



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Приборостроение»

**Практикум**  
по дисциплине  
«Интеллектуальные системы лечебных  
воздействий»

**«Определение медицинской дозы  
салазопирина с помощью нечеткой  
экспертной системы в среде  
программирования MATLAB»**

Авторы

Литвин А.В.,  
Балалаева Н.С.,  
Новикова А.И.

Ростов-на-Дону, 2017

## Аннотация

Практикум по дисциплине «Интеллектуальные системы лечебных воздействий» предназначены для студентов направления магистратуры 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии». В методических указаниях рассмотрена нечеткая экспертная система, разработанная в программной среде MATLAB, для определения дозы лекарственного средства салазопирина.

## Авторы

профессор, к.т.н. Литвин А.В.,

инженер ФГБУ «РНИИАП» Балалаева Н.С.,

инженер каф. «ИТ» Новикова А.И.



## Оглавление

<b>1. Цель работы:</b> .....	<b>4</b>
<b>2.Краткие теоретические сведения</b> .....	<b>4</b>
2.1 Нечеткая экспертная система .....	4
2.2 Определение дозы лекарственного препарата .....	5
<b>3. Порядок выполнения работы</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Содержание отчета</b> .....	<b>14</b>
<b>5. Список использованных источников</b> .....	<b>14</b>

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Определение точной медицинской дозы салазопирина, назначенного больному хронической кишечной инфекцией, с помощью нечеткой экспертной системы

## 2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

### 2.1 Нечеткая экспертная система

Нечеткая логика (НЛ) - это математическая дисциплина, которая используется для определения некой структуры, интерпретирующей наши собственные модели поведения. Основу НЛ составляют «истинные» и «ложные» высказывания теории нечетких множеств (ТНМ), через которую определяются значения между ними – «частично верные» / «частично ложные».

ТНМ - теория, выражающая неопределенные, промежуточные состояния, такие, как «теплый» и «прохладный», которые находятся между «горячим» и «холодным» математически. За этими определениями существует нечеткое численное значение. Нечеткие экспертные системы (НЭС) представляют собой системы, основанные на правиле «если-то».

После принятия решения о проектировании нечеткой системы первым шагом является сбор правил «если-то». Эти правила, обычно, собираются при помощи экспертов.

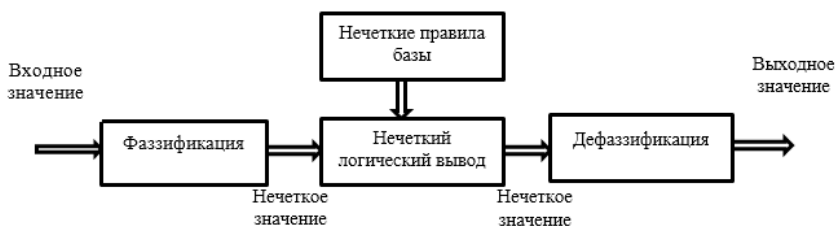


Рисунок 1 –Нечеткая экспертная система с фаззификацией и дефаззификацией

Как видно на рисунке 1, в нечетких моделях для экспертных систем входные и выходные значения - это системы четких значений. При фаззификация этих четких значений получают нечеткие значения состава и степени, обрабатываемые механизмом

нечеткого логического вывода. Здесь, нечеткие выходные значения отправляются в блок дефаззификации, и от этого устройства окончательные четкие значения получаются в качестве вывода (выходного сигнала).

## 2.2 Определение дозы лекарственного препарата

Определение количества дозы лекарственного препарата зависит от различных параметров, таких как возраст, вес, пол, анамнез заболеваний пациента, биохимические показатели крови и т.д. Определение дозы препарата является нетривиальной задачей.

Свою эффективность в определении дозировки лекарственных средств в настоящее время доказали интеллектуальные системы на основе нечетких правил. В данном случае нечеткая логика - управляемая система - помогает принимать врачу быстрые и эффективные решения относительно дозы лекарственного средства с учетом всех факторов. Таким образом, сведены к минимуму врачебные ошибки и предотвращаются возможные осложнения.

В лабораторной работе исследуется нечеткая экспертная система, предназначенная для определения дозы лекарства салазопирина (СЛ), используемого при лечении хронической кишечной инфекции - в отношении к двум критериям: СД и САП.

В качестве исходных материалов были исследованы данные от 10 пациентов с хронической кишечной инфекцией, выбранных случайным образом. Использовался набор инструментов нечеткой логики программного пакета MATLAB. Пациенты классифицировались на две группы (по 5 пациентов): первая группа получала ежедневную суточную дозу СЛ, рекомендуемую врачом, вторая получала дозу СЛ от НЭС. В результате такого эксперимента, восстановление первой группы больных было очень медленным и заняло около года. Продолжительность восстановления второй группы составляла менее трех месяцев.

## Приборостроение

Таблица 1 – Дозы СЛ, назначенные врачом и НЭС

Patient	Input Variables		Output Variable (SL mg)	
	PSA (ng/ml)	SD (ms)	Daily dose recommended by the doctor	Daily dose obtained from FES
1	0,4	10	500 (1x1)	334
2*	1	20	500 (1x1)	427
3	2	25	500 (1x1)	461
4*	2	70	1000 (2x1)	800
5	3	50	1000 (2x1)	661
6*	5	50	1000 (2x1)	755
7*	7	80	1500 (3x1)	1120
8*	8	25	1500 (3x1)	1000
9	8	75	1500(3x1)	1220
10	15	90	1500 (3x1)	1390

В основе нечеткой экспертной системы лежит правило «если-то» для симптомов хронической кишечной инфекции больного и для дозы лекарства, необходимого для ее лечения: «Если специфический антиген простаты (САП) является средним и седиментация (оседание) (СД) быстрая, то необходимо увеличить дозу салазопирина». Доза СЛ, как правило, назначается пациентам с учетом САП и СД при симптомах хронической кишечной инфекции (таблица 2). Здесь используются лингвистические переменные, такие как «положительный», «высокий», «низкий» или «средний». Эти лингвистические переменные имеют соответствующие значения состояния, поскольку изменяется доза лекарственных средств в отношении пола, веса, САП, СД и т. д.

Таблица 2 - Лингвистические выражения для определения дозы салазопирина (СЛ)

SD		PSA		
		Low	Medium	High
	Slow	little	Little	much
	Medium	medium	Medium	much
	Fast	medium	Much	much more

## Приборостроение

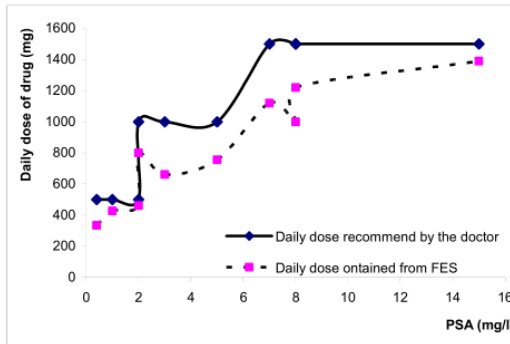


Рисунок 2 - Дозы лекарства, рекомендованные лечащим врачом и полученные от НЭС относительно САП

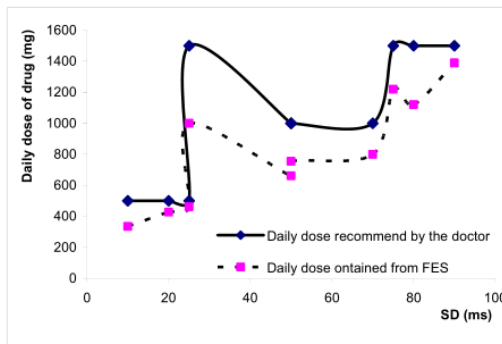


Рисунок 3 - Суточная доза лекарства, рекомендованная лечащим врачом и полученная от НЭС отношении к СД

### 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В программном пакете MATLAB запускаем раздел Fuzzy Logic Toolbox с помощью команды `fuzzy`.

Используем следующие входные параметры:

- САП - низкий, средний и высокий
- СД - медленная, средняя и быстрая

Выходные параметры: доза СЛ: малая, средняя, высокая и гораздо высокая.

## Приборостроение

Нечеткие выражения значения САП ( $x$ ), которое меняется от 0 до 50 и более:

$$\mu_{(x)_{LOW}} = \begin{cases} (4 - x)/4; & 0 \leq x \leq 4 \\ 0; & \text{others} \end{cases}$$

$$\mu_{(x)_{MEDIUM}} = \begin{cases} (x/4); & 0 \leq x \leq 4 \\ (8 - x)/4; & 4 < x \leq 8 \\ 0; & \text{others} \end{cases}$$

$$\mu_{(x)_{HIGH}} = \begin{cases} 0; & x < 4 \\ (x - 4)/4; & 4 < x \leq 8 \\ 1; & x \geq 8 \end{cases}$$

(1)

Объединение графиков для трех нечетких значение САП показано на рисунке 4.

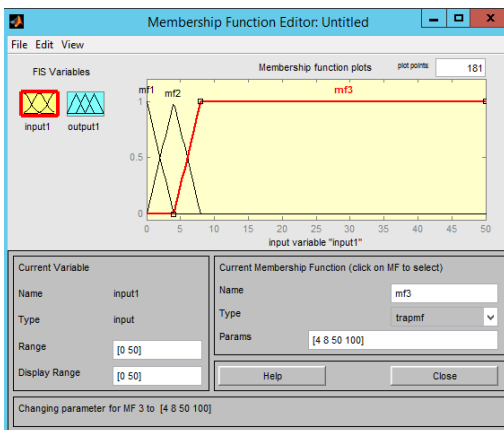


Рисунок 4 - Объединение графиков для трех нечетких значений САП

Нечеткие множества для САП, формирующиеся в соответствии с формулами (1):

$$\mu_{Low}(PSA) = \{1/0 + 0,75/1 + 0,50/2 + 0,25/3 + 0/4\}$$

$$\mu_{Medium}(PSA) = \{0/0 + 0,25/1 + 0,5/2 + 0,75/3 + 1/4 + 0,75/5 + 0,50/6 + 0,25/7 + 0/8\}$$

$$\mu_{High}(PSA) = \{0/0 + \dots + 0/4 + 0,25/5 + 0,50/6 + 0,75/7 + 1/8 + \dots + 1/50\}$$



## Приборостроение

Для значение СД ( $y$ ), который варьирует от 0 до 90 и более, нечеткие выражения:

$$\mu_{(y)_{\text{SLOW}}} = \begin{cases} (45 - y) / 45; & 0 \leq y \leq 45 \\ 0; & \text{others} \end{cases}$$

$$\mu_{(y)_{\text{MEDIUM}}} = \begin{cases} (y / 45); & 0 \leq y < 45 \\ (90 - y) / 45; & 45 \leq y \leq 90 \\ 0; & \text{others} \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{(y)_{\text{FAST}}} = \begin{cases} (y - 45) / 45; & 45 \leq y \leq 90 \\ 0; & \text{others} \end{cases}$$

Объединение графиков для трех нечетких значений СД показано на рисунке 5.

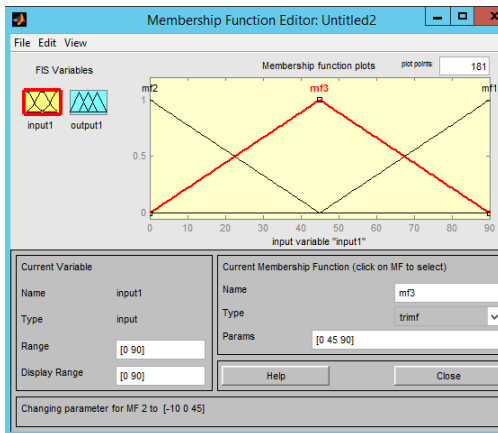


Рисунок 5 - Объединение графиков для трех нечетких значений СД

Нечеткие множества для СД, формирующиеся в соответствии с формулами (2):

$$\mu_{\text{Slow}}(SD) = \{1/0 + 0.89/5 + 0.78/10 + \dots + 0.22/35 + 0.11/40 + 0/45\}$$

$$\mu_{\text{Medium}}(SD) = \{0/0 + 0.3/15 + 0.7/30 + 1/45 + 0.7/60 + 0.3/75 + 1/90\}$$

$$\mu_{\text{Fast}}(SD) = \{0/45 + 0.3/60 + 0.7/75 + 1/90\}$$

Для значения СЛ ( $z$ ), которое варьируется от 0 до 1600 и более, нечеткие выражения:

## Приборостроение

$$\mu_{(z)_{LITTLE}} = \begin{cases} 1; & z \leq 200 \\ (600 - z) / 400; & 200 < z \leq 600 \\ 0; & \text{others} \end{cases}$$

$$\mu_{(z)_{MEDIUM}} = \begin{cases} (z - 200) / 400; & 200 \leq z \leq 600 \\ (1000 - z) / 400; & 600 < z \leq 1000 \\ 0; & \text{others} \end{cases}$$

$$\mu_{(z)_{MUCH}} = \begin{cases} (z - 600) / 400; & 600 \leq z \leq 1000 \\ (1400 - z) / 400; & 1000 < z \leq 1400 \\ 0; & \text{others} \end{cases}$$

$$\mu_{(z)_{MUCH\_MORE}} = \begin{cases} (z - 1000) / 400; & 1000 \leq z \leq 1400 \\ 1; & 1400 < z \\ 0; & \text{others} \end{cases}$$

(3)

Объединение графиков для четырех нечеткие значения СЛ показано на рисунке 6.

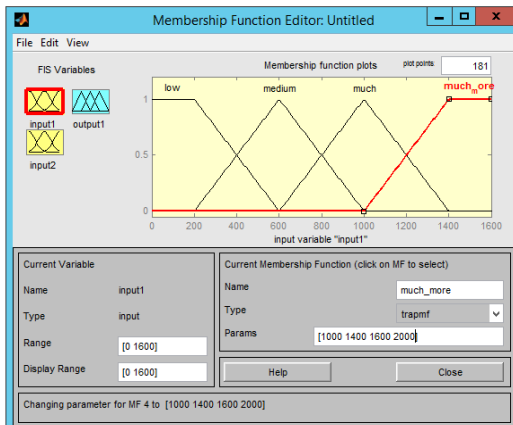


Рисунок 6 - Объединение 4-х графиков для четырех нечетких значений СЛ

Нечеткие множества для СЛ, формирующиеся в соответствии с формулами (3):

$$\mu_{Little}(SL) = \{1/0 + 1/200 + 0.8/300 + 0.5/400 + 0.3/500 + 0/600\}$$

## Приборостроение

$$\mu_{\text{Medium}}(SL) = \{0/200 + 0,25/300 + 0,5/400 + 1/600 + 0,5/800 + 0,5/9000 + 0/1000\}$$

$$\mu_{\text{Much}}(SL) = \{0/600 + 0,25/700 + 0,5/800 + 1/1000 + 0,5/1200 + 0,25/1300 + 0/1400\}$$

$$\mu_{\text{Much\_more}}(SL) = \{0/1000 + 0,25/1100 + 0,5/1200 + 0,75/1300 + 1/1400 + 1/1500\}$$

Общая структура разработанной НЭС показана на рисунке

7:

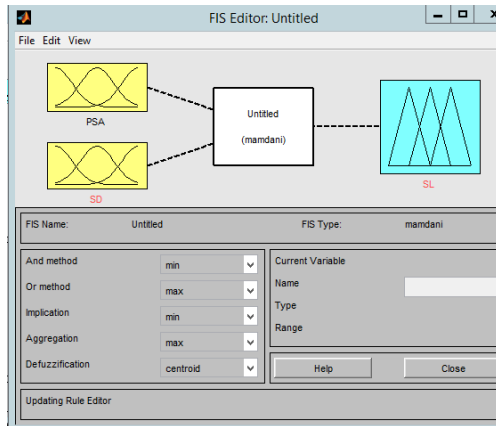


Рисунок 7. - Общая структура разработанной НЭС

По данным таблицы 1 сформируем девять нечетких правил, приведенные ниже, и выявим для каждого из них закономерность.

- Правило 1: Если САП низкий и СД медленная, тогда СЛ мала.
- Правило 2: Если САП низкий и СД средняя тогда СЛ средняя.
- Правило 3: Если САП низкий и СД быстрая, тогда СЛ высокая.
- Правило 4: Если САП средний и СД медленная, тогда СЛ мала.
- Правило 5: Если САП средний и СД средний, тогда СЛ средняя.
- Правило 6: Если САП средний и СД быстрая, тогда СЛ высокая.
- Правило 7: Если САП является высоким и СД – медленная тогда СЛ средняя.
- Правило 8: Если САП является высоким и СД – средняя, тогда СЛ высокая.

## Приборостроение

- Правило 9: Если САП является высоким и СД быстрая, тогда СЛ гораздо выше.

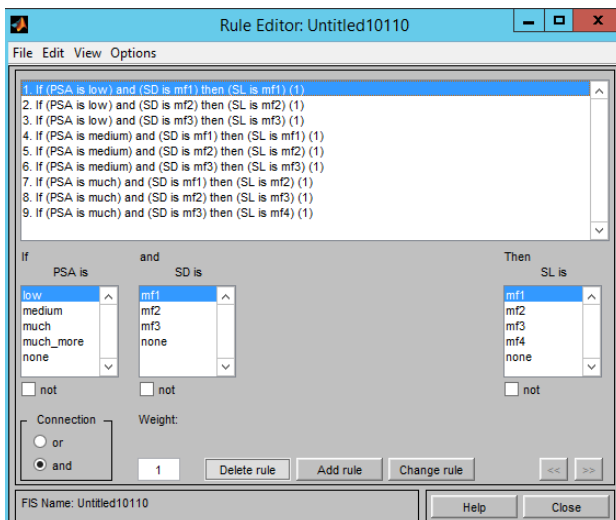


Рисунок 8 – Составление правил для НЭС

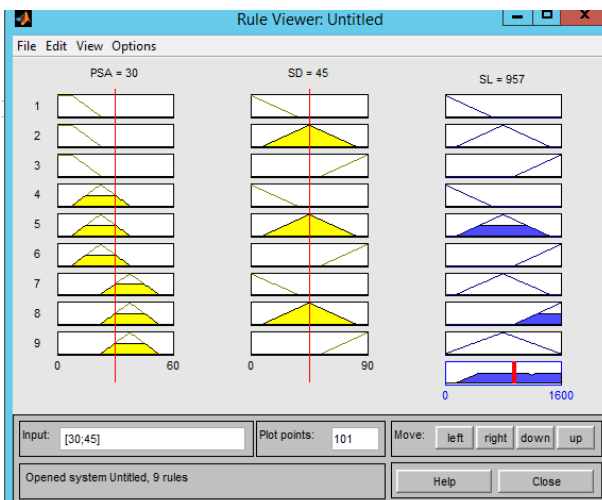


Рисунок 9 – Вывод правил для НЭС: доза СЛ, полученная в соответствии с имеющимися САП и СД.

Выходное значение в соответствии со значениями входных

## Приборостроение

данных, полученных от проектируемой НЭС, показано в качестве примера на рисунке 10.

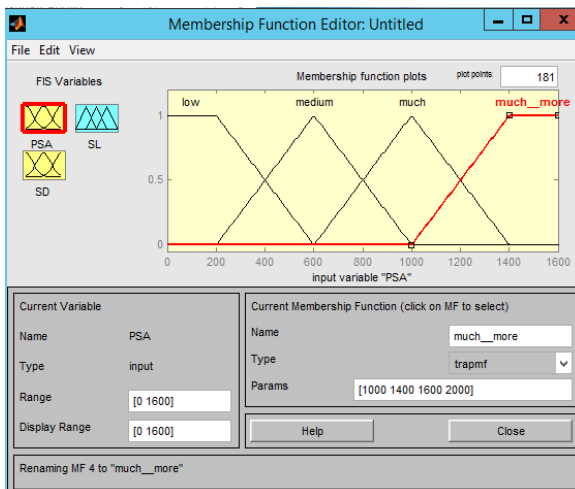


Рисунок 10 – Выходное значение проектируемой НЭС

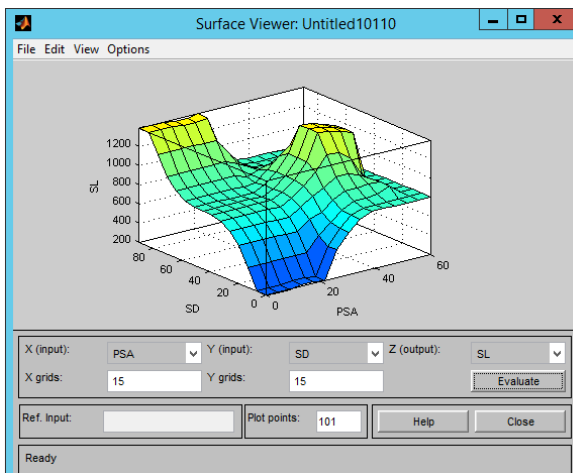


Рисунок 11 - Изменение дозы лекарства по отношению к САП и СД

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете необходимо представить:

- Цель работы.
- Графики, полученные в среде MATLAB.
- Описание полученных результатов.
- Краткие выводы о проделанной лабораторной работе.

## 5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 1. Allahverdi N. An Example of Determination of Medicine Dose in the Treatment by Fuzzy Method / Allahverdi N., Saritas I., Ozkan I.A., Argindogan M. // International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech' 2006.

2. 2. Новак В. Математические принципы нечеткой логики / Новак В., Перфильева И., Мочкорж И. // Физматлит, - 2011.