashibi A.Y., Ulaby F.T., Frantzis R., Roo R.D. Measurements of the propagation parameters of tree canopies at MMW frequencies // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2002. Vol. 40, № 2. P. 298-304.
16. Hashim M.H., Stavrou S. Wind influence on radiowaves propagating through vegetation at 1.8GHz // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. 2006. Vol. 4. P. 143-146.
17. Kajiwar A. LMDS radio channel obstructed by foliage, 2000 IEEE // International Conference on Communications, 2000. Vol. 3, P. 1583-1587.
18. Hashemi H. Propagation channel modeling for Ad hoc networks // EuWiT 2008, European MicrowaveWeek, Amsterdam, 2008.
19. Lisienko V.G., Sannikov S.P. Synergetic bases of the operation RFID-systems on example of the monitoring natural array // Radioelektronnye ustroystva i sistemy dlya infokommunikatsionnykh tekhnologii: materialy mezhdunar. konf: dokl. Ser. Nauch. konf., posvyashchennye Dnyu Radio. M., 2013. Vyp. 68. P. 356-359.
20. MATLAB® & Simulink® Release Notes for R 2008 a [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.mathworks.com> (data obrashcheniya: 20.05.2016).