

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ  
*Кафедра анализа данных и исследования операций*

**Е.П.Шустова**

**Системы поддержки принятия решений  
в Mathematica**

**Практикум**

учебное пособие

**Казань 2020**

УДК 51-37 519.816

ББК 16.333

Ш97

*Принято на заседании учебно-методической комиссии ИВМиИТ  
протокол № 8 от 22 июня 2020 года*

**Рецензенты:**

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры высшей математики и математического  
моделирования КФУ, **О.А. Широкова,**

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры программной инженерии Высшей школы информационных  
технологий и интеллектуальных систем КФУ **И.Н. Голицына**

**Шустова Е.П.**

**Ш97 Системы поддержки принятия решений в Mathematica. Практикум. Учебное пособие / Шустова Е.П. – Казань: Казан. ун-т, 2020.– 131 с.**

Учебное пособие удовлетворяет требованиям новых государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. Оно предназначено для проведения лабораторного практикума со студентами направления «прикладная информатика» и «прикладная математика и информатика» по дисциплинам: «Системы поддержки принятия решений», «Теория принятия решений в нечётких условиях», «Искусственный интеллект и машинное обучение», «Нечёткие алгоритмы и автоматы» и другим дисциплинам, связанным с теорией нечётких множеств и системами компьютерной алгебры.

© Шустова Е.П., 2020

© Казанский университет, 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие удовлетворяет требованиям новых государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. Оно предназначено для проведения лабораторного практикума со студентами направления «прикладная информатика» и «прикладная математика и информатика» по дисциплинам: «Системы поддержки принятия решений», «Теория принятия решений в нечётких условиях», «Искусственный интеллект и машинное обучение», «Нечёткие алгоритмы и автоматы» и другим дисциплинам, связанным с теорией нечётких множеств и системами компьютерной алгебры.

Изложение основных теоретических сведений, используемых для создания приложений, носит справочный характер. Причём излагается материал, имеющий непосредственное использование при создании рассматриваемых систем поддержки принятия решений.

Все лабораторные работы построены по одному принципу: название лабораторной работы; кратко суть работы; кратко в чем заключается задание; основные методы и средства, используемые в работе; методология и теоретическая часть, где дается необходимый теоретический материал и полная постановка задачи и задания; аналитическое решение задачи в общем виде; описание создания соответствующей системы, где указаны последовательные этапы создания программы и виды панелей, которые надо сформировать; вид готового приложения и демонстрация работы приложения при конкретных входных данных; использованная литература.

Все лабораторные работы разбиты на три группы: прикладная математика и информатика в промышленности (лабораторные работы 1, 2), в управлении (лабораторная работа 3), в финансовом менеджменте (лабораторные работы 4, 5). К первым лабораторным работам каждой группы в конце пособия приведены примерные программы для создания нужного

приложения, составленные в пакете Mathematica. На них студенты могут ориентироваться при создании своих приложений, т.к. в процессе выполнения первых лабораторных работ каждой группы студент только набирает опыт создания своих динамичных интерактивных приложений в Mathematica. Последние же лабораторные работы уже не снабжены такими программами и требуют от студентов умения использовать накопленный опыт и постепенного овладения навыками создания своих динамичных интерактивных приложений и систем.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ О РАБОТЕ РЕАКТОРА В МАТНЕМАТИСА

**Суть работы:** Работа реактора описывается тремя параметрами: температура, давление и расход рабочего вещества. Необходимо знать показания сломанного датчика хотя бы приблизительно, если показатели других датчиков известны.

**Задание.** Осуществить моделирование работы системы оповещения о текущих показателях датчиков и с помощью пакета Mathematica 8 разработать приложение «Оповещение о работе реактора», в котором, используя теорию приближенных рассуждений для нечётких множеств, осуществляется выполнение оповещения об исправности датчиков, вывода их значений в случае исправности всех датчиков или подсчета и вывода приближенного значения сломанного датчика и степени уверенности в этом значении.

В алгоритме использовать определение нечёткой импликации по Mamdani, а на этапе дефаззификации использовать метод первого максимума.

*Основные методы, используемые в работе:*

- Метод первого максимума.

*Основные средства*

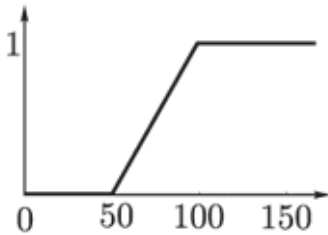
- Система компьютерной алгебры Mathematica 8.

### Методология и теоретическая часть

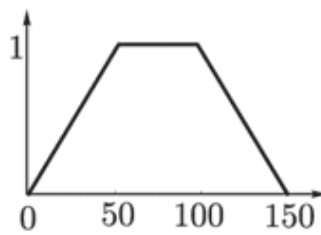
**Задача о работе реактора** [1-2]. Работа реактора описывается тремя параметрами: температура  $t$ , давление  $d$  и расход рабочего вещества  $r$ . Все показатели измеримы, множества возможных значений известны. Графики функций принадлежности имеют вид:

**Температура. Множество возможных значений [0, 150].**

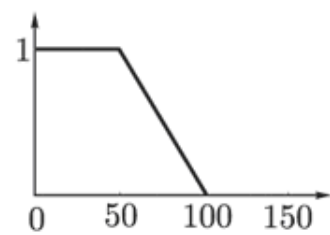
Высокая mtv



Средняя mts

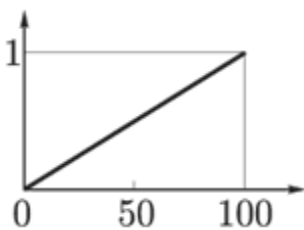


Низкая mtn

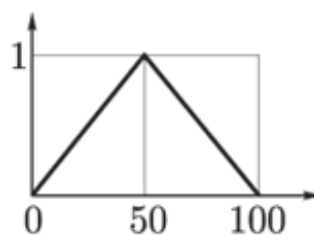


**Давление. Множество возможных значений [0, 100].**

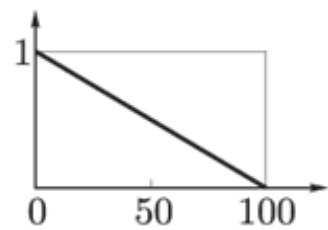
Высокое mdv



Среднее mds

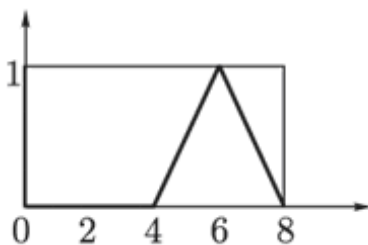


Низкое mdn

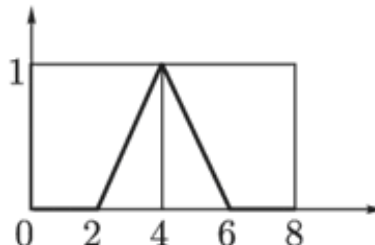


**Расход. Множество возможных значений [0,8].**

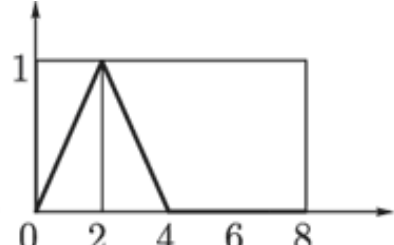
Большой mrb



Средний mrs



Малый mrn



Из опыта работы с реактором известны правила работы реактора, связывающие значения этих параметров:

- если температура низкая и расход топлива малый, то давление низкое;
- если температура средняя, то давление среднее;
- если температура высокая или расход большой, то давление высокое.

Сломался один из датчиков. Необходимо знать его показания хотя бы приблизительно, если показатели других датчиков известны.

*Решение.* Введем обозначения:

$T_n$  – температура низкая,

$T_c$  – температура средняя,

$T_v$  – температура высокая,

$D_n$  – давление низкое,

$D_c$  – давление среднее,

$D_v$  – давление высокое,

$P_m$  – расход малый,

$P_c$  – расход средний,

$P_b$  – расход большой.

Запишем соответственно правила работы реактора в этих обозначениях:

p1:  $T_n \wedge P_m \rightarrow D_n$ ;

p2:  $T_c \rightarrow D_c$ ;

p3:  $T_v \vee P_b \rightarrow D_v$ .

Правила работы реактора можно записать, используя один из способов построения нечёткой импликации [1]. Будем использовать определение нечёткой импликации как минимума левой и правой частей импликации (определение Mamdani). Поэтому функции принадлежности для этих правил соответственно будут иметь вид:

$$\begin{aligned} mp1(t, d, r) &= m_{T_n \wedge P_m \rightarrow D_n}(t, d, r) = \\ &= \min(m_{T_n \wedge P_m}(t, d, r), m_{D_n}(t, d, r)), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 mp2(t, d, r) &= m_{T_c \rightarrow D_c}(t, d, r) = \\
 &= \min(m_{T_c}(t, d, r), m_{D_c}(t, d, r)),
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 mp3(t, d, r) &= m_{T_e \vee P_{\bar{e}} \rightarrow D_e}(t, d, r) = \\
 &= \min(m_{T_e \vee P_{\bar{e}}}(t, d, r), m_{D_e}(t, d, r)),
 \end{aligned} \tag{3}$$

причем согласно формулам нечеткой логики для конъюнкции и дизъюнкции имеем:

$$\begin{aligned}
 m_{T_h \wedge P_m}(t, d, r) &= \\
 &= \min(m_{T_h}(t, d, r), m_{P_m}(t, d, r)),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m_{T_e \vee P_{\bar{e}}}(t, d, r) &= \\
 &= \max(m_{T_e}(t, d, r), m_{P_{\bar{e}}}(t, d, r)).
 \end{aligned}$$

Таким образом, применив каждое из правил работы реактора к входным показаниям  $t = tt$ ,  $d = dd$ ,  $r = rr$  датчиков температуры, давления и расхода топлива соответственно, получим степени уверенности  $mp1$ ,  $mp2$ ,  $mp3$ , соответствующие этому правилу для выходной нечёткой переменной.

Здесь надо отметить, что могут быть:

- неизвестна переменная  $d$  и известны  $t = tt$ ,  $d = dd$  (соответствует случаю – сломался датчик давления);

- неизвестна переменная  $t$  и известны  $d = dd$ ,  $r = rr$  (соответству-



ет случаю – сломался датчик температуры);

- неизвестна переменная  $r$  и известны  $t = tt$ ,  $d = dd$  (соответствует случаю – сломался датчик расхода топлива;

- известны все входные переменные (соответствует случаю – все датчики работают, т.е.  $t = tt$ ,  $d = dd$ ,  $r = rr$ ;

Заметим, что согласно теории приближённых рассуждений формулы (1)-(3) содержат два первых этапа нечёткого вывода:

*Этап 1. Фаззификация.* По заданным значениям входных параметров находим соответственно степени уверенности простейших утверждений: температура низкая, расход малый, давление низкое, температура средняя, давление среднее, температура высокая, расход большой, давление высокое.

$$m_{tn}[t] = m_{T_n}(t, d, r),$$

$$m_{rm}[r] = m_{P_m}(t, d, r),$$

$$m_{dn}[d] = m_{D_n}(t, d, r),$$

$$m_{ts}[t] = m_{T_s}(t, d, r),$$

$$m_{ds}[d] = m_{D_s}(t, d, r),$$

$$m_{tv}[t] = m_{T_v}(t, d, r),$$

$$m_{rb}[r] = m_{P_v}(t, d, r),$$

$$m_{dv}[d] = m_{D_v}(t, d, r)$$

**Этап 2. Непосредственный нечёткий вывод.** Вычисление степеней уверенности  $\mu_{r1}$ ,  $\mu_{r2}$ ,  $\mu_{r3}$  выходной нечёткой переменной, соответствующих трём правилам работы реактора.

Далее согласно теории приближённых рассуждений осуществить 3 этап.

**Этап 3. Аккумуляция.** Теперь необходимо объединить результаты применения всех правил. Сначала строим на одной плоскости графики трёх полученных функций принадлежности. Эти графики будут зависеть от того, какой именно датчик сломался: давления (далее в программе означает  $x=1$ ), температуры ( $x=2$ ) или расхода топлива ( $x=3$ ).

Далее используем один из основных способов аккумуляции — построение максимума полученных функций принадлежности и задаем функцию построения графика получившейся функции принадлежности.

Полученную функцию принадлежности уже можно считать результатом. Это новый терм выходной переменной. Его функция принадлежности говорит о степени уверенности в значении выходной переменной при заданных значениях входных параметров и использовании правил, определяющих соотношение входных и выходных переменных. Именно этот график в дальнейшем выведем в форму «контрольный блок». Но обычно все-таки необходимо какое-то конкретное числовое значение. Для его получения используется этап дефаззификации, т.е. получения конкретного значения из универса по заданной на нем функции принадлежности.

**Этап 4. Дефаззификация.** Существует множество методов дефаззификации [1-2]. В нашей работе применим метод первого максимума. Применяя его к полученной функции принадлежности, получаем соответствующее значение выходной переменной вместе со степенью уверенности в том, что это значение именно такое.

## Создание приложения «Оповещение о работе реактора» в Mathematica (практическая часть)

Перейти к написанию программы (код в Mathematica приведен в приложении 1) для создания приложения «Оповещение о работе реактора» в системе Mathematica. Для этого выполнить следующие действия:

- Задать известные функции принадлежности;
- Создать формы, в которых регистрируются поступающие с датчиков сигналы:

vhodtr1

на приёмное	устройство поступают значения
температура t=	<input type="text" value="tt"/>
расход топлива r=	<input type="text" value="rr"/>

vhoddr2

на приёмное	устройство поступают значения
давление d=	<input type="text" value="dd"/>
расход топлива r=	<input type="text" value="rr"/>

vhodtd3

на приёмное	устройство поступают значения
температура t=	<input type="text" value="tt"/>
давление d=	<input type="text" value="dd"/>

vhodtdr4

на приёмное	устройство поступают значения
температура t:	<input type="text" value="tt"/>
давление d:	<input type="text" value="dd"/>
расхода топлива r:	<input type="text" value="rr"/>

- Задать операторы – функции `mp1[t_, d_, r_]`, `mp2[t_, d_, r_]`, `mp3[t_, d_, r_]` для трёх правил работы реактора. При задании этих функций использовать определение нечёткой импликации как минимума левой и правой частей импликации (определение Mamdani). Таким образом, применив каждое из правил работы реактора к входным показаниям датчиков, получим степени уверенности `mp1`, `mp2`, `mp3`, соответствующие этому правилу для выходной нечёткой переменной.

Заметим, что согласно теории приближённых рассуждений этот этап содержит два первых этапа нечёткого вывода: *фаззификация и непосредственный нечёткий вывод*.

- *Аккумуляция*. Теперь необходимо объединить результаты применения всех правил. Сначала построить на одной плоскости графики трёх полученных функций принадлежности. Эти графики будут зависеть от того, какой именно датчик сломался: давления ( $x=1$ ), температуры ( $x=2$ ) или расхода топлива ( $x=3$ ). Поэтому построение графика задать в виде функции `p1p2p3Plot[x_]`.

Далее использовать один из основных способов аккумуляции: построение функции `mtdr[t_, d_, r_]` — максимума полученных функций принадлежности и задать функцию `grafPlot[x_]` построения графика получившейся функции принадлежности.

Полученную функцию принадлежности `mtdr` уже можно считать ре-

результатом. Это новый терм выходной переменной. Его функция принадлежности говорит о степени уверенности в значении выходной переменной при заданных значениях входных параметров и использовании правил, определяющих соотношение входных и выходных переменных. Именно этот график в дальнейшем вывести в форму «контрольный блок».

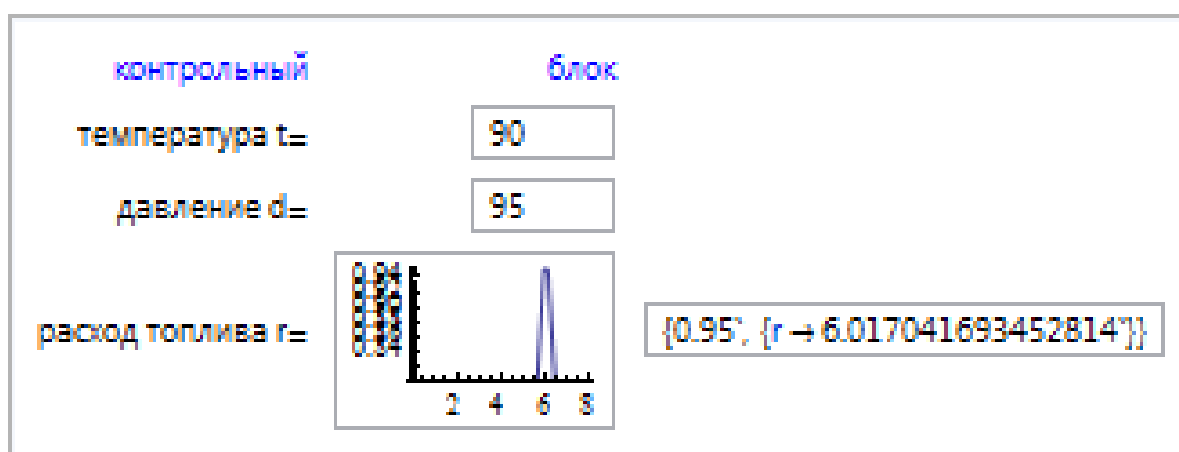
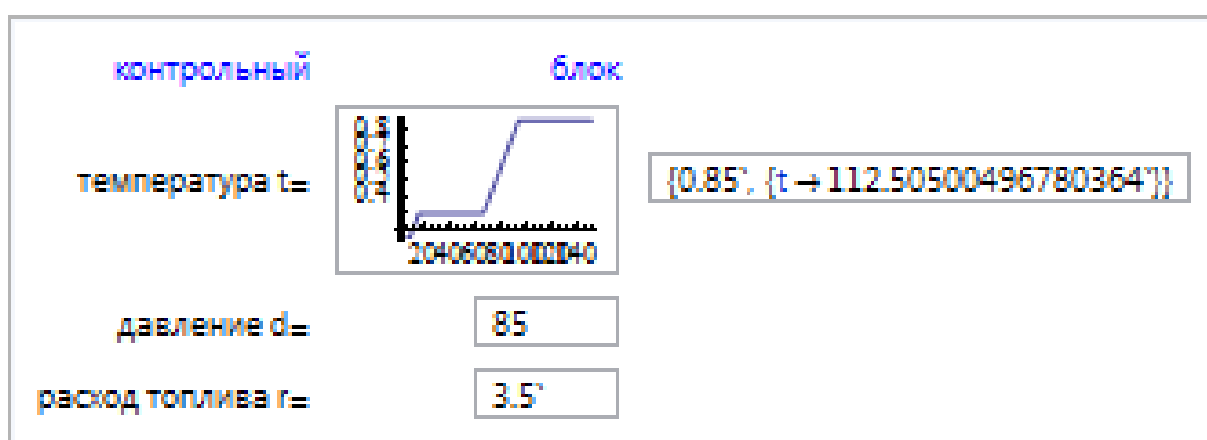
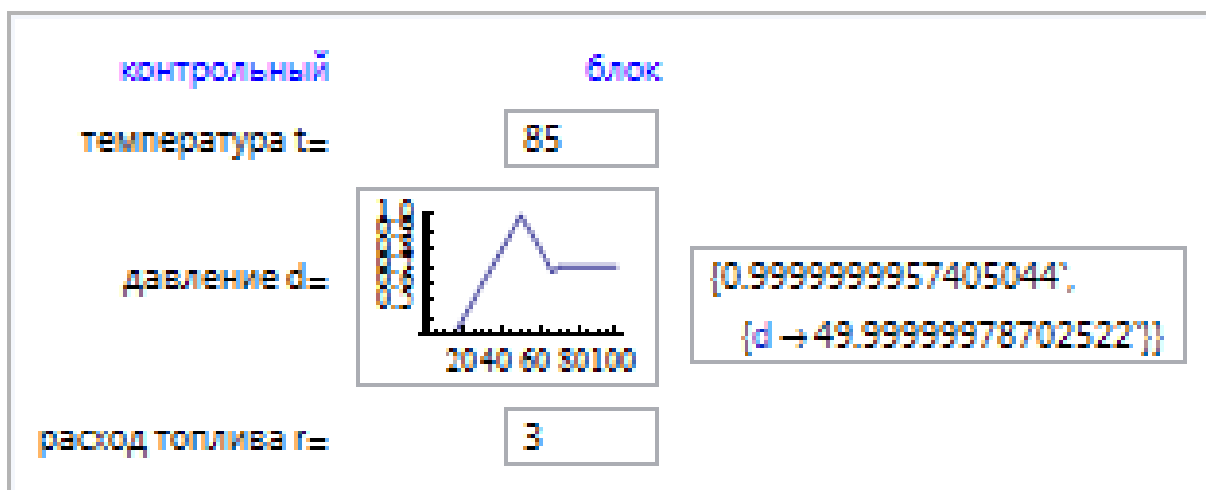
- Создать панель «контрольный блок», в которой автоматически появляются поступающие с датчиков текущие значения температуры, давления и расхода рабочего вещества, если все датчики работают:

контрольный блок	
температура t=	<input type="text" value="85"/>
давление d=	<input type="text" value="80"/>
расход топлива r=	<input type="text" value="3"/>

- *Дефаззификация*, т.е. получение конкретного значения из универса по заданной на нём функции принадлежности.

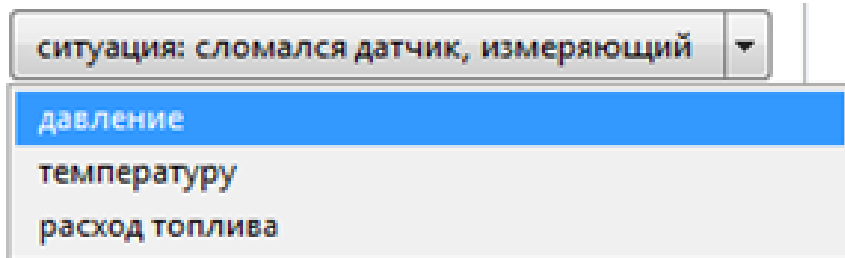
Существует множество методов дефаззификации [1-2], но в нашем задании надо применить метод первого максимума. Применяя его к полученной на этапе аккумуляции функции принадлежности, получить соответствующее значение выходной переменной вместе со степенью уверенности в том, что это значение именно такое.

Полученные на этом этапе значения вывести в поля на панели «контрольный блок». Для этого задать функции, которые выводят вычисленные значения сломанного датчика по методу "первого максимума", в зависимости от того какой датчик сломан. Здесь возможны три выхода. Поэтому надо сформировать следующие панели, работающие в динамическом режиме:



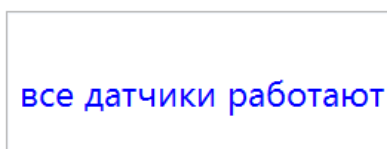
Таким образом, в зависимости от поступающих сигналов форма «контрольный блок» будет иметь свой вид.

- Сформировать кнопку "ситуация:", играющую роль автомата, который по поступившим входным параметрам определяет выходные параметры, печатает их в "контрольный блок" и затем стирает их из памяти ядра вычислений. Эта кнопка должна работать в динамичном режиме.

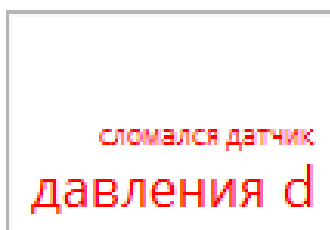


- Создать функцию `message [x_]`, которая формирует письменное сообщение (с одновременным звуковым сигналом) о состоянии датчиков, в зависимости от входных параметров.

- Формировать панель сообщения, соответствующую значениям функции `message [x_]`. Например, при  $x=4$  – все датчики работают – на панели должно появиться соответствующее сообщение (синим цветом большими буквами), сопровождаемое звуковым сигналом:

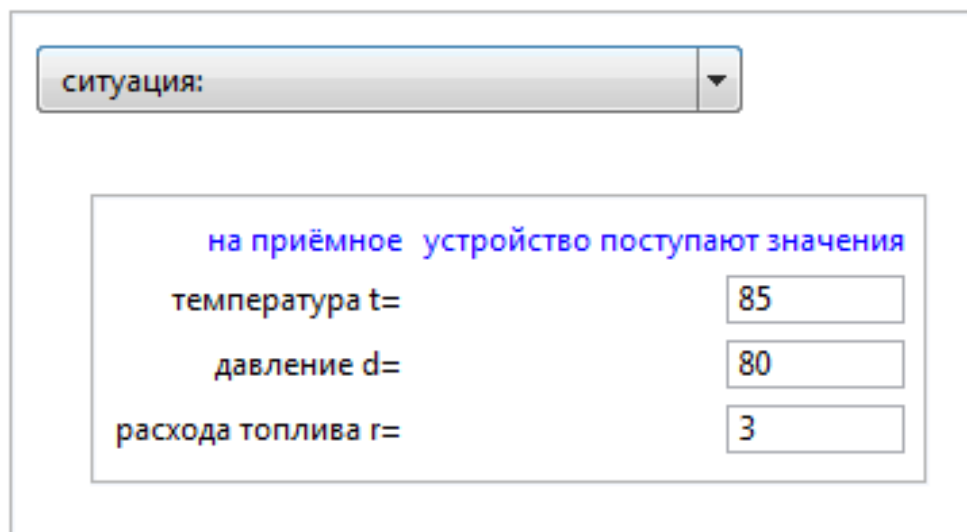


Если же какой-то датчик сломан, то цвет сообщения сделайте красным цветом и поставьте соответственно другой сигнал. Например, при  $x=1$  – сломан датчик давления – эта панель должна иметь вид:



- Кнопку «ситуация:» и панель «на приемное устройство поступают

значения» поместить на входную форму (файл input.nb) . Например, если все датчики работают входная форма будет иметь вид:

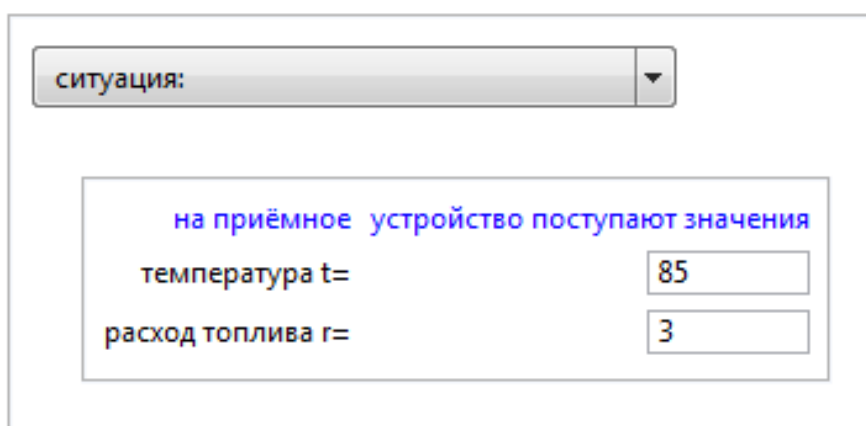


ситуация: ▼

на приёмное устройство поступают значения

температура t=	85
давление d=	80
расхода топлива r=	3

А если сломался один из датчиков, например, давления – вид:



ситуация: ▼

на приёмное устройство поступают значения

температура t=	85
расход топлива r=	3

Заметим, что реально сейчас мы ничего не подключаем. Эта панель нам нужна, чтобы иметь возможность протестировать созданную систему оповещения. Здесь кнопка «ситуация:» и панель «на приемное устройство поступают значения» играют роль подключения.

- Как только систему оповещения подключили (запущена написанная программа и подключены указанные выше датчики), то стали известны значения параметров системы и они автоматически должны отображаться на форме у диспетчера. Поэтому организуйте выходной файл output.nb, в котором должна отображаться выходная форма, предназначенная для диспетчера и работающая в динамичном режиме. В зависимости от ситуации




эта форма принимает один из видов:

сломался датчик давления  $d$

контрольный	блок
температура $t=$	85
давление $d=$	
расход топлива $r=$	3

`{0.9999999957405044', {d → 49.99999978702522"}}`

сломался датчик температуры  $t$

контрольный	блок
температура $t=$	
давление $d=$	85
расход топлива $r=$	3.5

`{0.85', {t → 112.50500496780364"}}`

сломался датчик расхода топлива  $r$

контрольный	блок
температура $t=$	90
давление $d=$	95
расход топлива $r=$	

`{0.95', {r → 6.017041693452814"}}`

все датчики работают

контрольный	блок
температура $t=$	85
давление $d=$	80
расход топлива $r=$	3

Заметим, что когда на вход не поступило никакого сигнала, т.е., под-

ключение системы оповещения ещё не произошло, у диспетчера форма (файл **output.nb**) должна быть пустой (см. рис. 1.1.).

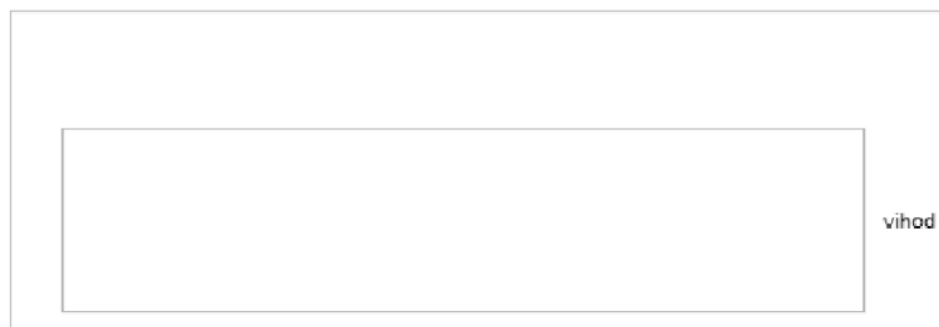


Рис. 1.1. Вид окна системы оповещения у диспетчера в случае, когда система ещё не подключена. Вид готового приложения «Оповещение о работе реактора»

Готовое приложение «оповещение о работе реактора» должно состоять из двух форм: файл **input.nb** и файл **output.nb**. Как только систему оповещения подключили (запущена написанная программа и подключены указанные выше датчики), то стали известны значения параметров системы и они автоматически отображаются на форме у диспетчера.

Например, в случае исправной работы всех датчиков эти формы имеют соответственно вид, приведённый на рис. 1.2.

Если вдруг возникает ситуация, когда сломался датчик, измеряющий давление, то система оповещения отправляет диспетчеру:

- сигнал, записанный красными буквами, с одновременным звуковым сигналом;
- в окне «контрольный блок» отображаются:
  - ▶ поступившие с приёмного устройства значения температуры и расхода топлива;
  - ▶ выводится график функции принадлежности для давления в реакторе, из которого видны степени уверенности в том, что значения давления равны фиксированному значению из интервала от 0 до 100;

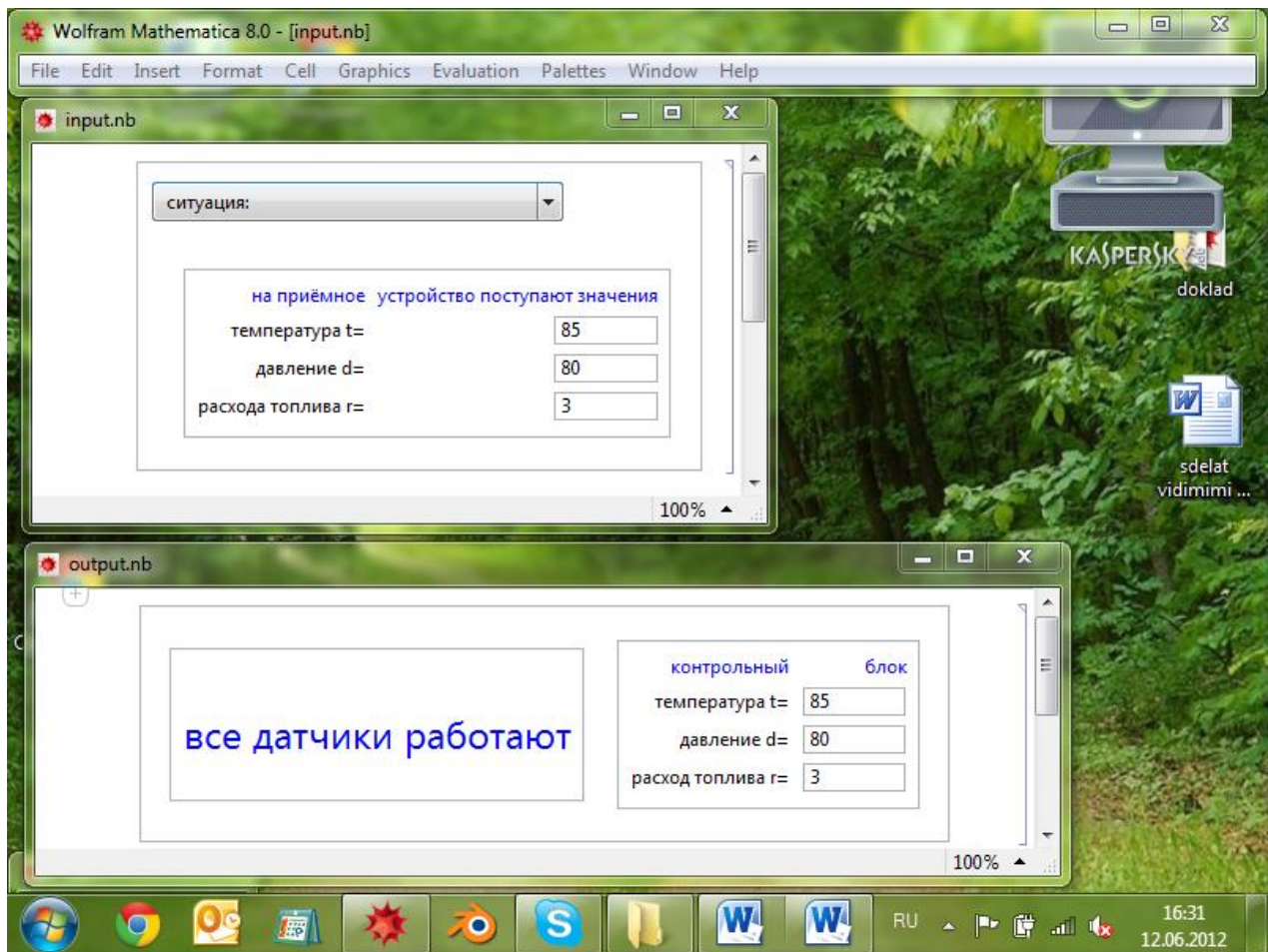


Рис. 1.2. Работа системы оповещения работы реактора. Все датчики работают (вход – верхняя панель, выход – нижняя панель)

- ▶ приближенное значение давления, вычисленное по принципу первого максимума.
- ▶ перед вычисленным приближённым значением давления сообщается степень уверенности в том, что давление в реакторе именно такое.

Из приведённой ниже формы (см. рис. 1.3) видно, что в рассматриваемом случае на вход поступили сигналы: температура равна 85, расход топлива равен 3. На выходе диспетчеру сигнализируется о сломанном датчике давления и сообщается приближенное значение давления  $d \rightarrow 49.99999978702522.$ , в котором мы можем быть уверенными на 99.99999957405044%, т.к. перед значением давления нам сообщается, что степень уверенности равна 0.9999999957405044.

На рис. 1.4 видим: если значения температуры и расхода топлива изменились, то приближенное значение давления стало соответственно другим, также как и степень уверенности.

Аналогично в случае, если сломался другой датчик, диспетчеру выводятся соответствующие сообщения (см. рис. 1.5-1.6).

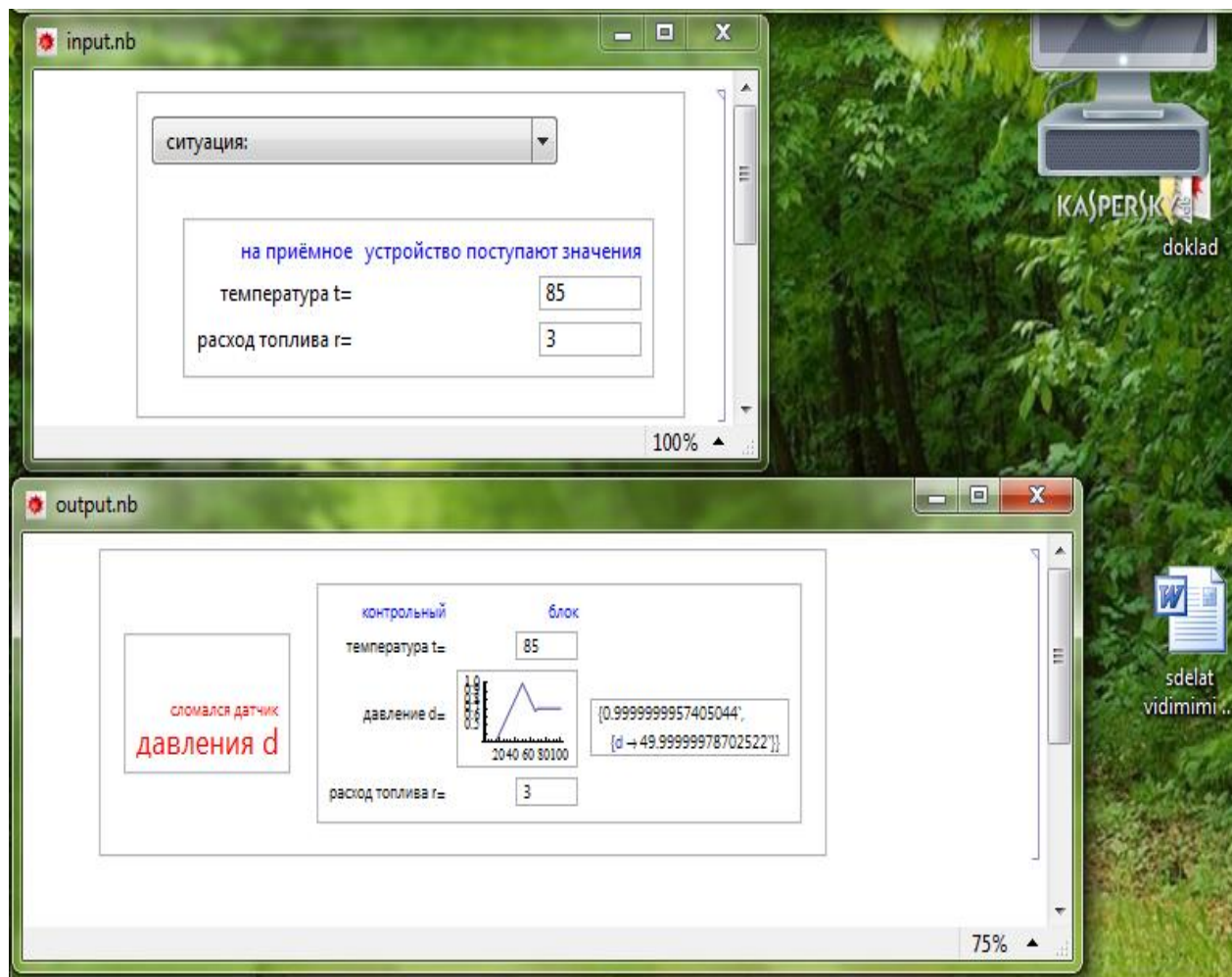


Рис. 1.3. Работа системы оповещения работы реактора. Датчик давления сломался (вход – верхняя панель, выход – нижняя панель)

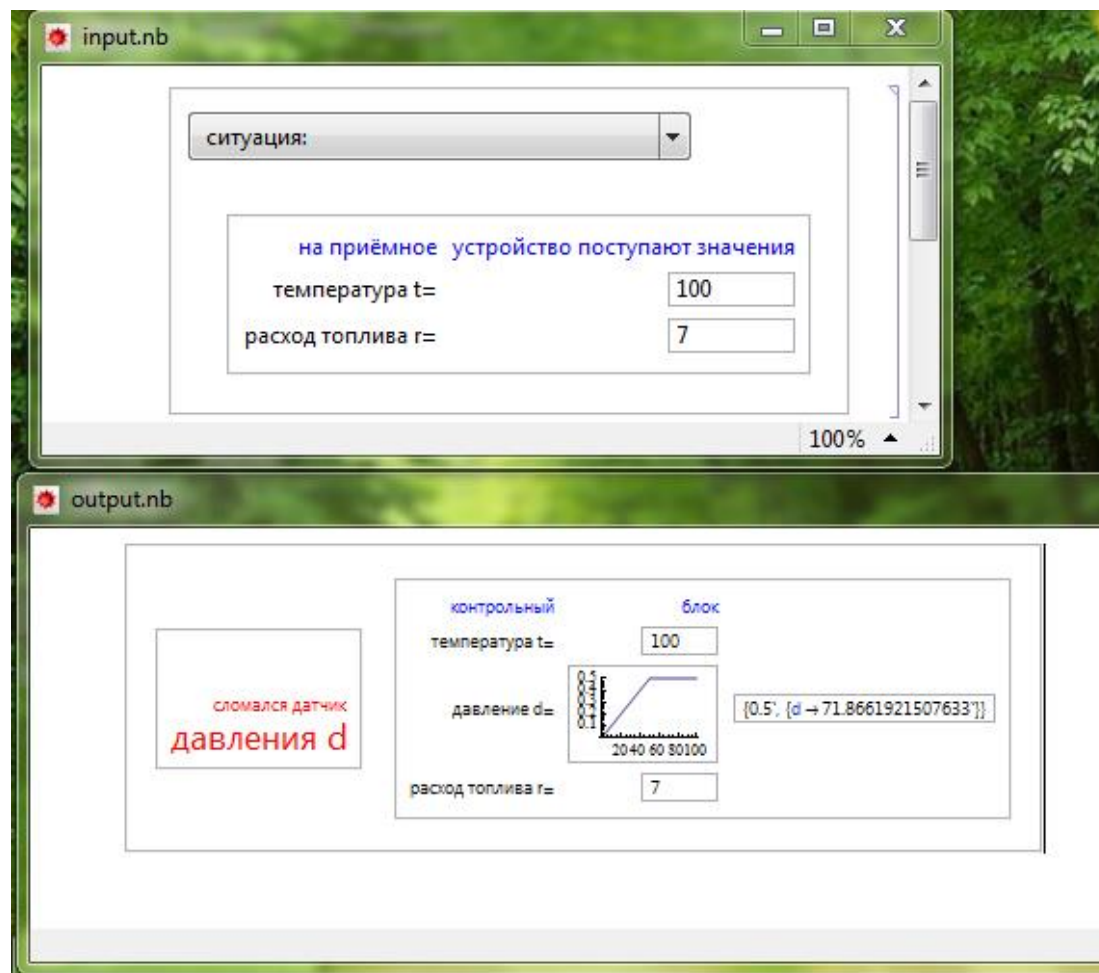


Рис. 1.4. Работа системы оповещения работы реактора. Датчик давления сломался. Значения температуры и расхода топлива изменились (вход – верхняя панель, выход – нижняя панель)



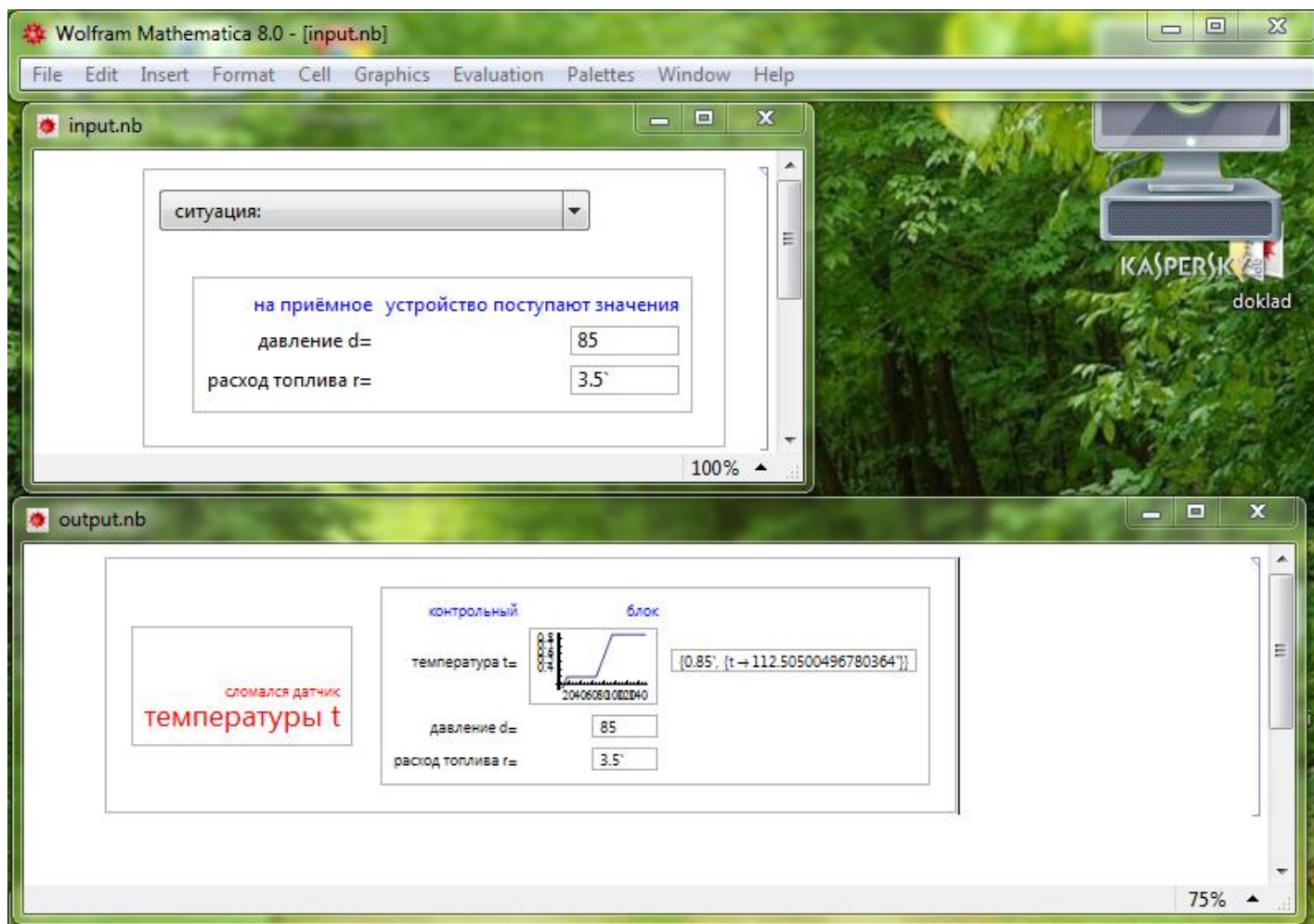


Рис. 1.5. Работа системы оповещения работы реактора.  
Датчик температуры сломался (вход – верхняя панель, выход – нижняя панель)

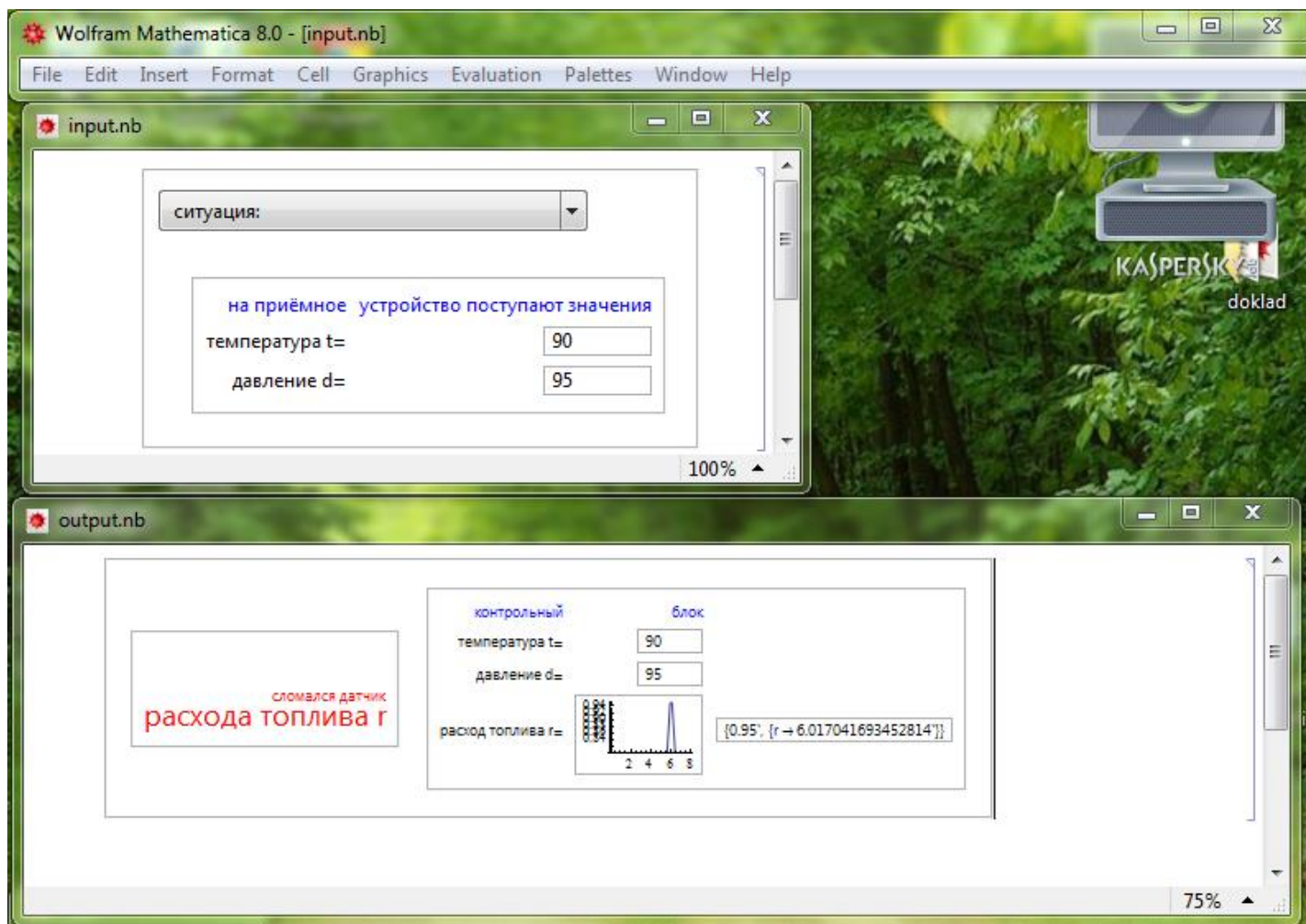


Рис. 1. 6. Работа системы оповещения работы реактора. Датчик расхода топлива сломался (вход – верхняя панель, выход – нижняя панель)

### Литература к работе

1. Шустова Е.П. Математика (Дискретная математика. Элементы теории нечётких множеств). Практикум. Учебное пособие/ Е.П.Шустова. – Казань: Казан. ун-т, 2020.–114 с.,  
[https://kpfu.ru//staff\\_files/F1813307643/2020\\_07\\_07\\_diskr\\_mathem\\_print.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F1813307643/2020_07_07_diskr_mathem_print.pdf),  
(дата обращения 8.07.2020).
2. Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств.– М.: НОУ «ИНТУИТ»,  
<https://www.intuit.ru/studies/courses/87/87/info> (дата обращения 10.04.2020).
3. Шустова Е.П. Изучение нечёткого моделирования с использованием Mathematica 8 при подготовке специалистов на кафедре прикладной информатики КФУ // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2012. - Т.15. - №4. - С.536-549. - ISSN 1436-4522. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>.



**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.**  
**РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ – ВИРТУАЛЬНОГО «ПРИБОРА»**  
**ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ**  
**В МАТНЕМАТИСА**

**Суть работы:** Рассматривается работа шахтной зерносушилки. Пусть имеет место отклонение от нормы текущей влажности зерна, которая измеряется влагомером, равное  $x$  %, влажность продолжает снижаться со скоростью  $\frac{dx}{dt}$  %. Каким тогда должно быть значение установки мощности  $P$  калорифера, осуществляющего управление температурой подаваемого воздуха?

**Задание.** Создать приложение – виртуальный «прибор», которое в режиме реального времени одновременно со звуковым сигналом устанавливало бы значение мощности  $P$  калорифера в зависимости от текущих показаний изменения влажности и скорости ее изменения.

*Основные методы, используемые в работе:*

- метод центра тяжести.

*Основные средства*

- Система компьютерной алгебры Mathematica.

## Методология и теоретическая часть

Рассмотрим работу шахтной зерносушилки [3] (рис. 2.1).

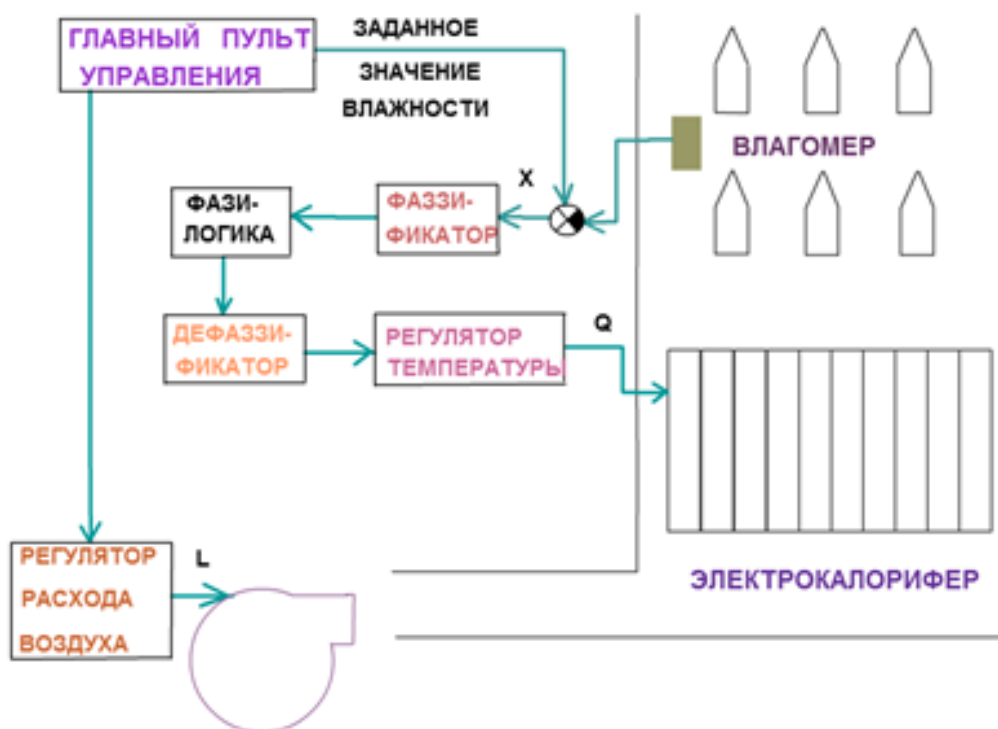


Рис. 2.1. Работа шахтной зерносушилки

Основными управляющими воздействиями (входными координатами объекта) являются:

- количество поступающего тепла  $Q$  (обычно это тепло от калорифера);
- количество поступающего свежего воздуха  $L$ .

Процесс сушки (уменьшение влагосодержания высушиваемого материала) может быть описан уравнением:

$$-\frac{dx}{dt} = cx,$$

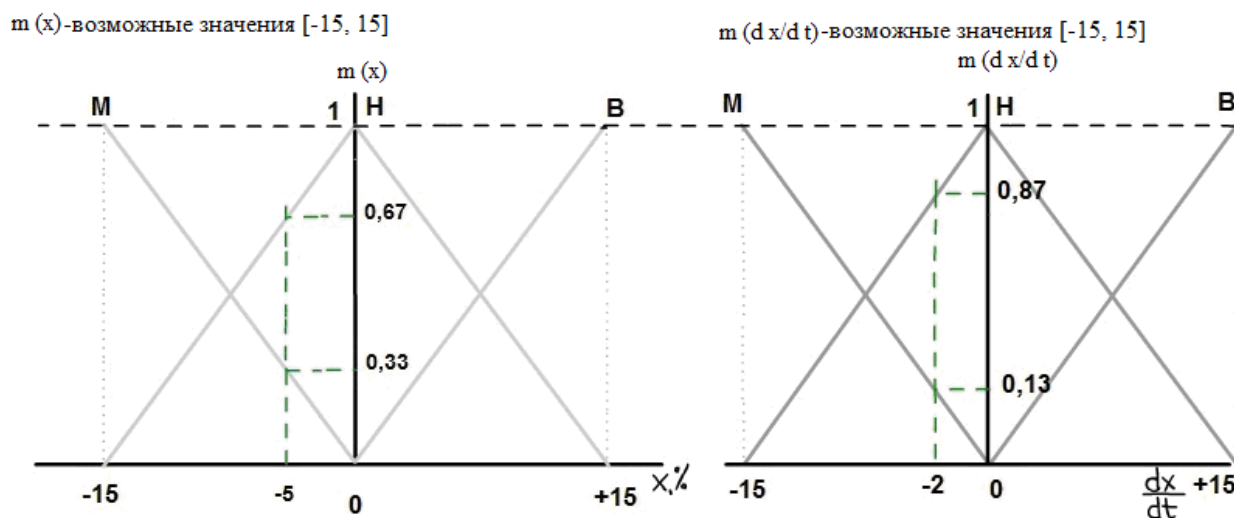
где:  $x = u - u_p$  — параметр состояния объекта (избыточное влагосодержание),  $v = dx/dt$  — скорость изменения влагосодержания;  $c$  — коэффициент сушки (зависит от конструкции сушилки) [3].

В качестве входных величин используется рассогласование (отклонение от нормы)  $x$  между заданной и текущей влажностью зерна, которая измеряется влагомером, установленным внутри зерносушилки, и первой производной  $\frac{dx}{dt}$  этого рассогласования.

Выходной переменной является мощность  $P$  калорифера (осуществляет управление температурой подаваемого воздуха).

Для поддержания заданной влажности с помощью изменения температуры подаваемого воздуха, используем калорифер, управляющий сигнал на который поступает с выхода регулятора температуры. Потребляемая мощность  $P$  калорифера пропорционально связана с изменением температуры, поэтому выразим управляющий сигнал в единицах мощности в диапазоне от 0 до 4000 Вт. В лингвистических переменных нечеткой логики управление температурой подаваемого воздуха (мощностью калорифера) представим пятью термами: сильно уменьшить (СМ), уменьшить (М), норма (Н), увеличить (В) и сильно увеличить (СВ)

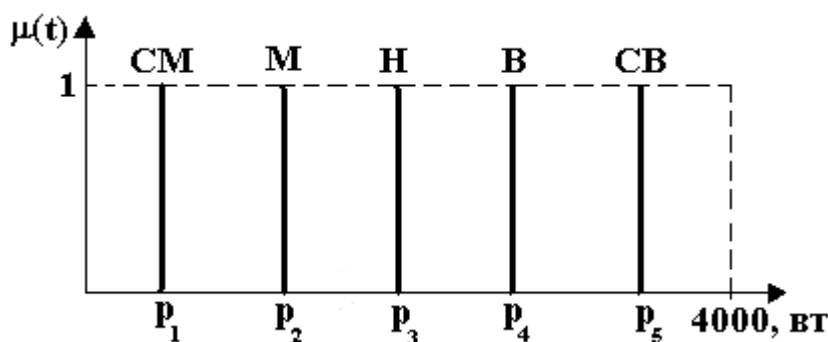
**Задача «управление работой зерносушилки».** Работа зерносушилки описывается тремя параметрами:  $x$ ,  $v$  и  $P$ . Все показатели измеримы, множества возможных значений известны. Графики функций принадлежности имеют вид:



В лингвистических переменных нечеткой логики управление температурой подаваемого воздуха (мощностью калорифера) представлено пятью термами:

- сильно уменьшить (СМ), т.е. довести значение калорифера до значения  $P_1 = 250$  Вт;
- уменьшить (М), т.е. довести значение калорифера до значения  $P_2 = 1000$  Вт;
- норма (Н), т.е. довести значение калорифера до значения  $P_3 = 2000$  Вт;
- увеличить (В), т.е. довести значение калорифера до значения  $P_4 = 3000$  Вт;
- сильно увеличить (СВ), т.е. довести значение калорифера до значения  $P_5 = 3700$ .

Графики функций принадлежности имеют вид:



Совокупность всех правил, по которым работает зерносушилка, представлена в виде таблицы, в которой столбцы соответствуют условиям одного параметра, строки — условиям другого параметра, а на их пересечениях записываются выводы, соответствующие этим условиям.

Отклонение влажности (x)	Скорость изменения влажности (dx/dt)		
	М	Н	В
М	СМ	М	Н
Н	М	Н	В
В	Н	В	СВ

Здесь отклонение влажности  $x$  хотим М-уменьшить, Н-достичь нормы и В-увеличить; скорость  $v = \frac{dx}{dt}$  изменения влажности хотим сделать М-меньше, Н- норма и В-увеличить.

Необходимо осуществить управление температурой подаваемого воздуха с помощью управления мощностью  $P$  калорифера. Изменение мощности калорифера представлено пятью термами: сильно уменьшить (СМ), уменьшить (М), норма (Н), увеличить (В) и сильно увеличить (СВ).

Создать приложение – виртуальный «прибор», которое в режиме реального времени одновременно со звуковым сигналом устанавливало бы значение мощности  $P$  калорифера.

*Решение.* Запишем правила управления температурой подаваемого воздуха, используя приведённую в условии таблицу:

$$P1: x_m \wedge v_m \rightarrow P_{cm},$$

$$P2: x_m \wedge v_n \vee x_n \wedge v_m \rightarrow P_m,$$

$$P3: x_m \wedge v_e \vee x_n \wedge v_n \vee x_e \wedge v_m \rightarrow P_n,$$

$$P4: x_n \wedge v_e \vee x_e \wedge v_n \rightarrow P_e,$$

$$P5: x_e \wedge v_e \rightarrow P_{ce}.$$

Правила управления работой зерносушилки можно записать, используя один из способов построения нечёткой импликации [1]. Будем использовать определение нечёткой импликации как минимума левой и правой частей импликации (определение Mamdani). Поэтому функции принадлежности для этих правил соответственно будут иметь вид:

$$\begin{aligned}
 mp1(x, v, P_{cm}) &= m_{x_M \wedge v_M \rightarrow P_{cm}}(x, v, P_{cm}) = \\
 &= \min(m_{x_M \wedge v_M}(x, v), m_{P_{cm}}(P_{cm})) = \\
 &= \min(\min[m_{x_M}(x), m_{v_M}(v)], 1) = \\
 &= \min[m_{x_M}(x), m_{v_M}(v)],
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 mp2(x, v, P_M) &= m_{x_M \wedge v_H \vee x_H \wedge v_M \rightarrow P_M}(x, v, P_M) = \\
 &= \min(m_{x_M \wedge v_H \vee x_H \wedge v_M}(x, v), m_{P_M}(P_M)) = \\
 &= \min(m_{x_M \wedge v_H \vee x_H \wedge v_M}(x, v), 1) = \\
 &= m_{x_M \wedge v_H \vee x_H \wedge v_M}(x, v) = \\
 &= \max\left[\min(m_{x_M}(x), m_{v_H}(v)), \min(m_{x_H}(x), m_{v_M}(v))\right],
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
mp3(x, v, P_H) &= m_{x_M \wedge v_\theta \vee x_H \wedge v_H \vee x_\theta \wedge v_M \rightarrow P_H}(x, v, P_H) = \\
&= \min\left(m_{x_M \wedge v_\theta \vee x_H \wedge v_H \vee x_\theta \wedge v_M}(x, v), m_{P_H}(P_H)\right) = \\
&= \min\left(m_{x_M \wedge v_\theta \vee x_H \wedge v_H \vee x_\theta \wedge v_M}(x, v), 1\right) = \\
&= m_{x_M \wedge v_\theta \vee x_H \wedge v_H \vee x_\theta \wedge v_M}(x, v) = \\
&= \max\left[\min\left(m_{x_M}(x), m_{v_\theta}(v)\right), \min\left(m_{x_H}(x), m_{v_H}(v)\right), \right. \\
&\quad \left. \min\left(m_{x_\theta}(x), m_{v_M}(v)\right)\right],
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
mp4(x, v, P_\theta) &= m_{x_H \wedge v_\theta \vee x_\theta \wedge v_H \rightarrow P_\theta}(x, v, P_\theta) = \\
&= \min\left(m_{x_H \wedge v_\theta \vee x_\theta \wedge v_H}(x, v), m_{P_\theta}(P_\theta)\right) = \\
&= \min\left(m_{x_H \wedge v_\theta \vee x_\theta \wedge v_H}(x, v), 1\right) = \\
&= m_{x_H \wedge v_\theta \vee x_\theta \wedge v_H}(x, v) = \\
&= \max\left[\min\left(m_{x_H}(x), m_{v_\theta}(v)\right), \min\left(m_{x_\theta}(x), m_{v_H}(v)\right)\right],
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
mp5(x, v, P_{c\theta}) &= m_{x_\theta \wedge v_\theta \rightarrow P_{c\theta}}(x, v, P_{c\theta}) = \\
&= \min\left(m_{x_\theta \wedge v_\theta}(x, v), m_{P_{c\theta}}(P_{c\theta})\right) = \\
&= \min\left(m_{x_\theta \wedge v_\theta}(x, v), 1\right) = \\
&= \min\left[m_{x_\theta}(x), m_{v_\theta}(v)\right].
\end{aligned}$$

Для устранения нечеткости окончательного результата (дефаззификации) существует достаточно большое количество методов перехода к точным значениям (по крайней мере 30) [3]. Два из общих методов — это методы *Полной интерпретации* и *Максимума*. В методе *Полной интерпретации*, точное значение выводимой переменной вычисляется как значение "центра тяжести" функции принадлежности для нечеткого значения. В методе *Максимума* в качестве точного значения выводимой переменной принимается максимальное значение функции принадлежности нечеткого соответствия.

В настоящей работе для перехода от нечетких выводов к управляющему воздействию используем формулу дефаззификации по методу центра тяжести:

$$P = \frac{s}{m},$$

где

$$s = P_1 \cdot mp1(x, v, P_{cm}) + P_2 \cdot mp2(x, v, P_m) + \\ + P_3 \cdot mp3(x, v, P_n) + P_4 \cdot mp4(x, v, P_g) + \\ + P_5 \cdot mp5(x, v, P_{cv}),$$

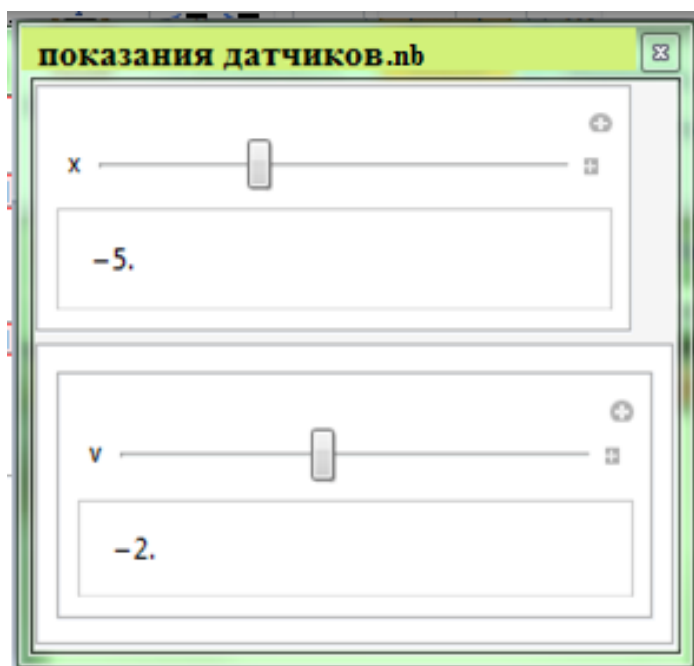
$$s = mp1(x, v, P_{cm}) + mp2(x, v, P_m) + mp3(x, v, P_n) + \\ + mp4(x, v, P_g) + mp5(x, v, P_{cv}).$$



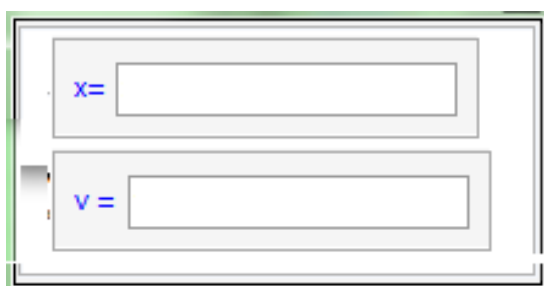
## Создание приложения «Управление работой зерносушилки» в Mathematica (практическая часть)

Перейдем к написанию программы для создания приложения «Управление работой зерносушилки» в системе Mathematica. Для этого выполнить следующие действия (см. программу в приложении 2):

- Задать известные функции принадлежности;
- Создать панель, имитирующую датчики для  $x$  и  $v$ . Например, эти датчики можно изобразить в виде движков с ползунком. Эту форму запомнить в отдельный файл.



- Создать панель, в которой регистрируются поступающие с датчиков сигналы для  $x$  и  $v$ .



- Создать панель, на которой предусмотреть задание значений для  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$  в виде движков.

- Задать операторы–функции  $mp1(x, v, P_{cm}), mp2(x, v, P_m), mp3(x, v, P_n), mp4(x, v, P_e), mp5(x, v, P_{ce})$  для пяти правил работы зерносушилки. При задании этих функций использовать определение нечёткой импликации как минимума левой и правой частей импликации (определение Mamdani). Таким образом, применив каждое из правил работы зерносушилки к входным показаниям датчиков, получим степени уверенности  $mp1, mp2, mp3, mp4, mp5$ , соответствующие этому правилу для выходной нечёткой переменной.

Заметим, что согласно теории приближённых рассуждений этот этап содержит два первых этапа нечёткого вывода: *фаззификация и непосредственный нечёткий вывод*.

- *Аккумуляция*. Теперь необходимо объединить результаты применения всех правил. Сначала построить на одной плоскости графики трёх полученных функций принадлежности. Эти графики будут зависеть от входных значений  $x$  и  $v$ , поступающих с датчиков, а также значений для  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$ , задаваемых пользователем на панели формы сдвинув соответствующий движок. Начальные значения для  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$  заданы в условии задачи.

Далее использовать один из основных способов аккумуляции: построение функции  $mP$  — максимума полученных функций принадлежности и задать функцию  $grafPlot[x, v, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5]$  построения графика получившейся функции принадлежности.

Полученную функцию принадлежности  $mP$  уже можно считать ре-

результатом. Это новый терм выходной переменной. Его функция принадлежности говорит о степени уверенности в значении выходной переменной при заданных значениях входных параметров и использовании правил, определяющих соотношение входных и выходной переменных. Именно этот график в дальнейшем вывести в форму-виртуальный «прибор».

Например, если  $x=-5$ ,  $v=-2$ , этот график будет иметь вид, приведённый на рис. 2.2.

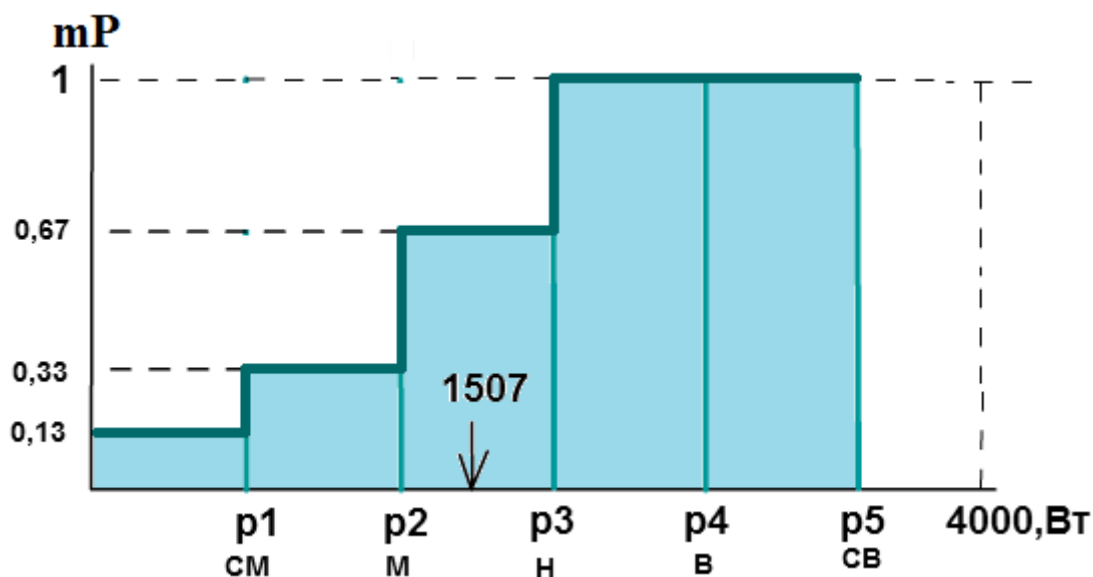


Рис. 2.2. График этапа аккумуляции при  $x=-5$ ,  $v=-2$ ,  $P_1 = 250 \text{ Вт}$ ,  $P_2 = 1000 \text{ Вт}$ ,  $P_3 = 2000 \text{ Вт}$ ,  $P_4 = 3000 \text{ Вт}$ ,  $P_5 = 3700$

- *Дефаззификация.* Задать оператор-функцию для вычисления значения  $P$ . Использовать метод полной интерпретации.
- Создать панель «контрольный блок» и на ней движок, на котором ползунок автоматически перескакивал бы на вычисленное значение  $P$  и рядом в поле ввода печаталось бы это значение  $P$ .

Например, для указанных на рис. 2.2 параметров, получим  $P=1507$  и на панели появится соответствующее сообщение (см. рис. 2.3).



Рис. 2.3. Вид панели «контрольный блок» при  $x=-5$ ,  $v=-2$ ,  $P_1 = 250 \text{ Вт}$ ,  
 $P_2 = 1000 \text{ Вт}$ ,  $P_3 = 2000 \text{ Вт}$ ,  $P_4 = 3000 \text{ Вт}$ ,  $P_5 = 3700$

- Все созданные панели разместить на одной панели. В результате получим панель «управление работой зерносушилки». Запомнить её в файл `output.nb`.
- Таким образом, наше приложение «Управление работой зерносушилки» состоит из двух файлов: `показания датчиков.nb` и `output.nb` (см. рис. 2.4.).

### Вид готового приложения «Управление работой зерносушилки»

Готовое приложение «Управление работой зерносушилки» должно состоять из двух файлов: `показания датчиков.nb` и `output.nb` (см. рис. 2.4.).

Заметим, что реально сейчас мы ничего не подключаем. Панель, размещённая в файле `показания датчиков.nb` нам нужна, чтобы иметь возможность протестировать созданную систему управления работой зерносушилки.

Как только систему управления подключили (запущена написанная программа и подключены указанные выше датчики), то стали известны значения параметров системы и они автоматически должны отображаться на форме у диспетчера. Поэтому организован выходной файл `output.nb`, в котором должна отображаться выходная форма, предназначенная для диспетчера и работающая в динамичном режиме.

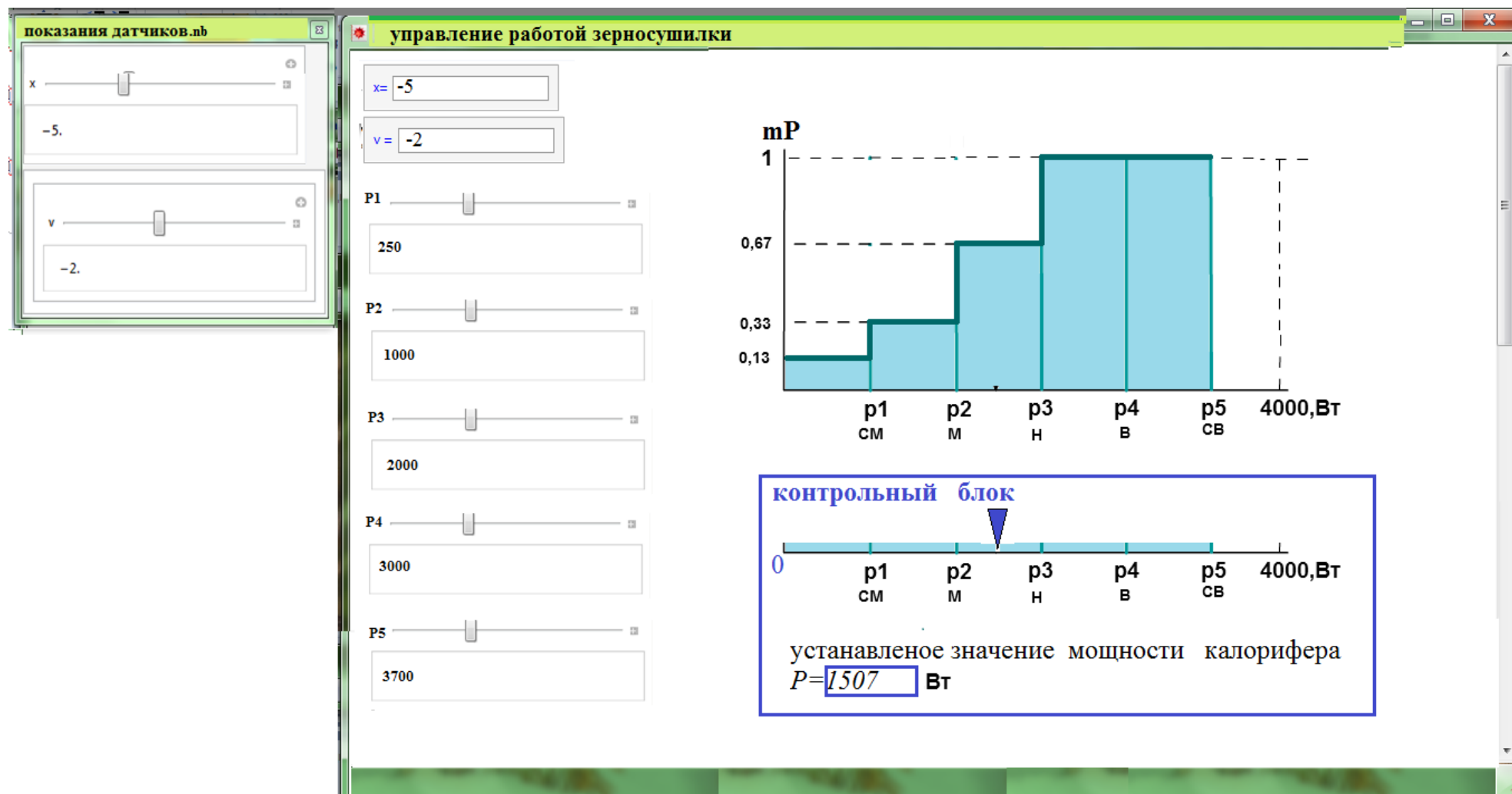
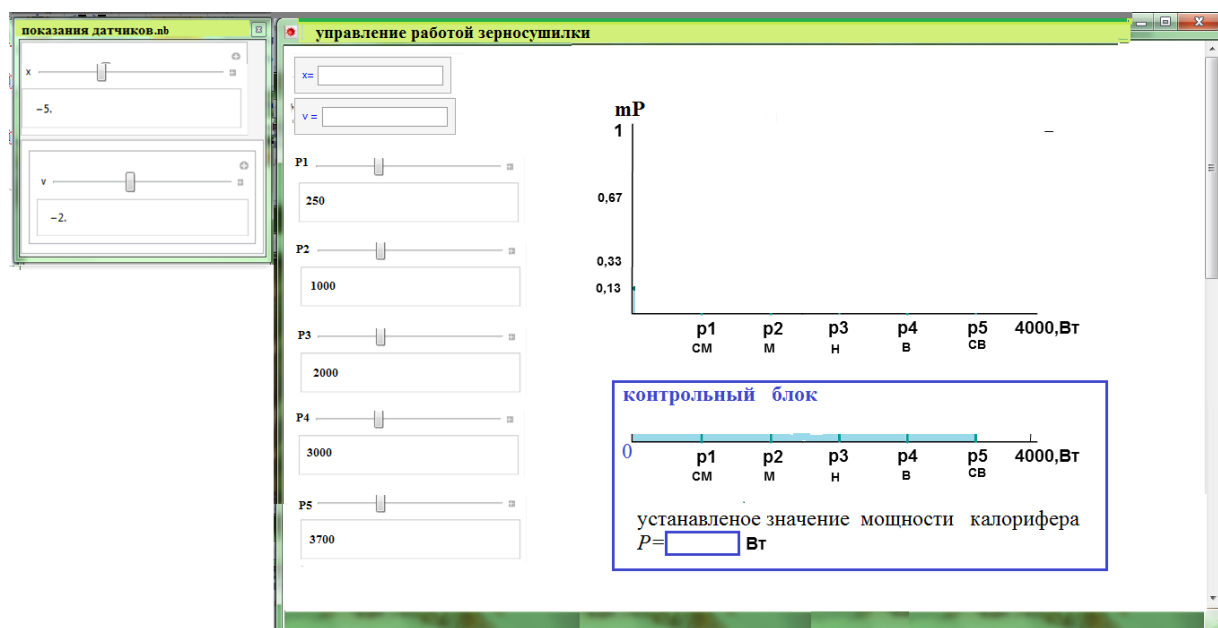


Рис. 2.4. Вид файлов приложения «управление работой зерносушилки» при  $x=-5$ ,  $v=-2$ ,  $P_1 = 250$  Вт,  $P_2 = 1000$  Вт,  $P_3 = 2000$  Вт,  $P_4 = 3000$  Вт,  $P_5 = 3700$  Вт

Заметим, что когда на вход не поступило никакого сигнала, т.е., подключение системы ещё не произошло, у диспетчера форма (файл output.nb) должна быть пустой:



### Литература к работе

1. Шустова Е.П. Математика (Дискретная математика. Элементы теории нечётких множеств). Практикум. Учебное пособие/ Е.П.Шустова. – Казань: Казан. ун-т, 2020.–114 с., [https://kpfu.ru//staff\\_files/F1813307643/2020\\_07\\_07\\_diskr\\_mathem\\_print.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F1813307643/2020_07_07_diskr_mathem_print.pdf), (дата обращения 08.07.2020).
2. Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств.– М.: НОУ «ИНТУИТ», <https://www.intuit.ru/studies/courses/87/87/info> (дата обращения 10.04.2020).
3. Сетевой учебно-методический комплекс, страница «Основы нечеткого управления», [http://www.zdo.vstu.edu.ru/umk/html/manual/L4\\_4.html](http://www.zdo.vstu.edu.ru/umk/html/manual/L4_4.html), (дата обращения 10.02.2020).

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3.

## РАЗРАБОТКА СППР «ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ МНЕНИЙ ЭКСПЕРТОВ» В MATHEMATICA

**Суть работы:** Создать СППР, с помощью которой можно было бы определять согласованность мнений двух экспертных групп.

**Задание.** Создать СППР «Определение согласованности мнений экспертов». Эта СППР должна быть интерактивной динамичной защищённой от несанкционированного доступа системой для определения согласованности мнений двух групп экспертов о степени влияния указанных руководителями экспертных групп факторов на указанную им проблему. Это приложение должно уметь обрабатывать как чёткие, так и нечёткие ответы экспертов. Анализ произвести нечетко-множественным методом.

Система должна предусматривать ролевые модули: руководитель экспертных групп, руководитель группы, эксперт.

Функции руководителя экспертных групп: назначать руководителей экспертных групп (ФИО, логин, пароль, телефон, место работы), задавать проблему для обсуждения, вводить факторы, от которых по его мнению зависит успешное решение проблемы, определять состав каждой экспертной группы (ФИО, логин, пароль, телефон), просматривать по каждой группе текущую сводку о мнениях экспертов этой группы, формировать отчет о согласованности мнений двух групп.

Руководитель группы должен видеть информацию о проблеме и все ли эксперты его группы отправили ответы.

Эксперт должен видеть проблему и факторы, которые указал руководитель экспертных групп. Напротив каждого фактора он должен указать степень влияния его на успешное решение указанной проблемы.

В базу знаний системы заложен нечетко-множественный метод оценки степени согласованности мнений экспертов [1].

*Основные методы, используемые в работе:*

- нечетко-множественный метод оценки степени согласованности мнений экспертов.

*Основные средства*

- Система компьютерной алгебры Mathematica.

## Методология и теоретическая часть

*Основные понятия теории нечетких множеств, используемые в работе.*

Ниже приведем используемые в дальнейшем понятия [2,3,5]. Считают, что задано *нечёткое отображение*  $h': X \xrightarrow{m} Y$ , когда чётко заданы носители отображения  $X$ ,  $Y$  и нечётко – принадлежность каждой пары  $(x_i, y_j)$  нечёткому отображению  $h'$ , т.е.,

$$h' = \{ \langle m_{h'}(x_i, y_j) | (x_i, y_j) \rangle \mid x_i \in X, y_j \in Y \},$$

где  $m_{h'}(x_i, y_j)$  – *степень принадлежности*  $(x_i, y_j) \in X \otimes Y$  нечёткому отображению  $h'$ , или коротко:

$$h' = \{ m_{h'}(x_i, y_j) | (x_i, y_j) \},$$

где  $x_i \in X$ ,  $y_j \in Y$ .

Заметим, что нечёткие отображения удобно описывать матрицами, строки которой есть  $x_i \in X$  – *прообразы нечёткого отображения*, а столбцы –  $y_j \in Y$  – *образы нечёткого отображения*. Тогда в клетках  $(x_i, y_j)$  будут указаны значения их степени принадлежности  $m_{h'}(x_i, y_j)$ .

Если даны два нечётких отображения

$$h_1' = \{ \langle m_{h_1'}(x_i, y_j) | (x_i, y_j) \rangle \mid x_i \in X, y_j \in Y \},$$

$$h_2' = \{ \langle m_{h_2'}(y_j, z_k) | (y_j, z_k) \rangle \mid y_j \in Y, z_k \in Z \}$$



то их композиция - это нечёткое отображение

$$h' = h_1' \bullet h_2' = \{ \langle m_{h'}(x_i, z_k) | (x_i, z_k) \rangle \mid x_i \in X, z_k \in Z \}.$$

Степень принадлежности элементов  $h_1'$  и  $h_2'$  нечёткому отображению  $h$  существует тогда и только тогда, когда есть хотя бы один элемент  $y_j \in Y$ , принадлежащий  $h_1'$  и  $h_2'$ , т. е.

$$m_{h'}(x_i, z_k) = \bigvee_{i=1}^l (m_{h_1'}(x_i, y_j) \wedge m_{h_2'}(y_j, z_k)) = \max \{ \min \{ m_{h_1'}(x_i, y_j), m_{h_2'}(y_j, z_k) \} \}.$$

Т.е., чтобы найти композицию этих отображений, надо действовать аналогично нахождению элементов произведения матриц, только вместо произведений совпадающих элементов брать минимум из совпавших элементов, а вместо суммы брать максимум из полученных элементов.

В настоящей работе под нечётким множеством  $A'$ , понимается множество, определённое следующим образом. Пусть  $U$  – универсальное (базовое) множество. Множество

$$A' := \{ \langle m_{A'}(u_i) | u_i \rangle \}_{u_i \in U}$$

называется нечётким подмножеством множества  $A \subset U$ , отображение

$$m_{A'} : u_i \in U \rightarrow m_{A'}(u_i) \in [0, 1] \subset R$$

называется степенью (функцией) принадлежности элемента  $u_i \in U$  множеству  $A \subset U$ .

Пересечение нечётких множеств  $A'$  и  $B'$  есть нечёткое множество

$$A' \cap B' = \{ u \mid u \in A' \text{ и } u \in B' \},$$

где  $m_{A' \cap B'}(u) = m_{A'}(u) \wedge m_{B'}(u) = \min \{ m_{A'}(u), m_{B'}(u) \}$ .

*Нечётко-множественный метод оценки степени согласованности мнений экспертов.*

Пусть  $\vec{x}(x_1, \dots, x_m) \in X$ ,  $\vec{y}(y_1, \dots, y_k) \in Y$ ,  $\vec{z}(z_1, \dots, z_n) \in Z$ , где

$y_i$  – факторы, от которых зависит некоторый признак  $P(\vec{y})$ ,

$x_i$  – первая группа экспертов,

$z_i$  – вторая группа экспертов,

$h_1' : X \xrightarrow{m_1} Y$  – нечёткие оценки степени влияния факторов  $y_i$  на признак  $P(\bar{y})$  первой группы экспертов,

$h_2' : Y \xrightarrow{m_2} Z$  – нечёткие оценки степени влияния факторов  $y_i$  на признак  $P(\bar{y})$  второй группы экспертов.

Тогда нечёткое отображение

$$h' = h_1' \bullet h_2' = \{ \langle m_{h'}(x_i, z_k) \mid (x_i, z_k) \rangle \mid x_i \in X, z_k \in Z \} -$$

определяет степень согласованности мнений двух групп экспертов. Если степень принадлежности  $m_{h'}(x_i, z_k) \geq 0.5$ , то мнения можно считать согласованными.

Заметим, что:

1. образ элемента  $x_i$  при отображении  $h_1'$  представляет собой нечёткое мнение  $i$ -того представителя 1-й группы экспертов о степени влияния каждого фактора на признак  $P(\bar{y})$ .

2. прообраз элемента  $z_i$  при отображении  $h_2'$  представляет собой нечёткое мнение  $i$ -того представителя 2-й группы экспертов о степени влияния каждого фактора на признак  $P(\bar{y})$ .

2. прообраз элемента  $y_i$  при отображении  $h_1'$  представляет собой нечёткую оценку экспертами 1-й группы влияния  $i$ -того фактора на признак  $P(\bar{y})$ .

4. образ элемента  $y_i$  при отображении  $h_2'$  представляет собой нечёткую оценку экспертами 2-й группы влияния  $i$ -того фактора на признак  $P(\bar{y})$ .

## Создание СППР

### «Определение согласованности мнений экспертов» в Mathematica (практическая часть)

Перейти к написанию программы для создания СППР «Определение согласованности мнений экспертов» в системе Mathematica 9. Для этого выполнить описанные ниже действия.

1. В первую очередь создаем таблицы составов первой и второй групп.

Состав 1-й группы (см. рис.2.2.1):

```
In[28]:= sostav1 =  
Column[  
Table[  
With[{i = j},  
If[i = 0,  
Grid[{{  
InputField["№", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 2, Alignment -> Center],  
InputField["ФИО", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],  
InputField["Статус", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 5, Alignment -> Center],  
InputField["Логин", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],  
InputField["Пароль", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],  
InputField["Место работы", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],  
InputField["Должность", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],  
InputField["Доп. сведения", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center]  
}}],  
Grid[{{  
InputField[i, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 2, Alignment -> Center],  
InputField[Dynamic[fiol[i]], FieldSize -> 7, Alignment -> Center],  
InputField["эксп.1гр", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 5, Alignment -> Center],  
InputField[Dynamic[log1[i]], String, FieldSize -> 7, Alignment -> Center],  
InputField[Dynamic[pas1[i]], String, FieldSize -> 7, Alignment -> Center],  
InputField[Dynamic[rab1[i]], FieldSize -> 7, Alignment -> Center],  
InputField[Dynamic[dol1[i]], FieldSize -> 7, Alignment -> Center],  
InputField[Dynamic[dop1[i]], FieldSize -> 7, Alignment -> Center]  
}}]],  
{j, 0, expert1}]]
```

Out[28]=

№	ФИО	Статус	Логин	Пароль	Место работы	Должность	Доп. сведения
1	<input type="text" value="fiol[1]"/>	эксп.1гр	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="rab1[1]"/>	<input type="text" value="dol1[1]"/>	<input type="text" value="dop1[1]"/>
2	<input type="text" value="fiol[2]"/>	эксп.1гр	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="rab1[2]"/>	<input type="text" value="dol1[2]"/>	<input type="text" value="dop1[2]"/>
3	<input type="text" value="fiol[3]"/>	эксп.1гр	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="rab1[3]"/>	<input type="text" value="dol1[3]"/>	<input type="text" value="dop1[3]"/>

Аналогично создается форма для состава второй группы:

```
Out[37]=
```

№	ФИО	Статус	Логин	Пароль	Место работы	Должность	Доп. сведения
1	<input type="text" value="fiol[1]"/>	эксп.2гр	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="rab2[1]"/>	<input type="text" value="dol2[1]"/>	<input type="text" value="dop2[1]"/>
2	<input type="text" value="fiol[2]"/>	эксп.2гр	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="rab2[2]"/>	<input type="text" value="dol2[2]"/>	<input type="text" value="dop2[2]"/>

2. Создаем таблицы мнений первой и второй групп. Код для формы «мнения 1-й группы о степени влияния факторов на определенный признак»:

```
In[41]= mneny1 = Column[Table[
  With[{i = j},
    If[i = 0,
      Grid[{{
        InputField["№", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 2, Alignment -> Center],
        InputField["ФИО", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],
        Column[{
          Dynamic[
            Grid[
              Transpose[
                Table[
                  With[{k = k},
                    {
                      InputField[nazv[k], Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 10, Alignment -> Center]}],
                  {k, factor}}]]]]],
            Grid[{{
              InputField[i, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 2, Alignment -> Center],
              InputField[Dynamic[fiol[i]], Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],
              Column[{
                Dynamic[
                  Grid[
                    Transpose[
                      Table[
                        With[{k = k},
                          {
                            InputField[Dynamic@mn1[i, k], Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 10, Alignment -> Center]}],
                          {k, factor}}]]]]]]]]],
          {j, 0, expert1}]]]
```

№	ФИО	"фактор 1"	"фактор 2"	"фактор 3"	"фактор 4"
1	fiol[1]	0.7	0.2	0.6	1
2	fiol[2]	0.3	1	0.4	0.3
3	fiol[3]	0.8	0.9	1	0

По аналогии создаем форму для мнений 2-й группы:

```
Out[38]=
```

№	ФИО	"фактор 1"	"фактор 2"	"фактор 3"	"фактор 4"
1	fiol2[1]	0.9	0.5	0.4	0.8
2	fiol2[2]	0.2	0.9	0.9	0.1

3. Создаем таблицу для названия факторов:

```

In[43]= factors =
  Column[
    Table[
      With[
        {i = j},
        If[i = 0,
          Grid[{{
            InputField["№", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 2, Alignment → Center],
            InputField["Название фактора", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 31, Alignment → Center]
          }]],
          Grid[{{
            InputField[i, Appearance → "Frameless", FieldSize → 2, Alignment → Center],
            InputField[Dynamic[nazv[i]], String, FieldSize → 30, Alignment → Center]
          }]]],
        {j, 0, factor}]]
  ]

```

Out[43]=

№	Название фактора
1	фактор 1
2	фактор 2
3	фактор 3
4	фактор 4

#### 4. Создаем таблицу для руководителей 1-й и 2-й групп:

```

In[45]= st[1] = "рук.1гр";
st[2] = "рук.2гр";
rukovodstvo =
  Column[
    Table[
      With[{i = j},
        If[i = 0,
          Grid[{{
            InputField["№", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 2, Alignment → Center],
            InputField["ФИО", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 8, Alignment → Center],
            InputField["Статус", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 8, Alignment → Center],
            InputField["Логин", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 8, Alignment → Center],
            InputField["Пароль", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 8, Alignment → Center],
            InputField["Место работы", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 8, Alignment → Center],
            InputField["Должность", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 8, Alignment → Center],
            InputField["Доп. сведения", String, Appearance → "Frameless", FieldSize → 8, Alignment → Center]
          }]],
          Grid[{{
            InputField[i, Appearance → "Frameless", FieldSize → 2, Alignment → Center],
            InputField[Dynamic[fio[i]], FieldSize → 8, Alignment → Center],
            InputField[st[i], Appearance → "Frameless", FieldSize → 8, Alignment → Center],
            InputField[Dynamic[log[i]], String, FieldSize → 7, Alignment → Center],
            InputField[Dynamic[pas[i]], String, FieldSize → 7, Alignment → Center],
            InputField[Dynamic[rab[i]], FieldSize → 7, Alignment → Center],
            InputField[Dynamic[dol[i]], FieldSize → 7, Alignment → Center],
            InputField[Dynamic[dop[i]], FieldSize → 7, Alignment → Center]
          }]]],
        {j, 0, 2}]]
  ]

```

Out[47]=

№	ФИО	Статус	Логин	Пароль	Место работы	Должность	Доп. сведения
1	fio[1]	"рук.1гр"	1	1	rab[1]	dol[1]	dop[1]
2	fio[2]	"рук.2гр"	2	2	rab[2]	dol[2]	dop[2]

5. Создаем таблицы для ввода степени влияния факторов для каждого эксперта первой и второй групп. Здесь пользователю представлены раз-

ворачивающиеся списки, из которых он должен выбрать число, характеризующее степень влияния соответствующего фактора на признак  $P(\bar{y})$ .

Код для формы «Мнение о степени влияния факторов эксперта 1-й группы»:

```
In[53]:= tablmn1 =
Column[
Table[
With[{i = j},
If[i = 0,
Grid[{{
InputField["№", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 2, Alignment -> Center],
InputField["ФИО", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],
Column[{
Dynamic[
Grid[
Transpose[
Table[
With[{k = k},
{
InputField[nazv[k], Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center]}],
{k, factor}]]]]]]],
Grid[{{
InputField[n, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 2, Alignment -> Center],
InputField[Dynamic[fiol[n]], Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],
Column[{
Dynamic[
Grid[
Transpose[
Table[
With[{k = k},
{
PopupMenu[Dynamic[mn1[n, k]], {0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1}, FieldSize -> 6, Alignment -> Center]}],
{k, factor}]]]]]]]]],
{j, 0, 1}]]]
Out[53]=
№      ФИО      "фактор 1"      "фактор 2"      "фактор 3"      "фактор 4"
2      fiol[2]      0.3      1      0.4      0.3
```

По аналогии получаем таблицу с мнением для эксперта 2-й группы:

```
Out[56]=
№      ФИО      "фактор 1"      "фактор 2"      "фактор 3"      "фактор 4"
2      fio2[2]      0.2      0.9      0.9      0.1
```

6. Создаем матрицу с мнениями экспертов 1-й группы, строки которой соответствуют экспертам 1-й группы, а столбцы – факторам.

Мнения 1-й группы:

```
In[57]:= mnen1 = Table[With[{i = j, k = 1}, mn1[i, k]], {j, 1, expert1}, {1, 1, factor}]
Out[57]= {{0.7, 0.2, 0.6, 1}, {0.3, 1, 0.4, 0.3}, {0.8, 0.9, 1, 0}}
```

Аналогично создаем матрицу с мнениями экспертов 2-й группы. Только строки этой матрицы соответствуют факторам, а столбцы – экспертам 2-й группы.

Мнения 2-й группы:

```
In[67]:= mnen2 = Transpose[Table[With[{i = j, k = 1}, mn2[i, k]], {j, 1, expert2}, {1, 1, factor}]]
Out[67]:= {{0.9, 0.2}, {0.5, 0.9}, {0.4, 0.9}, {0.8, 0.1}}
```

7. Далее пишем алгоритм для определения согласованности мнений экспертов двух групп.

```
In[70]:= algoritm =
Column[
Table[
With[{i = j},
If[i = 0,
Grid[{{InputField["h1'*h2'", String, Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 9, Alignment -> Center],
Column[{
Dynamic[
Grid[
Transpose[
Table[
With[{k = k},
{
InputField[fio2[k], Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 10, Alignment -> Center]}],
{k, expert2}]]]]]]}],
Grid[{{
InputField[Dynamic[fio1[i]], Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 8, Alignment -> Center],
Dynamic[
Grid[{
Table[
With[
{k = k},
rez = {0};
Do[rez = AppendTo[rez, Min[mnen1[[i, 1]], mnen2[[1, k]]], {1, factor}];
InputField[Max[rez], Appearance -> "Frameless", FieldSize -> 10, Alignment -> Center]],
{k, expert2}
}}
]]]]], {j, 0, expert1}]]
```

Получаем ответ в виде таблицы:

	h1'*h2'	fio2[1]	fio2[2]
Out[71]=	fio1[1]	0.8	0.6
	fio1[2]	0.5	0.9
	fio1[3]	0.8	0.9





### Отчёт

Определение степени согласованности нечётких мнений двух групп экспертов о степени влияния п факторов на успешное развитие России.

#### СПИСОК РУКОВОДИТЕЛЕЙ :

ФИО руководителя первой группы : fio1\_1

ФИО руководителя второй группы : fio2\_1

#### Мнения первой экспертной группы :

№	ФИО	"Фактор 1"	"Фактор 2"	"Фактор 3"	"Фактор 4"
1	fio1_1	0.7	0.2	0.6	1
2	fio1_2	0.3	1	0.4	0.3
3	fio1_3	0.8	0.9	1	0

#### Мнения второй экспертной группы :

№	ФИО	"Фактор 1"	"Фактор 2"	"Фактор 3"	"Фактор 4"
1	fio2_1	0.9	0.5	0.4	0.8
2	fio2_2	0.2	0.9	0.9	0.1

#### Решение:

h1\ h2'	fio2_1	fio2_2
fio1_1	0.8	0.6
fio1_2	0.5	0.9
fio1_3	0.8	0.9

*Справка: Если мнения согласованы хотя бы на половину, то обычно считают их согласованными.*

Дата 04.06.2015

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

Ф.И.О

04.06.2015 03:54

Рис. 3.1. Отчет

Все последующие кнопки аналогичны данной, они отличны лишь названием кнопки и содержанием документа.

- Кнопка «Введите названия факторов»:

```
In[92]:= butt3 = Button["Введите названия факторов",  
  CreateDocument[DocumentNotebook[{Dynamic@factors},  
    WindowFrame → "Palette", WindowSize → Dynamic[{550, 300}]],  
    WindowTitle → "Названия факторов влияния"  
  ]]
```

Out[92]=

- Кнопка «Введите состав 1-й группы»:

```
In[96]:= butt4 = Button["Введите состав 1-й группы",  
  CreateDocument[DocumentNotebook[{Dynamic@sostav1},  
    WindowFrame → "Palette", WindowSize → Dynamic[{900, 500}]],  
    WindowTitle → "Состав 1-й группы"  
  ]]
```

Out[96]=

- Кнопка «Введите состав 2-й группы»:

```
In[97]:= butt5 = Button["Введите состав 2-й группы",  
  CreateDocument[DocumentNotebook[{Dynamic@sostav2},  
    WindowFrame → "Palette", WindowSize → Dynamic[{900, 500}]],  
    WindowTitle → "Состав 2-й группы"  
  ]]
```

Out[97]=

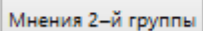
- Кнопка «Мнения 1-й группы»:

```
In[99]:= butt6 = Button["Мнения 1-й группы",  
  CreateDocument[DocumentNotebook[{Dynamic@mnenya1},  
    WindowFrame → "Palette", WindowSize → Dynamic[{900, 500}]],  
    WindowTitle → "Мнения 1-й группы"  
  ]]
```

Out[99]=

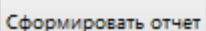
- Кнопка «Мнения 2-й группы»:

```
In[100]:= butt7 = Button["Мнения 2-й группы",
  CreateDocument[DocumentNotebook[{Dynamic@mnenya2},
    WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> Dynamic[{900, 500}]],
  WindowTitle -> "Мнения 2-й группы"
  ]]
```

Out[100]= 

- Кнопка «Сформировать отчет»:

```
In[101]:= butt8 = Button["Сформировать отчет",
  {Dynamic[otchet]} //
  CreateDocument[DocumentNotebook[{otchet},
    WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> Dynamic[{600, 600}]],
  WindowTitle -> ""
  ]]
```

Out[101]= 

10. Создадим основную панель для руководителя экспертных групп. Он вводит данные о факторах и составах групп. Руководитель групп видит всю информацию системы.

```
In[22]:= head =
  Panel[
    Grid[{{
      Column[
        " Данные для определения согласованности мнений экспертов", ,
        Dynamic[butt2],
        Grid[{{
          Style["Определение степени согласованности нечётких мнений двух групп экспертов о степени влияния n факторов на", TextAlignment -> Left]
        }},
        InputField[Dynamic[zn], String, FieldSize -> 47],
        Grid[{{
          Style["Введите количество факторов влияния          ", TextAlignment -> Left],
          InputField[Dynamic[factor], FieldSize -> 5],
          Dynamic[butt3]
        }},
        Grid[{{
          Style["Введите количество экспертов в первой группе  ", TextAlignment -> Left],
          InputField[Dynamic[expert1], FieldSize -> 5],
          Dynamic[butt4],
          Dynamic[butt6]
        }},
        Grid[{{
          Style["Введите количество экспертов во второй группе", TextAlignment -> Left],
          InputField[Dynamic[expert2], FieldSize -> 5],
          Dynamic[butt5],
          Dynamic[butt7]
        }},
        Dynamic[butt8]
      ]}
    ]}
  ],
  Background -> RGBColor[0.9, 0.9, 0.9]
]
```

### Данные для определения согласованности мнений экспертов

Руководители экспертных групп

Определение степени согласованности нечётких мнений двух групп экспертов о степени влияния  $n$  факторов на успешное развитие России.

Out[22]=

Введите количество факторов влияния  Введите названия факторов

Введите количество экспертов в первой группе  Введите состав 1-й группы Мнения 1-й группы

Введите количество экспертов во второй группе  Введите состав 2-й группы Мнения 2-й группы

Сформировать отчет

11. Создаем 3 матрицы, которые содержат статус, логин и пароль пользователей системы.

Первая матрица содержит данные всех руководителей:

```
In[102]= m = Partition[Join[
  {"рук.эксп.гр", "head", "12345"},
  {"рук.1гр", log[1], pas[1]},
  {"рук.2гр", log[2], pas[2]}
], 3]
```

```
Out[102]= {{рук.эксп.гр, head, 12345}, {рук.1гр, 1, 1}, {рук.2гр, 2, 2}}
```

Вторая – экспертов 1-й группы:

```
In[104]= m1 = Table[With[{i = j}, {"эксп.1гр", log1[i], pas1[i]}], {j, 1, expert1}]
```

```
Out[104]= {{эксп.1гр, 3, 3}, {эксп.1гр, 4, 4}, {эксп.1гр, 5, 5}}
```

Третья – экспертов 2-й группы:

```
In[105]= m2 = Table[With[{i = j}, {"эксп.2гр", log2[i], pas2[i]}], {j, 1, expert2}]
```

```
Out[105]= {{эксп.2гр, 6, 6}, {эксп.2гр, 7, 7}}
```

12. Теперь создадим основную панель для всех пользователей системы.

Сначала создаем панель с изображением, которую будем использовать в основной панели:

```
In[106]:= panel = Panel[
```

```
Grid[{{
```



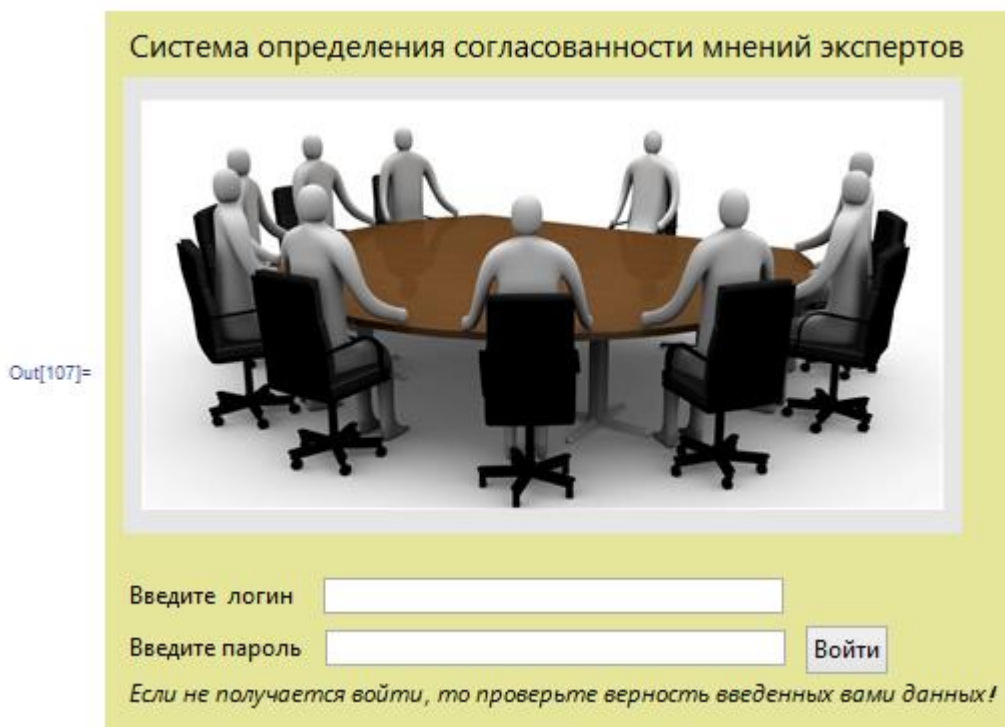
```
Background -> RGBColor [0.9, 0.9, 0.9] ]
```

```
Out[106]=
```



И, наконец, формируем основную форму: систему для определения согласованности мнений экспертов двух групп с авторизацией всех пользователей:

```
In[107]:= main = Panel[Grid[{{Column[
  " Система определения согласованности мнений экспертов",
  panel,
  "",
  Grid[{{
    Style[" Введите логин ", TextAlignment -> Left],
    InputField[Dynamic[login], String, FieldSize -> 20]
  }}],
  Grid[{{
    Style[" Введите пароль ", TextAlignment -> Left],
    InputField[Dynamic[password], String, FieldMasked -> True, FieldSize -> 20],
    Button["Войти"],
    If[{"рук.эксп.1гр", login, password} == m[[1]],
      (CreateDocument[DocumentNotebook[{Dynamic@head},
        WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> Dynamic[{600, 400}], WindowTitle -> "Руководитель экспертных групп"], login = "", password = ""),
    If[{"рук.1гр", login, password} == m[[2]],
      (CreateDocument[DocumentNotebook[{"Нечеткие мнения экспертов 1 группы о степени влияния n факторов на", zn, Dynamic@mnenya1},
        WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> Dynamic[{600, 400}], WindowTitle -> "Руководитель 1-ой группы"], login = "", password = ""),
    If[{"рук.2гр", login, password} == m[[3]],
      (CreateDocument[DocumentNotebook[{"Нечеткие мнения экспертов 2 группы о степени влияния n факторов на", zn, Dynamic@mnenya2},
        WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> Dynamic[{600, 400}], WindowTitle -> "Руководитель 2-ой группы"], login = "", password = ""),
    For[i1 = 1, i1 < expert1 + 1, i1++,
      If[{"эксп.1гр", login, password} == m1[[i1]],
        (CreateDocument[DocumentNotebook[{"Выразите свое мнение о степени влияния n факторов на", zn, Dynamic@tablmn1},
          WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> Dynamic[{600, 400}], WindowTitle -> "Эксперт 1-ой группы"], n = i1, login = "", password = ""),
    For[i2 = 1, i2 < expert2 + 1, i2++,
      If[{"эксп.2гр", login, password} == m2[[i2]],
        (CreateDocument[DocumentNotebook[{"Выразите свое мнение о степени влияния n факторов на", zn, , Dynamic@tablmn2},
          WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> Dynamic[{600, 400}], WindowTitle -> "Эксперт 2-ой группы"]; n = i2,
          i1 = expert1 + 1, login = "", password = ""}}]]]]]]],
  , " Если не получается войти, то проверьте верность введенных вами данных!"
  ]]]], Background -> RGBColor[0.9, 0.9, 0.6] ]
```



### **Демонстрация работы созданной СППР «Определение согласованности мнений экспертов»**

В начале работы с приложением пользователь видит панель «Система определения согласованности мнений экспертов» (см. рис.3.2).

После ввода логина и пароля пользователю надо нажать на кнопку «Войти». Сначала руководитель экспертных групп вводит в основную панель свои логин и пароль, и входит в систему (см. рис.3.3). Логин и пароль руководителя групп ("head", "12345") уже изначально заданы в программе.

### Система определения согласованности мнений экспертов



Введите логин

Введите пароль

Войти

*Если не получается войти, то проверьте верность введенных вами данных!*

Рис. 3.2. Главная форма СППР «Определение согласованности мнений экспертов»

### Система определения согласованности мнений экспертов



Введите логин

Введите пароль

Войти

*Если не получается войти, то проверьте верность введенных вами данных!*

Рис. 3.3. Ввод логина и пароля руководителя групп.

При верном сочетании логина-пароля для руководителя экспертных групп изначально открывается окно «Руководитель экспертных групп» (см. рис. 3.4).

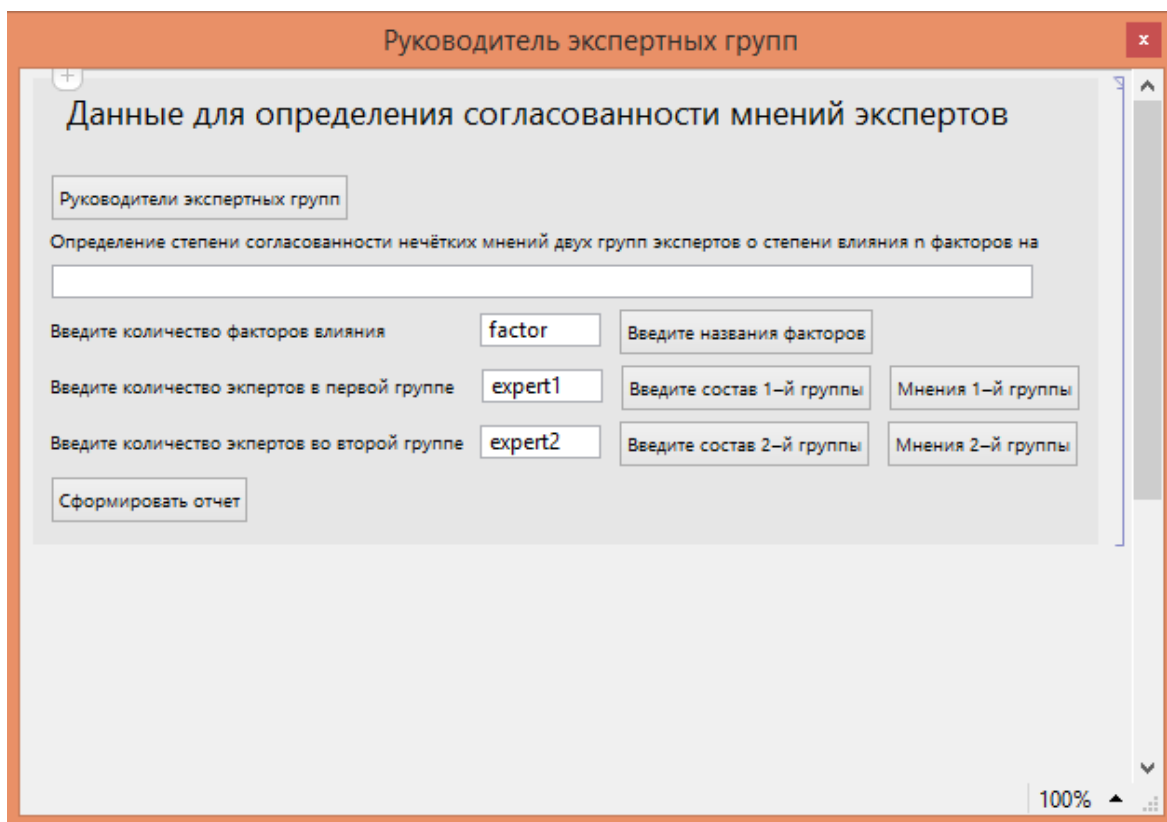


Рис. 3.4. Панель «Руководитель экспертных групп»

Затем руководитель экспертных групп заполняет поля: анализируемая проблема, количество факторов, количество экспертов 1 и 2 группы (см. рис. 3.5):



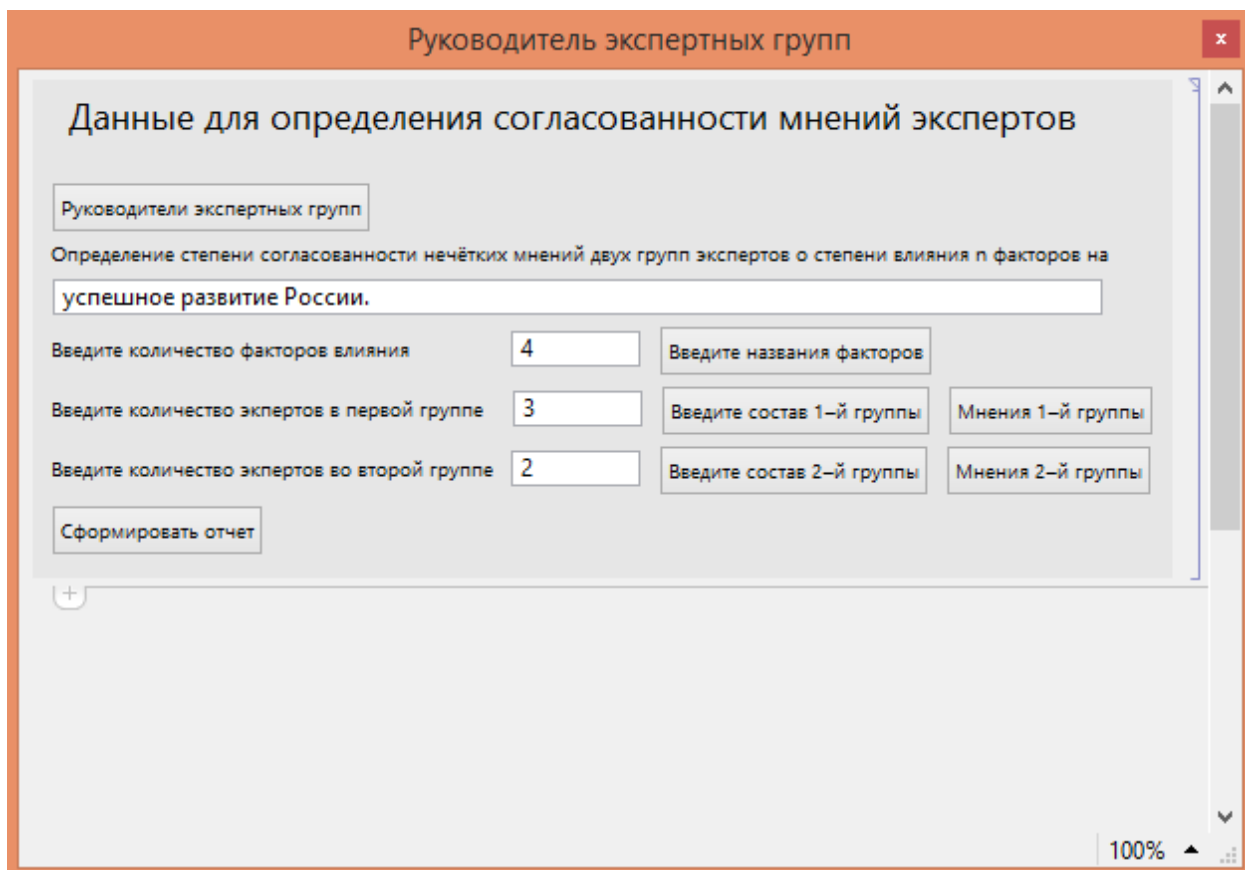


Рис. 3.5. Панель «Руководитель экспертных групп» с данными

Далее нажимает на кнопку «Руководители экспертных групп», открывается окно (см. рис. 3.6):

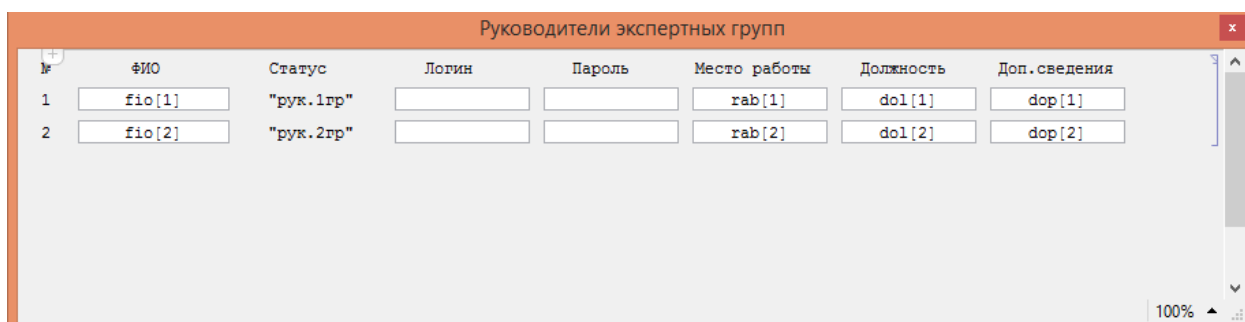


Рис. 3.6. Окно «Руководители экспертных групп»

Заполняет поля этой формы (см. рис. 3.7):

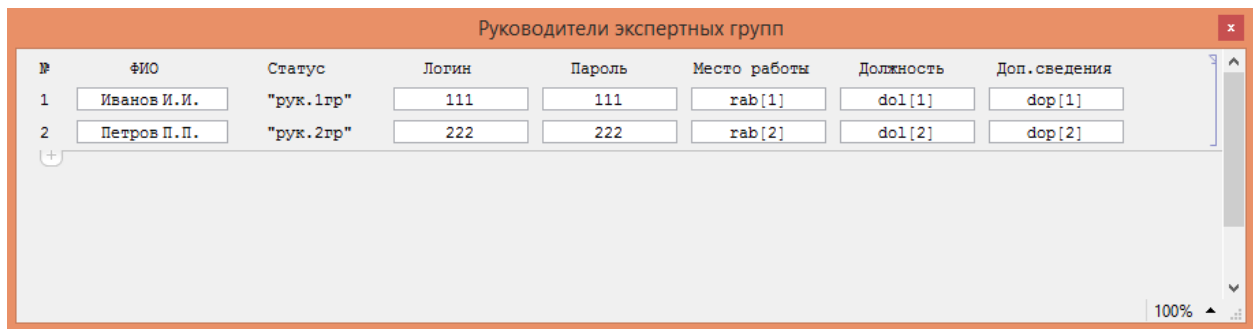


Рис. 2.3.7. Окно «Руководители экспертных групп» с данными

Закрывает данное окно и нажимает на кнопку «Введите названия факторов», открывается следующее окно (см. рис. 3.8):

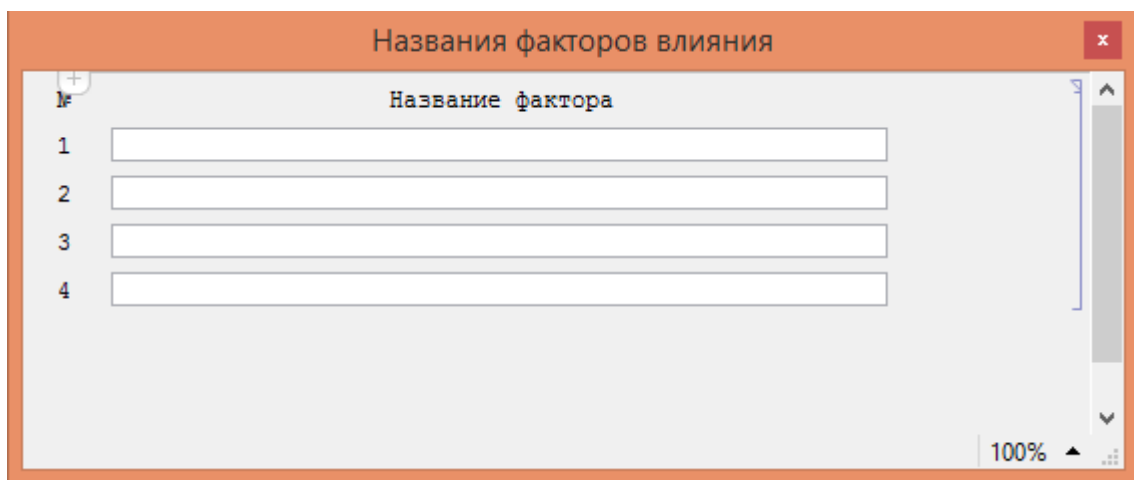


Рис. 3.8. Окно «Названия факторов влияния»

Пишет названия факторов влияния (см. рис. 3.9):

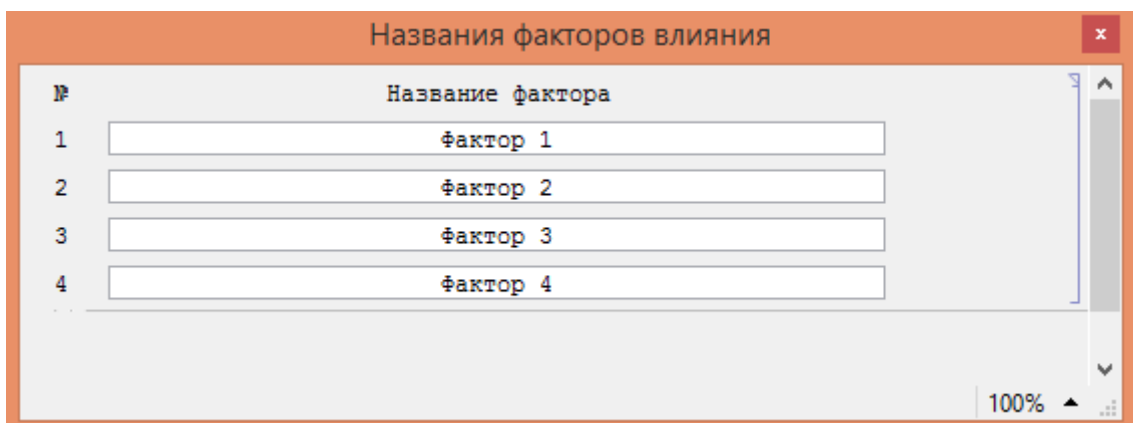


Рис. 3.9. Окно «Названия факторов влияния» с данными

Закрывает окно и нажимает на кнопку «Введите состав 1-й группы» (см. рис. 3.10):

№	ФИО	Статус	Логин	Пароль	Место работы	Должность	Доп. сведения
1	<input type="text" value="fio1[1]"/>	эксп.1гр	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="rab1[1]"/>	<input type="text" value="dol1[1]"/>	<input type="text" value="dop1[1]"/>
2	<input type="text" value="fio1[2]"/>	эксп.1гр	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="rab1[2]"/>	<input type="text" value="dol1[2]"/>	<input type="text" value="dop1[2]"/>
3	<input type="text" value="fio1[3]"/>	эксп.1гр	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="rab1[3]"/>	<input type="text" value="dol1[3]"/>	<input type="text" value="dop1[3]"/>

Рис. 3.10. Окно «Состав 1-й группы»

Заполняет эти поля (см. рис. 3.11):

№	ФИО	Статус	Логин	Пароль	Место работы	Должность	Доп. сведения
1	<input type="text" value="Кириллов С.А."/>	эксп.1гр	<input type="text" value="333"/>	<input type="text" value="333"/>	<input type="text" value="rab1[1]"/>	<input type="text" value="dol1[1]"/>	<input type="text" value="dop1[1]"/>
2	<input type="text" value="Романов В.М."/>	эксп.1гр	<input type="text" value="444"/>	<input type="text" value="444"/>	<input type="text" value="rab1[2]"/>	<input type="text" value="dol1[2]"/>	<input type="text" value="dop1[2]"/>
3	<input type="text" value="Новиков А.С."/>	эксп.1гр	<input type="text" value="555"/>	<input type="text" value="555"/>	<input type="text" value="rab1[3]"/>	<input type="text" value="dol1[3]"/>	<input type="text" value="dop1[3]"/>

Рис. 3.11. Окно «Состав 1-й группы» с данными

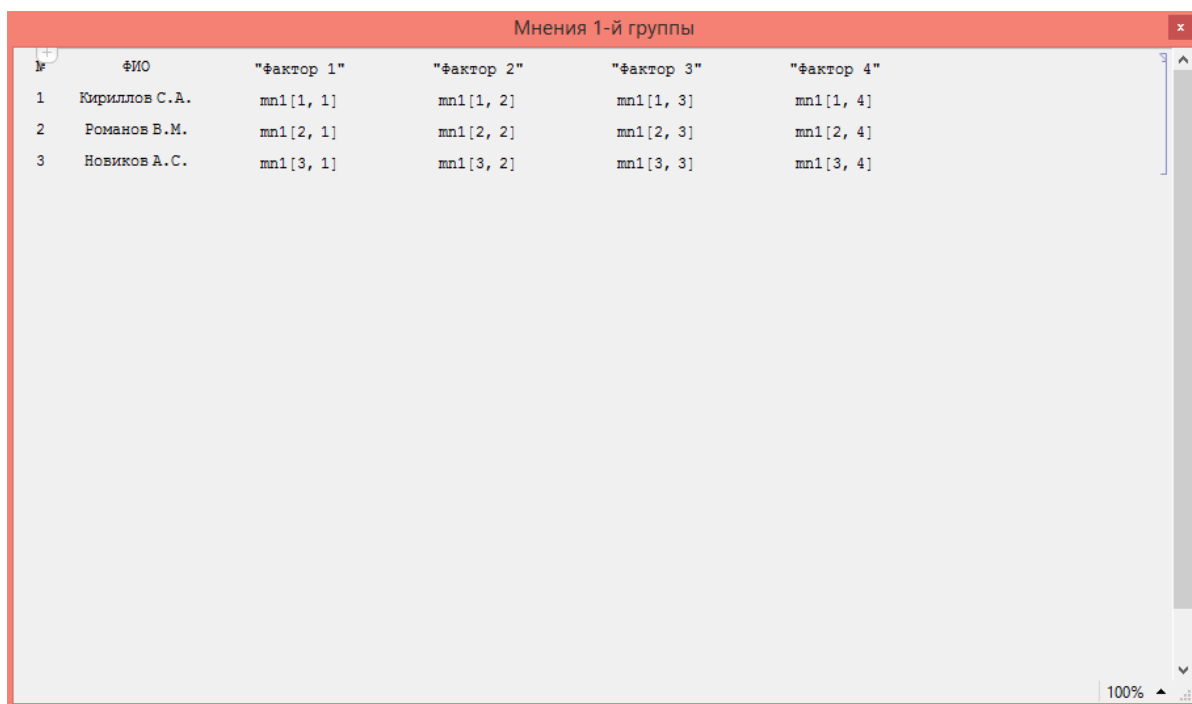
Аналогичное окно открывается при нажатии на кнопку «Введите состав 2-й группы», поэтому покажем его сразу с заполненными полями (см. рис. 3.12):

№	ФИО	Статус	Логин	Пароль	Место работы	Должность	Доп. сведения
1	<input type="text" value="Ильин Е.В."/>	эксп.2гр	<input type="text" value="666"/>	<input type="text" value="666"/>	<input type="text" value="rab2[1]"/>	<input type="text" value="dol2[1]"/>	<input type="text" value="dop2[1]"/>
2	<input type="text" value="Антонов К.Р."/>	эксп.2гр	<input type="text" value="777"/>	<input type="text" value="777"/>	<input type="text" value="rab2[2]"/>	<input type="text" value="dol2[2]"/>	<input type="text" value="dop2[2]"/>

Рис. 3.12. Окно «Состав 2-й группы» с данными

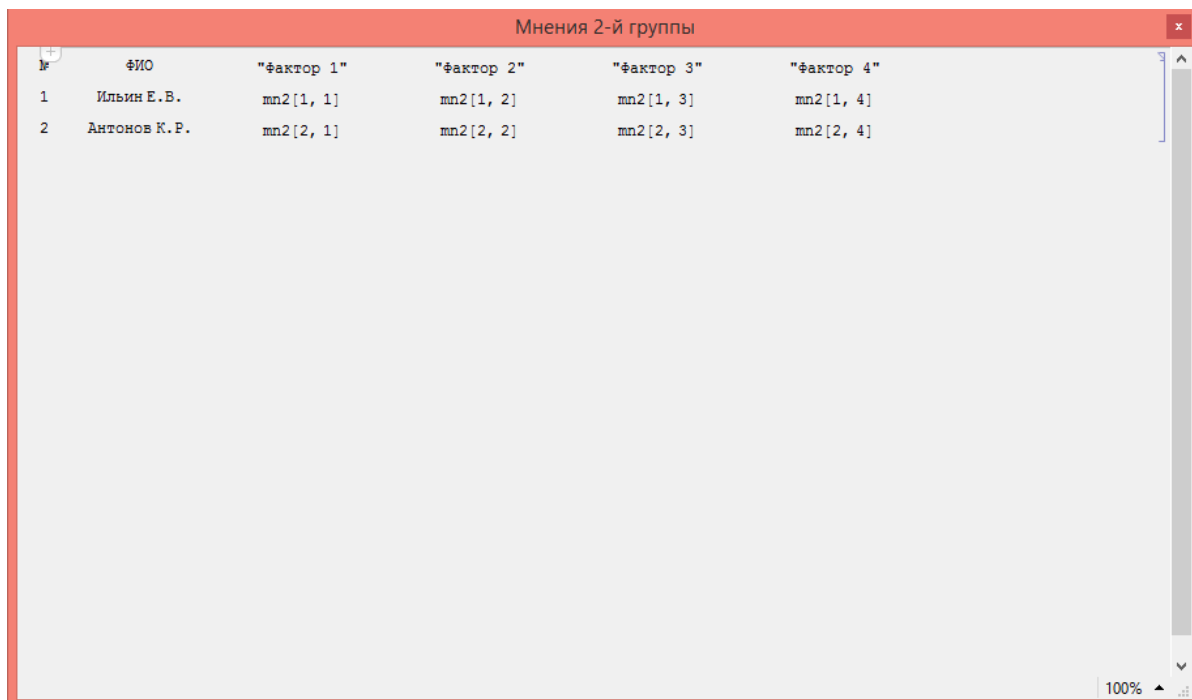
При нажатии на кнопку «Мнения 1-й группы» или на кнопку «Мнения 2-й группы» открывается окно с таблицей мнений (см. рис. 3.13 и рис.

3.14), но пока эксперты не ввели степени влияния каждого фактора, вместо числовых значений руководитель групп видит названия переменных.



№	ФИО	"фактор 1"	"фактор 2"	"фактор 3"	"фактор 4"
1	Кириллов С.А.	mn1[1, 1]	mn1[1, 2]	mn1[1, 3]	mn1[1, 4]
2	Романов В.М.	mn1[2, 1]	mn1[2, 2]	mn1[2, 3]	mn1[2, 4]
3	Новиков А.С.	mn1[3, 1]	mn1[3, 2]	mn1[3, 3]	mn1[3, 4]

Рис. 3.13. Окно «Мнения 1-й группы»



№	ФИО	"фактор 1"	"фактор 2"	"фактор 3"	"фактор 4"
1	Ильин Е.В.	mn2[1, 1]	mn2[1, 2]	mn2[1, 3]	mn2[1, 4]
2	Антонов К.Р.	mn2[2, 1]	mn2[2, 2]	mn2[2, 3]	mn2[2, 4]

Рис. 3.14. Окно «Мнения 2-й группы»

При нажатии на кнопку «Сформировать отчет» система автоматически создает отчет с решением поставленной задачи.

После внесения всех данных руководителем экспертных групп указанные им эксперты могут пользоваться этой системой, введя свои логин и пароль. После входа в систему перед экспертом открывается окно с формой для заполнения (см. рис. 2.3.15). Здесь он из разворачивающихся списков должен выбрать число, по его мнению, характеризующее степень влияния соответствующего фактора на признак  $P(\bar{y})$ .

№	ФИО	"фактор 1"	"фактор 2"	"фактор 3"	"фактор 4"
1	Кириллов С.А.	0.7	0.2	0.6	1

Рис. 3.15. Форма для эксперта

Аналогично остальные эксперты заполняют свои мнения о факторах влияния.

Руководители групп могут посмотреть на мнения своей группы (см. рис. 3.16 и рис. 3.17):

Руководитель 1-ой группы

Нечеткие мнения экспертов 1 группы о степени влияния п факторов на успешное развитие России.

№	ФИО	"фактор 1"	"фактор 2"	"фактор 3"	"фактор 4"
1	Кириллов С.А.	0.7	0.2	0.6	1
2	Романов В.М.	0.3	1	0.4	0.3
3	Новиков А.С.	0.8	0.9	1	0

100%

Рис. 3.16. Форма для руководителя 1-ой группы

Руководитель 2-ой группы

Нечеткие мнения экспертов 2 группы о степени влияния п факторов на успешное развитие России.

№	ФИО	"фактор 1"	"фактор 2"	"фактор 3"	"фактор 4"
1	Ильин Е.В.	0.9	0.5	0.4	0.8
2	Антонов К.Р.	0.2	0.9	0.9	0.1

100%

Рис. 3.17. Форма для руководителя 2-ой группы

Руководитель экспертных групп может снова войти в систему для формирования и просмотра отчета с решением задачи. При нажатии на

кнопку «Сформировать отчет» динамически формируется отчет (см. рис. 3.18):

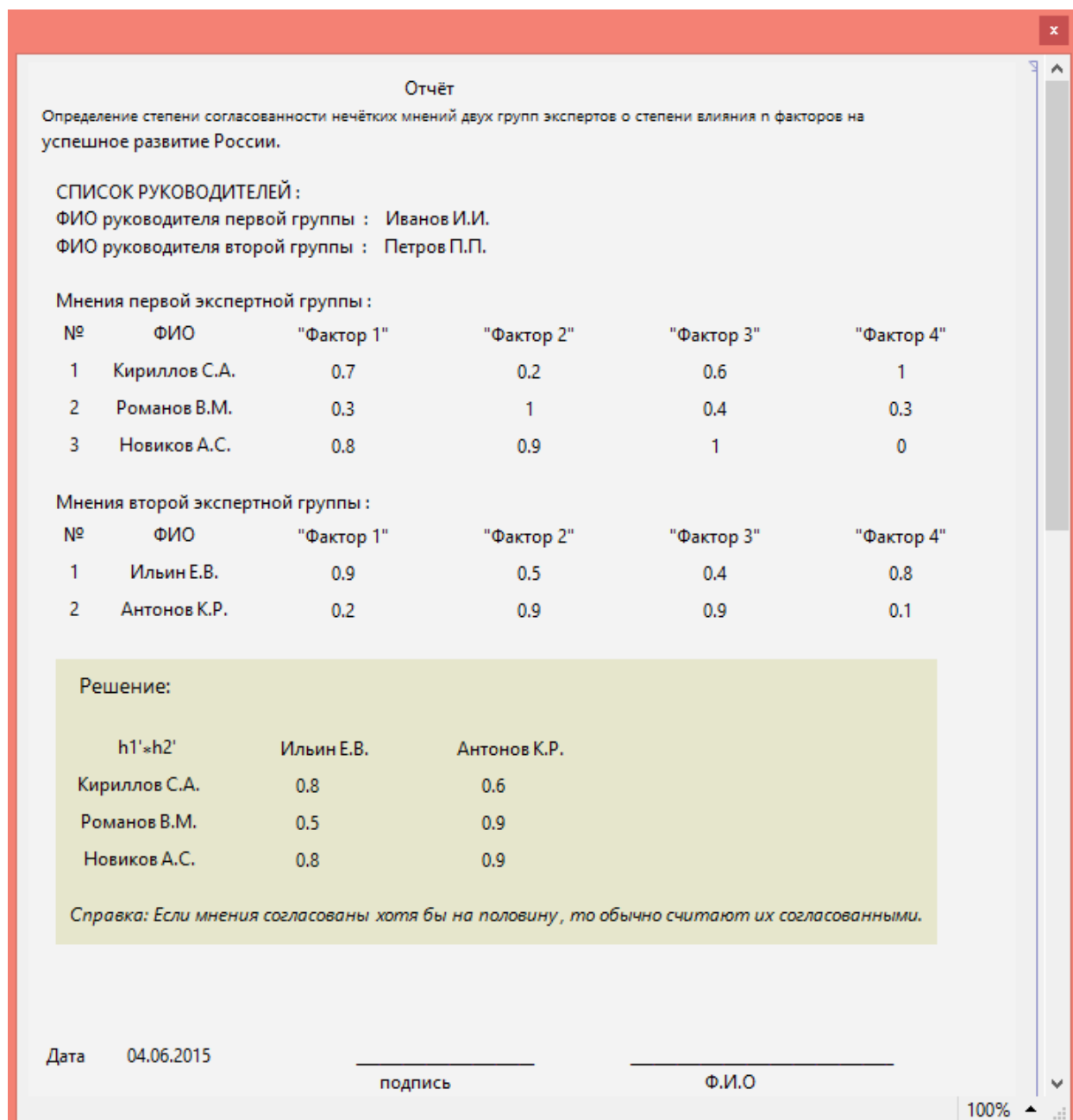


Рис. 3.18. Окно с отчетом

Далее на рис. 3.19 красными линиями подчеркнуты сведения в отчете, которые являются динамическими.

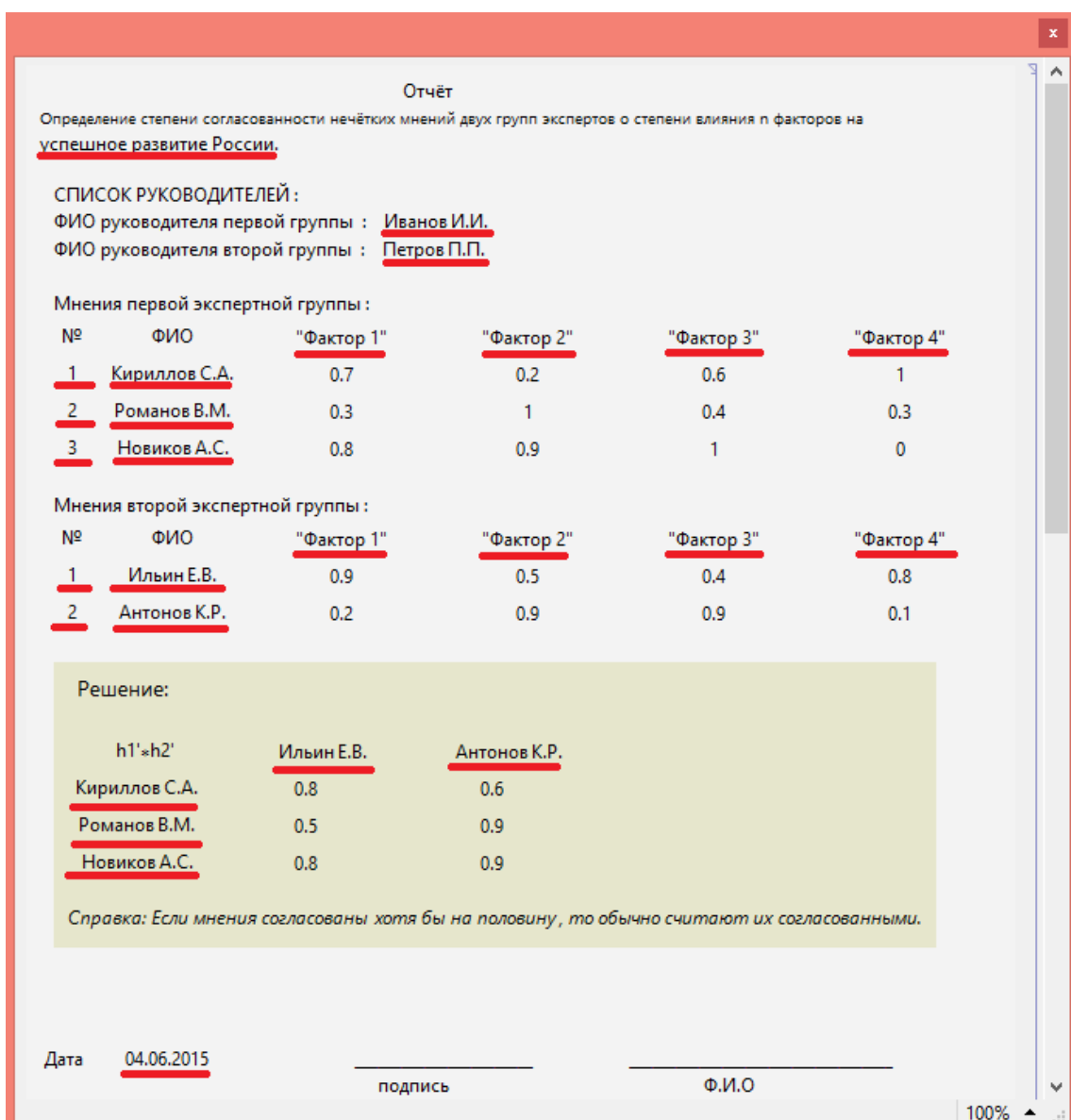


Рис. 3.19. Отчет с выделенными динамическими данными

### Литература к работе

1. Шустова Е.П. Математика (Дискретная математика. Элементы теории нечётких множеств). Практикум. Учебное пособие/ Е.П.Шустова. – Казань: Казан. ун-т, 2020.–114 с.,  
[https://kpfu.ru//staff\\_files/F1813307643/2020\\_07\\_07\\_diskr\\_mathem\\_print.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F1813307643/2020_07_07_diskr_mathem_print.pdf) .
2. Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств.– М.: НОУ «ИНТУИТ»,  
<https://www.intuit.ru/studies/courses/87/87/info> (дата обращения 10.04.2020).



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4.

### СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В СФЕРЕ БАНКОВСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ

**Суть работы:** создание динамического интерактивного приложения, с помощью которого можно в режиме реального времени определять лучший вариант для предоставления кредита.

**Задание.** В пакете Mathematica создать приложение «Оценка кредитоспособности предприятий – заёмщиков», в котором при нечётких представлениях о степени удовлетворённости в значениях каждого из критериев оценки:

- дать оценки кредитоспособности предприятий-заемщиков, используя данные их бухгалтерской отчетности;
- обеспечить выбор наиболее рационального варианта для выдачи кредита предприятию-заёмщику из множества допустимых вариантов.

*Основные методы, используемые в работе:*

- метод максиминной свёртки.

*Основные средства*

- Система компьютерной алгебры Mathematica.

#### **Методология и теоретическая часть**

При решении задач управления часто возникает необходимость выбора альтернатив при нечётких представлениях о степени удовлетворённости в значениях каждого из критериев оценки альтернативы.

Рациональный выбор альтернатив состоит из следующих этапов:

1. ситуационный анализ;
2. идентификация проблемы и постановка цели;
3. поиск необходимой информации;
4. формирование альтернатив;

5. формирование критериев для оценки альтернатив;
6. разработка критериев (индикаторов) для мониторинга;
7. проведение оценки;
8. выбор наилучшей альтернативы;
9. мониторинг исполнения;
10. оценка результата;
11. внедрение.

Эти этапы записаны здесь в порядке их обычного исполнения. Методы принятия решений [2] при выборе альтернатив в нечетких условиях:

- максиминной (аддитивной) свёртки;
- нечёткой композиции (на основе пересечения нечётких множеств);
- нечёткого отношения предпочтения;
- нечеткого логического вывода;
- ранжирование альтернатив на множестве лингвистических векторных оценок;

В настоящей работе используется метод максиминной свёртки. Поэтому ниже изложим суть этого метода [1, 4].

Пусть имеется множество альтернатив  $A = \{a_1, \dots, a_m\}$  и множество критериев  $F = \{F_1, \dots, F_n\}$ , при этом оценка  $j$ -й альтернативы по  $i$ -му критерию представлена нечётким числом  $f_i(fa_{ij}) | fa_{ij}$ , а относительная важность конкретного критерия задается нормированным коэффициентом  $k_i$   $i = \overline{1, n}$ . Здесь  $f_i = \mu_{F_i}$  – функции принадлежности для понятия «желаемое значение критерия  $F_i$ » а экспертные предпочтения представлены с помощью нечётких чисел  $f_i(fa_{ij}) | fa_{ij}$ . Весовые коэффициенты  $k_i$  важности рассматриваемых критериев могут быть определе-

ны с использованием процедуры парного сравнения.

Нечёткие множества для  $n$  рассматриваемых критериев, включающие  $m$  анализируемых альтернатив, имеют следующий вид:

$$F_i = \sum_{j=1}^m f_i(fa_{ij}) | fa_{ij}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Далее произведём свертку имеющейся информации в целях выявления лучшей альтернативы. Множество оптимальных альтернатив  $B$  определяется путем пересечения нечетких множеств

$$B = k_1 F_1 \cap k_2 F_2 \cap \dots \cap k_n F_n = \bigcap_{i=1}^n \{k_i f_i(fa_{ij}) | fa_{ij}\},$$

содержащих оценки альтернатив по критериям выбора.

Поэтому [6, 8] взвешенная оценка  $j$ -той альтернативы по всем критериям вычисляется по формуле

$$\mu_B(a_j) = \min_{i=1, n} \{k_i f_i(fa_{ij})\}, \quad j = \overline{1, m}.$$

Лучшей считается альтернатива с максимальным значением

$$\max_{j=1, m} \{\mu_B(a_j)\}$$

функции принадлежности по множеству  $B$ .

*Задача «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков».* Известны данные  $a_{ij}$  бухгалтерской отчетности предприятий-заемщиков (табл. 3.1). Эти данные могут динамически изменяться.

Таблица 3.1.

Данные бухгалтерской отчетности.

Финансовый показатель	Значение показателя для предприятия, тыс. руб.			
	а 1	а2	а 3	а 4
Денежные средства (ДС)	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$
Краткосрочные финансовые вложения (КФВ)	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24}$
Дебиторская задолженность (ДЗ)	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$
Запасы и затраты (ЗЗ)	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43}$	$a_{44}$
Собственный капитал (СК)	$a_{51}$	$a_{52}$	$a_{53}$	$a_{54}$
Краткосрочные обязательства (ОКс)	$a_{61}$	$a_{62}$	$a_{63}$	$a_{64}$
Итог баланса (ИБ)	$a_{71}$	$a_{72}$	$a_{73}$	$a_{74}$
Валовая выручка (ВВ)	$a_{81}$	$a_{82}$	$a_{83}$	$a_{84}$
Прибыль (П)	$a_{91}$	$a_{92}$	$a_{93}$	$a_{94}$

Группой экспертов построены функции принадлежности, соответствующие понятиям "предпочтительный коэффициент абсолютной ликвидности  $F_1$ ", "желаемый промежуточный коэффициент покрытия  $F_2$ ", "наилучший общий коэффициент покрытия  $F_3$ ", "предпочтительный коэффициент финансовой независимости  $F_4$ " "наилучший коэффициент рентабельности продукции  $F_5$ " (рис. 4.1.) [1, 5], где

$$F_1 = \frac{\text{ДС} + \text{КФВ}}{\text{ОКс}}; \quad F_2 = \frac{\text{ДС} + \text{КФВ} + \text{ДЗ}}{\text{ОКс}};$$

$$F_3 = \frac{\text{ДС} + \text{КФВ} + \text{ДЗ} + \text{ЗЗ}}{\text{ОКс}}; \quad F_4 = \frac{\text{СК}}{\text{ИБ}}; \quad F_5 = \frac{\text{П}}{\text{ВВ}}.$$

Все критерии считаются одинаково важными со степенью важности  $k_i = 1$ .

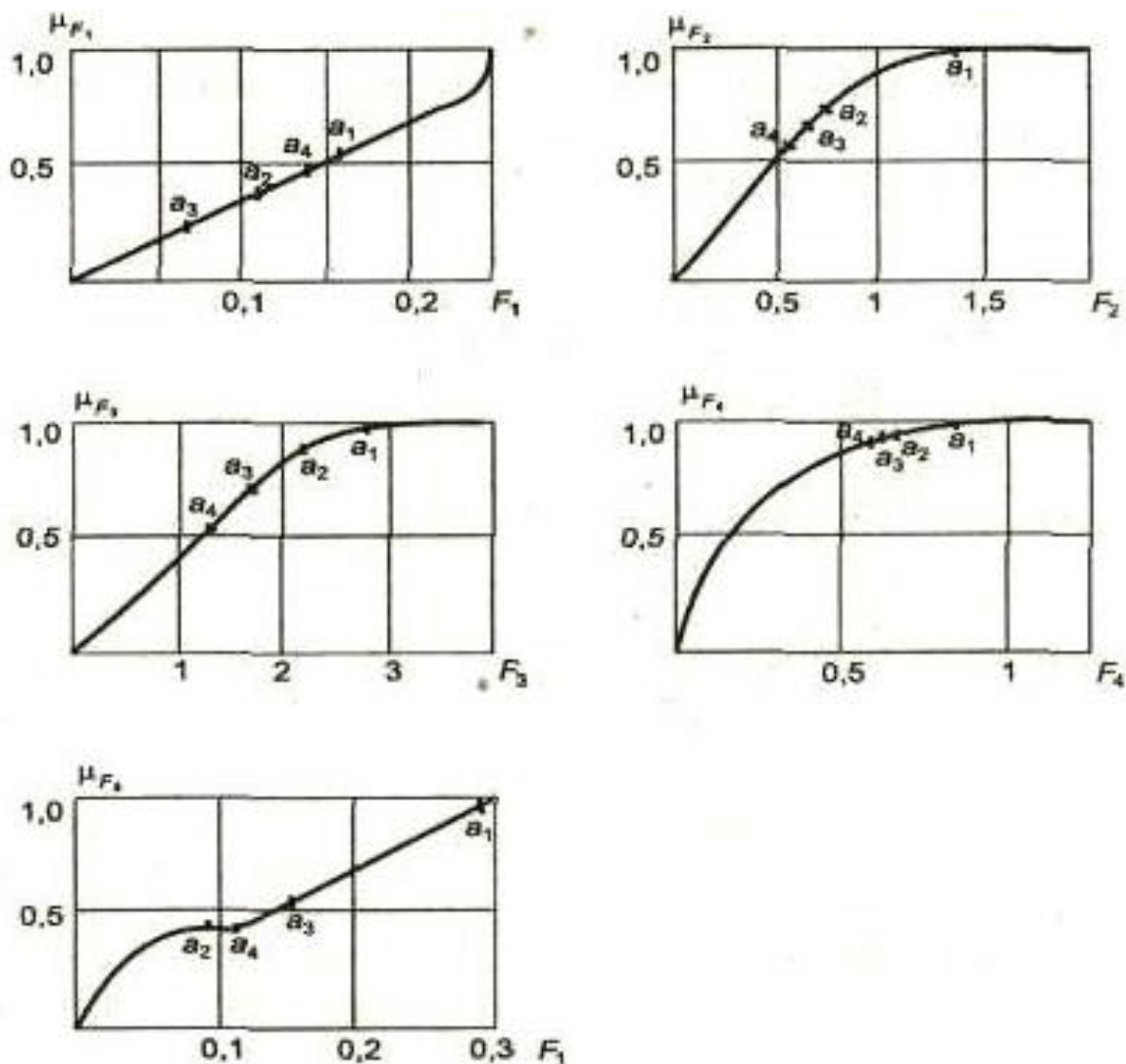


Рис 4.1. Функции принадлежности критериев кредитоспособности

В пакете Mathematica создать интерактивное динамичное приложение «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков», в котором при нечётких представлениях о степени удовлетворённости в значениях каждого из критериев оценки:

- дать оценки кредитоспособности предприятий-заемщиков, используя данные их бухгалтерской отчетности;
- обеспечить выбор наиболее рационального варианта для выдачи кредита предприятию-заёмщику из множества допустимых вариантов.

*Решение.* Рассмотрим применение метода максиминной свёртки для принятия решения о целесообразности кредитования четырёх рассматриваемых предприятий [4]. В рассматриваемой задаче предприятия являются альтернативами, из которых предстоит сделать выбор лучшей. Эти альтернативы обозначим через  $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ .

Для оценки кредитоспособности предприятий-заемщиков используем данные  $a_{ij}$  их бухгалтерской отчетности.

На основании этих данных по формулам (2.1) рассчитываем финансовые коэффициенты, характеризующие кредитоспособность заемщиков.

Рассчитанные значения критериев качества для рассматриваемых предприятий приведены в табл. 2. Там же даны нормативные значения критериев. В программе это будет матрица  $fa$ .

*Таблица 2.*

Расчетные и нормативные значения критериев качества предприятий

Критерий качества	Значение критерия для предприятия				Нормативное значение
	1	2	3	4	
F1 - коэффициент абсолютной ликвидности	$fa_{11}$	$fa_{12}$	$fa_{13}$	$fa_{14}$	0,1-0,25
F2 - промежуточный коэффициент покрытия	$fa_{21}$	$fa_{22}$	$fa_{23}$	$fa_{24}$	0,5-1,0
F3 - общий коэффициент покрытия	$fa_{31}$	$fa_{32}$	$fa_{33}$	$fa_{34}$	1,0-2,5
F4 - коэффициент финансовой независимости	$fa_{41}$	$fa_{42}$	$fa_{43}$	$fa_{44}$	0,6
F5 - коэффициент рентабельности продукции	$fa_{51}$	$fa_{52}$	$fa_{53}$	$fa_{54}$	Чем выше, тем лучше

Обработка полученной исходной информации с применением математического аппарата теории нечётких множеств проводится в три этапа.

**Этап 1.** Построение функций принадлежности [3-5], соответствующих понятиям "предпочтительный коэффициент абсолютной ликвидности", "желаемый промежуточный коэффициент покрытия", "наилучший коэффициент рентабельности" и т. д. (рис. 4.1.). Построение таких функций проводят эксперты, располагающие знаниями в области кредитования предприятий различного функционального назначения [1, 4].

**Этап 2.** Определяются конкретные значения функции принадлежности  $mfa_{ij} = f_i(fa_{ij})$  по критериям  $F = \{F_1 \dots, F_5\}$ . На каждом из графиков рис.1 отмечены значения функций принадлежности, соответствующие рассматриваемым альтернативам.

Заметим, что поставленную задачу лучше решать в матричном виде. Это упростит написание программы, сделает ее компактной и повысит быстродействие. Поэтому мы не будем сейчас записывать как именно выглядят нечёткие множества  $F_i$ . Это уже было сделано когда излагалась суть этого метода. В таблице 3 записываем степени принадлежности  $mfa_{ij} = f_i(fa_{ij})$ . А в программе это будет матрица  $mfa$ .

Далее (этап 3) осуществляем ранжирование альтернатив с использованием полученных взвешенных оценок на основе их нечёткой композиции.

В настоящей работе для принятия решения о кредитоспособности предприятия все критерии считаются одинаково важными со степенью важности  $k_i = 1$ .

Таблица 3.

Расчетные значения степеней принадлежности.

Критерий качества	Значение критерия для предприятия			
	a1	a2	a3	a4
F1	$mfa_{11}$	$mfa_{12}$	$mfa_{13}$	$mfa_{14}$
F2	$mfa_{21}$	$mfa_{22}$	$mfa_{23}$	$mfa_{24}$
F3	$mfa_{31}$	$mfa_{32}$	$mfa_{33}$	$mfa_{34}$
F4	$mfa_{41}$	$mfa_{42}$	$mfa_{43}$	$mfa_{44}$
F5	$mfa_{51}$	$mfa_{52}$	$mfa_{53}$	$mfa_{54}$

**Этап 3.** Осуществим свертку имеющейся информации в целях выявления лучшей альтернативы. Множество оптимальных альтернатив  $B$  определяется путем пересечения нечетких множеств

$$B = F_1 \cap F_2 \cap \dots \cap F_n = \bigcap_{i=1}^n f_i(fa_{ij}) \mid fa_{ij},$$

содержащих оценки альтернатив по критериям выбора.

Поэтому взвешенная оценка  $j$ -той альтернативы по всем критериям вычисляется по формуле

$$\mu_B(a_j) = \min_{i=1,n} \{f_i(fa_{ij})\} = \min_{i=1,n} \{mfa_{ij}\},$$

$$j = \overline{1, n}.$$

Заметим, это означает что  $\mu_B(a_j)$  являются минимумами в соответствующем  $j$ -м столбце матрицы  $mfa$ .

Результат занесём в таблицу 4. В программе это будут



`Dynamic [Min [mfa [ [A11 , 1 ] ] ] ,`  
`Dynamic [Min [mfa [ [A11 , 2 ] ] ] ,`  
`Dynamic [Min [mfa [ [A11 , 3 ] ] ] ,`  
`Dynamic [Min [mfa [ [A11 , 4 ] ] ] ,`

вставляемые в поле на платформе с именем forma.

*Таблица 4.*

Степени уверенности в целесообразности кредитования  
соответствующего предприятия.

Степени уверенности в целесообразности кредитования соответствующего предприятия.			
a1	a2	a3	a4
$\mu_B (a_1)$	$\mu_B (a_2)$	$\mu_B (a_3)$	$\mu_B (a_4)$

Лучшей считается альтернатива с максимальным значением

$$\max_{j=1,m} \{ \mu_B (a_j) \}$$

функции принадлежности по множеству В.

## Создание СППР

### « Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков» в Mathematica (практическая часть)

- Создание форм с данными бухгалтерской отчетности и кнопки для их открытия в системе:

In[31]:= • Массив для определения года;

```
In[108]:= god = Table [With[{i = i},  
    g[i]],  
    {i, 3}]
```

```
Out[108]:= {g[1], g[2], g[3]}
```

In[203]:= • Создание форм «Данные бухгалтерской отчетности предприятий – заемщиков» за каждый год;

```
formal =  
Panel[  
Column[  
Grid[{{Style["Данные бухгалтерской отчетности предприятий-заёмщиков за", Purple], InputField[Dynamic@god[[1]], FieldSize -> 6], Style["год", Purple]  
}}, Alignment -> Center],  
Grid[  
{{Style[  
"  
Значения показателей для предприятий (тыс. руб)", Blue]]}},  
Grid[{{Style["Фин. показатели", Blue], Style["Денежные средства"], Style["Краткосрочные фин. вложения"], Style[" Дебиторская задолженность"],  
Style["Запасы и затраты"], Style["Собственный капитал"], Style["Краткосрочные обязательства"], Style["Итог баланса"],  
Style["Валовая выручка"], Style["Прибыль"]}}, Alignment -> Center],  
Dynamic[Grid[  
Table[  
With[{i = i},  
{"Предприятие", i, InputField[Dynamic@ds1[i], FieldSize -> 9],  
InputField[Dynamic@kfv1[i], FieldSize -> 14],  
InputField[Dynamic@dz1[i], FieldSize -> 14],  
InputField[Dynamic@zz1[i], FieldSize -> 8],  
InputField[Dynamic@sk1[i], FieldSize -> 10],  
InputField[Dynamic@oks1[i], FieldSize -> 14],  
InputField[Dynamic@ib1[i], FieldSize -> 6],  
InputField[Dynamic@vv1[i], FieldSize -> 7],  
InputField[Dynamic@p1[i], FieldSize -> 5]}],  
{i, k}]]]]]
```

Данные бухгалтерской отчетности предприятий-заёмщиков за <input type="text" value="2011"/> год		Значения показателей для предприятий (тыс. руб)								
Фин. показатели	Денежные средства	Краткосрочные фин. вложения	Дебиторская задолженность	Запасы и затраты	Собственный капитал	Краткосрочные обязательства	Итог баланса	Валовая выручка	Прибыль	
Предприятие 1	<input type="text" value="24"/>	<input type="text" value="21"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="140"/>	<input type="text" value="500"/>	<input type="text" value="36"/>	<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="350"/>	<input type="text" value="480"/>	
Предприятие 2	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="89"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="33"/>	<input type="text" value="260"/>	<input type="text" value="500"/>	<input type="text" value="400"/>	
Предприятие 3	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="28"/>	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="78"/>	<input type="text" value="160"/>	<input type="text" value="300"/>	

```

In[228]= forma2 =
Panel[
Column[
{Grid[{{Style["Данные бухгалтерской отчетности предприятий-заёмщиков за", Purple], InputField[Dynamic@god[2], FieldSize -> 6], Style["год", Purple]}},
Alignment -> Center],
Grid[
{{Style[
"
Значения показателей для предприятий (тыс. руб)", Blue]}},
Grid[{{Style["Фин. показатели", Blue], Style["Денежные средства"], Style["Краткосрочные фин. вложения"], Style[" Дебиторская задолженность"],
Style["Запасы и затраты"], Style["Собственный капитал"], Style["Краткосрочные обязательства"], Style["Итого баланса"],
Style["Валовая выручка"], Style["Прибыль"]}}, Alignment -> Center],
Dynamic[Grid[
Table[
With[{i = 1},
{"Предприятие", i, InputField[Dynamic@ds2[i], FieldSize -> 9],
InputField[Dynamic@kfv2[i], FieldSize -> 14],
InputField[Dynamic@dz2[i], FieldSize -> 14],
InputField[Dynamic@zz2[i], FieldSize -> 8],
InputField[Dynamic@sk2[i], FieldSize -> 10],
InputField[Dynamic@oks2[i], FieldSize -> 14],
InputField[Dynamic@ib2[i], FieldSize -> 6],
InputField[Dynamic@vv2[i], FieldSize -> 7],
InputField[Dynamic@p2[i], FieldSize -> 5]}],
{i, k}]]
}}}

```

Данные бухгалтерской отчетности предприятий-заёмщиков за 2012 год

Значения показателей для предприятий (тыс. руб)

Фин. показатели	Денежные средства	Краткосрочные фин. вложения	Дебиторская задолженность	Запасы и затраты	Собственный капитал	Краткосрочные обязательства	Итого баланса	Валовая выручка	Прибыль
Предприятие 1	44	11	10	24	100	66	450	150	380
Предприятие 2	37	21	39	10	250	36	222	510	300
Предприятие 3	100	16	48	60	15	170	58	360	200

```

In[206]= forma3 =
Panel[
Column[
{Grid[{{Style["Данные бухгалтерской отчетности предприятий-заёмщиков за", Purple], InputField[Dynamic@god[3], FieldSize -> 6], Style["год", Purple]}},
Alignment -> Center],
Grid[
{{Style[
"
Значения показателей для предприятий (тыс. руб)", Blue]}},
Grid[{{Style["Фин. показатели", Blue], Style["Денежные средства"], Style["Краткосрочные фин. вложения"], Style[" Дебиторская задолженность"],
Style["Запасы и затраты"], Style["Собственный капитал"], Style["Краткосрочные обязательства"], Style["Итого баланса"],
Style["Валовая выручка"], Style["Прибыль"]}}, Alignment -> Center],
Dynamic[Grid[
Table[
With[{i = 1},
{"Предприятие", i, InputField[Dynamic@ds3[i], FieldSize -> 9],
InputField[Dynamic@kfv3[i], FieldSize -> 14],
InputField[Dynamic@dz3[i], FieldSize -> 14],
InputField[Dynamic@zz3[i], FieldSize -> 8],
InputField[Dynamic@sk3[i], FieldSize -> 10],
InputField[Dynamic@oks3[i], FieldSize -> 14],
InputField[Dynamic@ib3[i], FieldSize -> 6],
InputField[Dynamic@vv3[i], FieldSize -> 7],
InputField[Dynamic@p3[i], FieldSize -> 5]}],
{i, k}]]
}}}

```

Данные бухгалтерской отчетности предприятий-заёмщиков за 2013 год

Значения показателей для предприятий (тыс. руб)

Фин. показатели	Денежные средства	Краткосрочные фин. вложения	Дебиторская задолженность	Запасы и затраты	Собственный капитал	Краткосрочные обязательства	Итого баланса	Валовая выручка	Прибыль
Предприятие 1	27	21	0	14	340	11	450	170	580
Предприятие 2	10	19	5	12	200	33	460	300	250
Предприятие 3	10	44	6	18	150	66	160	400	120

```

In[17]: • Создание кнопки «Данные бухгалтерской отчетности предприятий»:
где для каждого предприятия показываются данные бухгалтерской отчетности за каждый год соответственно:

In[18]:
Information1 = ActionMenu["Данные бухгалтерской отчетности предприятий",
{"aa" InputField[Dynamic@god[[1]], FieldSize -> 4] =>
{{Dynamic[forma1]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{forma1}, WindowTitle -> "1-й год", WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> {1270, 250}]}},
"aa" InputField[Dynamic@god[[2]], FieldSize -> 4] =>
{{Dynamic[forma2]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{forma2}, WindowTitle -> "2-й год", WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> {1270, 250}]}},
"aa" InputField[Dynamic@god[[3]], FieldSize -> 4] =>
{{Dynamic[forma3]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{forma3}, WindowTitle -> "3-й год", WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> {1270, 250}]}]}}]

Out[18]: 

```

• Создание вектор-функций данных бухгалтерской отчетности на  $k$ -ТЫЙ ГОД:

In[35]: • Задание функций данных бухгалтерской отчетности за каждый год;

In[36]:  $A1[k\_ ] := \{ds1[k], kfv1[k], dz1[k], zz1[k], sk1[k], oks1[k], ib1[k], vv1[k], p1[k]\}$

In[37]:  $A2[k\_ ] := \{ds2[k], kfv2[k], dz2[k], zz2[k], sk2[k], oks2[k], ib2[k], vv2[k], p2[k]\}$

In[38]:  $A3[k\_ ] := \{ds3[k], kfv3[k], dz3[k], zz3[k], sk3[k], oks3[k], ib3[k], vv3[k], p3[k]\}$

Значения компонент этих функций можно считывать с базы данных или вводить в системе.

• Задание функций - финансовых коэффициентов  $F_i$ , характеризующих кредитоспособность заемщиков за  $k$ -тый год:

• Задание функций - финансовых коэффициентов (критериев), характеризующих кредитоспособность заемщиков за каждый год;

```

In[39]:
F1[ds1_, kfv1_, oks1_] := N[(ds1 + kfv1) / oks1];
F2[ds1_, kfv1_, dz1_, oks1_] := N[(ds1 + kfv1 + dz1) / oks1];
F3[ds1_, kfv1_, dz1_, zz1_, oks1_] := N[(ds1 + kfv1 + dz1 + zz1) / oks1];
F4[sk1_, ib1_] := N[sk1 / ib1];
F5[p1_, vv1_] := N[p1 / vv1];

In[43]:
F1[ds2_, kfv2_, oks2_] := N[(ds2 + kfv2) / oks2];
F2[ds2_, kfv2_, dz2_, oks2_] := N[(ds2 + kfv2 + dz2) / oks2];
F3[ds2_, kfv2_, dz2_, zz2_, oks2_] := N[(ds2 + kfv2 + dz2 + zz2) / oks2];
F4[sk2_, ib2_] := N[sk2 / ib2];
F5[p2_, vv2_] := N[p2 / vv2];

In[48]:
F1[ds3_, kfv3_, oks3_] := N[(ds3 + kfv3) / oks3];
F2[ds3_, kfv3_, dz3_, oks3_] := N[(ds3 + kfv3 + dz3) / oks3];
F3[ds3_, kfv3_, dz3_, zz3_, oks3_] := N[(ds3 + kfv3 + dz3 + zz3) / oks3];
F4[sk3_, ib3_] := N[sk3 / ib3];
F5[p3_, vv3_] := N[p3 / vv3];

```

- Построение функций принадлежности, соответствующих понятиям «наилучшее значение критерия  $F_i$ »

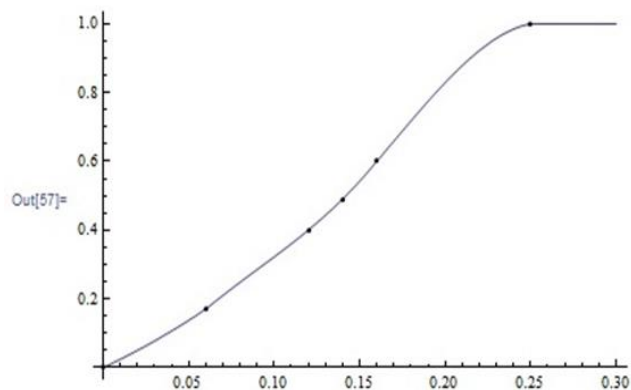
In[53]:= • Построение функций принадлежности ; соответствующих понятиям «наилучшее значение критерия »;

In[54]:= `points1 = {{0, 0}, {0.06, 0.17}, {0.12, 0.4}, {0.14, 0.49}, {0.16, 0.6}, {0.25, 1}};`

`df1 = Interpolation[points1, InterpolationOrder -> 3];`

`mf1[f_] := Piecewise[{{df1[f], 0 < f < 0.25}, {1, f >= 0.25}}]`

`plot1 = Plot[mf1[x], {x, 0, 0.3}, PlotRange -> All, Epilog -> Map[Point, points1]]`



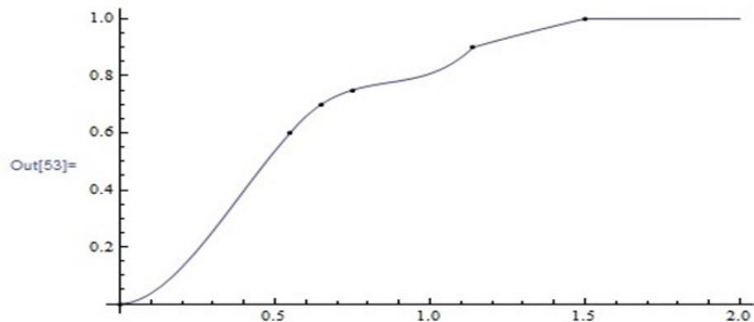
In[50]:=

`points2 = {{0, 0}, {0.55, 0.6}, {0.65, 0.7}, {0.75, 0.75}, {1.14, 0.9}, {1.5, 1}};`

`df2 = Interpolation[points2, InterpolationOrder -> 3];`

`mf2[f_] := Piecewise[{{df2[f], 0 < f < 1.5},  
{1, f >= 1.5}}]`

`plot2 = Plot[mf2[x], {x, 0, 2}, PlotRange -> All, Epilog -> Map[Point, points2]]`



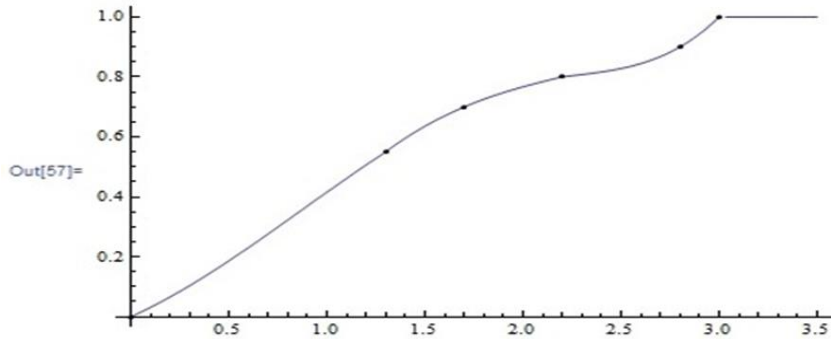
In[54]:=

```
points3 = {{0, 0}, {1.3, 0.55}, {1.7, 0.7}, {2.2, 0.8}, {2.8, 0.9}, {3, 1}};
```

```
df3 = Interpolation[points3, InterpolationOrder -> 3];
```

```
mf3[f_] := Piecewise[{  
  {df3[f], 0 < f < 3},  
  {1, f >= 3}}]
```

```
plot3 = Plot[mf3[x], {x, 0, 3.5}, PlotRange -> All, Epilog -> Map[Point, points3]]
```



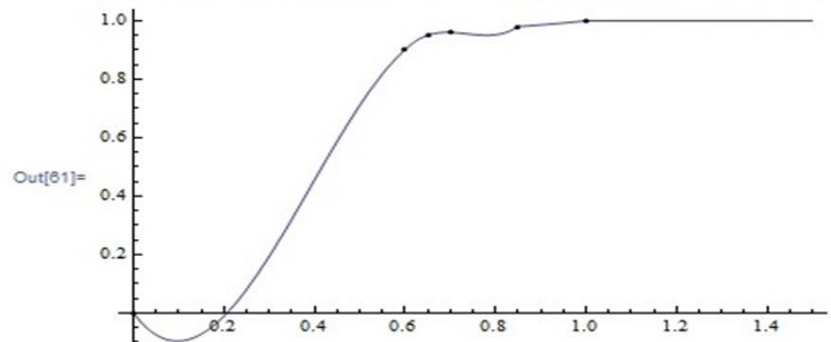
In[58]:=

```
points4 = {{0, 0}, {0.6, 0.9}, {0.65, 0.95}, {0.7, 0.96}, {0.85, 0.98}, {1, 1}};
```

```
df4 = Interpolation[points4, InterpolationOrder -> 3];
```

```
mf4[f_] := Piecewise[{{df4[f], 0 < f < 1}, {1, f >= 1}}]
```

```
plot4 = Plot[mf4[x], {x, 0, 1.5}, PlotRange -> All, Epilog -> Map[Point, points4]]
```



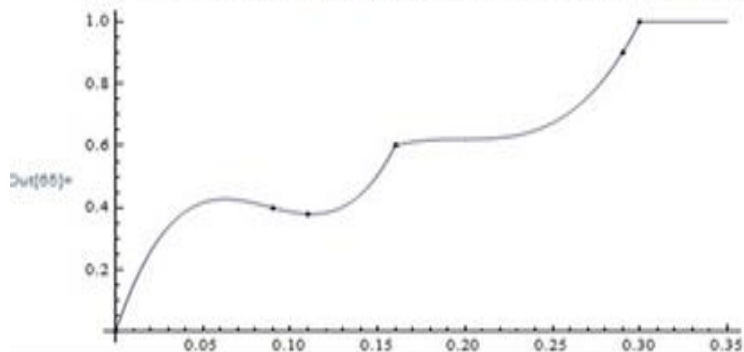
In[62]:=

```
points5 = {{0, 0}, {0.09, 0.4}, {0.11, 0.38}, {0.16, 0.6}, {0.29, 0.9}, {0.3, 1}};
```

```
df5 = Interpolation[points5, InterpolationOrder -> 3];
```

```
mf5[f_] := Piecewise[{{df5[f], 0 < f < 0.3}, {1, f >= 0.3}}]
```

```
plot5 = Plot[mf5[x], {x, 0, 0.35}, PlotRange -> All, Epilog -> Map[Point, points5]]
```





- Создание матрицы значений факторов для альтернатив:

```

In[74]:= • Задание функций значений факторов для альтернатив за каждый год;

In[75]:= fa1[k_] := {Dynamic@F1[ds1[k], kfv1[k], oks1[k]], Dynamic@F2[ds1[k], kfv1[k], dz1[k], oks1[k]],
  Dynamic@F3[ds1[k], kfv1[k], dz1[k], zz1[k], oks1[k]], Dynamic@F4[sk1[k], ib1[k]],
  Dynamic@F5[p1[k], vv1[k]]}

In[76]:= fa2[k_] := {Dynamic@F1[ds2[k], kfv2[k], oks2[k]], Dynamic@F2[ds2[k], kfv2[k], dz2[k], oks2[k]],
  Dynamic@F3[ds2[k], kfv2[k], dz2[k], zz2[k], oks2[k]], Dynamic@F4[sk2[k], ib2[k]],
  Dynamic@F5[p2[k], vv2[k]]}

In[77]:= fa3[k_] := {Dynamic@F1[ds3[k], kfv3[k], oks3[k]], Dynamic@F2[ds3[k], kfv3[k], dz3[k], oks3[k]],
  Dynamic@F3[ds3[k], kfv3[k], dz3[k], zz3[k], oks3[k]], Dynamic@F4[sk3[k], ib3[k]],
  Dynamic@F5[p3[k], vv3[k]]}

```

- Создание матрицы значений степеней принадлежности по критериям для всех альтернатив:

```

In[78]:= • Задание функций значений степеней принадлежности по критериям для всех альтернатив за каждый год;

In[79]:= mfa1[k_] := {mf1 @@ fa1[k][[1]], mf2 @@ fa1[k][[2]], mf3 @@ fa1[k][[3]], mf4 @@ fa1[k][[4]], mf5 @@ fa1[k][[5]]}

In[80]:= mfa2[k_] := {mf1 @@ fa2[k][[1]], mf2 @@ fa2[k][[2]], mf3 @@ fa2[k][[3]], mf4 @@ fa2[k][[4]], mf5 @@ fa2[k][[5]]}

In[81]:= mfa3[k_] := {mf1 @@ fa3[k][[1]], mf2 @@ fa3[k][[2]], mf3 @@ fa3[k][[3]], mf4 @@ fa3[k][[4]], mf5 @@ fa3[k][[5]]}

```

- Формирование панели значений критериев для предприятий и кнопки для их открытия в системе

```

In[207]:= • Формирование панелей значений критериев для предприятий за каждый год;

In[208]:= criterial =
  Panel[
    Column[{Grid[{{Style["Значения критериев для предприятий за ", Purple], InputField[Dynamic@god[[1]], FieldSize -> 6], Style["год", Purple]}],
      Alignment -> Center},
    Grid[{{Style["Критерии", Blue], Style[" Кoeffициент абсолютной ликвидности"], Style["Промежуточный коэффициент покрытия"],
      Style[" Общй коэффициент покрытия"], Style[" Кoeffициент финансовой независимости"], Style["Кoeffициент рентабельности продукции"]},
      Alignment -> Center},
    Dynamic@Grid[
      Table[
        With[{i = i},
          {"Предприятие", i, InputField[Dynamic@fa1[i][[1]], FieldSize -> 19],
            InputField[Dynamic@fa1[i][[2]], FieldSize -> 19],
            InputField[Dynamic@fa1[i][[3]], FieldSize -> 16],
            InputField[Dynamic@fa1[i][[4]], FieldSize -> 19],
            InputField[Dynamic@fa1[i][[5]], FieldSize -> 19]}],
          {i, k}]],
      Grid[{{Style["Нормативные значения", Blue], Table[InputField["0.1-0.25", FieldSize -> 15]_]},
        Table[InputField["0.5-1", FieldSize -> 19]_]}, Table[InputField["1-2.5", FieldSize -> 16]_]}, Table[InputField[0.6, FieldSize -> 19]_]},
        Table[InputField["Чем выше тем лучше", FieldSize -> 19]_]}}]
    ]]]

```

Значения критериев для предприятий за 2011 год						
Критерии	Кoeffициент абсолютной ликвидности	Промежуточный коэффициент покрытия	Общй коэффициент покрытия	Кoeffициент финансовой независимости	Кoeffициент рентабельности продукции	
Предприятие 1	1.25	1.25	5.13889	2.	1.37143	
Предприятие 2	3.60606	4.51515	4.87879	0.769231	0.8	
Предприятие 3	0.16	0.2	0.48	1.92308	1.875	
Нормативные значения	"0.1-0.25"	"0.5-1"	"1-2.5"	0.6	"Чем выше тем лучше"	

```

In[209]:= criteria2 =
Panel[
Column[Grid[{{Style["Значения критериев для предприятий за ", Purple], InputField[Dynamic@god[[2]], FieldSize -> 6], Style["год", Purple]}},
Alignment -> Center],
Grid[{{Style["Критерии", Blue], Style["Кoeffициент абсолютной ликвидности"], Style["Промежуточный коэффициент покрытия"],
Style["Общий коэффициент покрытия"], Style["Кoeffициент финансовой независимости"], Style["Кoeffициент рентабельности продукции"]}},
Alignment -> Center],
Dynamic[Grid[
Table[
With[{i = 1},
{"Предприятие", i, InputField[Dynamic@fa2[i][1]], FieldSize -> 19],
InputField[Dynamic@fa2[i][2]], FieldSize -> 19],
InputField[Dynamic@fa2[i][3]], FieldSize -> 16],
InputField[Dynamic@fa2[i][4]], FieldSize -> 19],
InputField[Dynamic@fa2[i][5]], FieldSize -> 19}}],
{i, k}]],
Grid[{{Style["Нормативные значения", Blue], Table[InputField["0.1-0.25", FieldSize -> 15]_]},
Table[InputField["0.5-1", FieldSize -> 19]_]}, Table[InputField["1-2.5", FieldSize -> 16]_]}, Table[InputField[0.6, FieldSize -> 19]_]},
Table[InputField["Чем выше тем лучше", FieldSize -> 19]_]}}
]]
]]

```

Значения критериев для предприятий за <input type="text" value="2012"/> год		Кoeffициент абсолютной ликвидности	Промежуточный коэффициент покрытия	Общий коэффициент покрытия	Кoeffициент финансовой независимости	Кoeffициент рентабельности продукции
Предприятие 1	<input type="text" value="0.833333"/>	<input type="text" value="0.984848"/>	<input type="text" value="1.34848"/>	<input type="text" value="0.222222"/>	<input type="text" value="2.53333"/>	
Предприятие 2	<input type="text" value="1.61111"/>	<input type="text" value="2.69444"/>	<input type="text" value="2.97222"/>	<input type="text" value="1.12613"/>	<input type="text" value="0.588235"/>	
Предприятие 3	<input type="text" value="0.682353"/>	<input type="text" value="0.964706"/>	<input type="text" value="1.31765"/>	<input type="text" value="0.258621"/>	<input type="text" value="0.555556"/>	
Нормативные значения	<input type="text" value="0.1-0.25"/>	<input type="text" value="0.5-1"/>	<input type="text" value="1-2.5"/>	<input type="text" value="0.6"/>	<input type="text" value="Чем выше тем лучше"/>	

```

In[210]:= criteria3 =
Panel[
Column[Grid[{{Style["Значения критериев для предприятий за ", Purple], InputField[Dynamic@god[[3]], FieldSize -> 6], Style["год", Purple]}},
Alignment -> Center],
Grid[{{Style["Критерии", Blue], Style["Кoeffициент абсолютной ликвидности"], Style["Промежуточный коэффициент покрытия"],
Style["Общий коэффициент покрытия"], Style["Кoeffициент финансовой независимости"], Style["Кoeffициент рентабельности продукции"]}},
Alignment -> Center],
Dynamic[Grid[
Table[
With[{i = 1},
{"Предприятие", i, InputField[Dynamic@fa3[i][1]], FieldSize -> 19],
InputField[Dynamic@fa3[i][2]], FieldSize -> 19],
InputField[Dynamic@fa3[i][3]], FieldSize -> 16],
InputField[Dynamic@fa3[i][4]], FieldSize -> 19],
InputField[Dynamic@fa3[i][5]], FieldSize -> 19}}],
{i, k}]],
Grid[{{Style["Нормативные значения", Blue], Table[InputField["0.1-0.25", FieldSize -> 15]_]},
Table[InputField["0.5-1", FieldSize -> 19]_]}, Table[InputField["1-2.5", FieldSize -> 16]_]}, Table[InputField[0.6, FieldSize -> 19]_]},
Table[InputField["Чем выше тем лучше", FieldSize -> 19]_]}}
]]
]]

```

Значения критериев для предприятий за <input type="text" value="2013"/> год		Кoeffициент абсолютной ликвидности	Промежуточный коэффициент покрытия	Общий коэффициент покрытия	Кoeffициент финансовой независимости	Кoeffициент рентабельности продукции
Предприятие 1	<input type="text" value="4.36364"/>	<input type="text" value="4.36364"/>	<input type="text" value="5.63636"/>	<input type="text" value="0.755556"/>	<input type="text" value="3.41176"/>	
Предприятие 2	<input type="text" value="0.878788"/>	<input type="text" value="1.0303"/>	<input type="text" value="1.39394"/>	<input type="text" value="0.434783"/>	<input type="text" value="0.833333"/>	
Предприятие 3	<input type="text" value="0.818182"/>	<input type="text" value="0.909091"/>	<input type="text" value="1.18182"/>	<input type="text" value="0.9375"/>	<input type="text" value="0.3"/>	
Нормативные значения	<input type="text" value="0.1-0.25"/>	<input type="text" value="0.5-1"/>	<input type="text" value="1-2.5"/>	<input type="text" value="0.6"/>	<input type="text" value="Чем выше тем лучше"/>	



```

In[199]:= • Создание кнопки «Значения критериев для предприятий»;
где для каждого предприятия показываются данные бухгалтерской отчетности за каждый год соответственно;

In[200]:=
Information = ActionMenu["Значения критериев для предприятий",
{"aa" InputField[Dynamic@god[[1]], FieldSize -> 4] =>
{{Dynamic[criteria1]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{criteria1}, WindowTitle -> "Значения критериев для предприятий за 1-й год",
WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> {1250, 250}]}];),
"aa" InputField[Dynamic@god[[2]], FieldSize -> 4] =>
{{Dynamic[criteria2]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{criteria2}, WindowTitle -> "Значения критериев для предприятий за 2-й год",
WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> {1250, 250}]}];),
"aa" InputField[Dynamic@god[[3]], FieldSize -> 4] =>
{{Dynamic[criteria3]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{criteria3}, WindowTitle -> "Значения критериев для предприятий за 3-й год",
WindowFrame -> "Palette", WindowSize -> {1250, 250}]}];)}];

Out[200]:= Значения критериев для предприятий

```

- Создание формы «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков» за три года.

Сначала подсчитываем вектор средних степеней уверенности в целесообразности кредитования (для каждого предприятия своя соответствующая компонента средней степени уверенности в этом векторе):

```

In[212]:= s[i_] := (Min[mfa1[i]] + Min[mfa2[i]] + Min[mfa3[i]]) / 3

In[213]:= ss = Table [With[{i = i},
s[i]],
{i, k}]

Out[213]:= {0.637363, 0.827077, 0.242081}

```

**• Массив из номеров предприятий;**

```

In[215]:= si = Table [With[{i = i},
i],
{i, k}]

Out[215]:= {1, 2, 3}

In[216]:= sip = Table [With[{i = i},
If[i = 1, "1 предприятие", "предприятие"]],
{i, k}]

Out[216]:= {1 предприятие, предприятие, предприятие}

```

```
In[33]= • Создать кнопку «Название предприятий»;
```

```
In[107]= namepredpr = Table [With[{i = i},  
    Dynamic@a[i]],  
    {i, k}]
```

```
Out[107]= {a[1], a[2], a[3]}
```

```
In[35]= formnazvpredpr = Panel[Column[Grid[{{Style["  
    Dynamic[Grid[  
        Table[  
            With[{i = i},  
                {i, InputField[Dynamic@a[i], FieldSize -> 22]}},  
            {i, k}}]}], Alignment -> Center],  
    Введите названия предприятий", Purple]], Alignment -> Center],
```

Out[35]=

Введите названия предприятий

1	a[1]
2	a[2]
3	a[3]

```
In[36]= information3 = Button["Название предприятий",  
    CreateDocument[{formnazvpredpr}, WindowTitle -> "Название предприятий", WindowSize -> {325, 150}]]
```

```
Out[36]= Название предприятий
```

Затем формируем нужную нам форму:

```
In[108]= form123 =  
Panel[Column[Grid[{{Style["Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков за 3 года", Purple], ""}}, Alignment -> Center],  
    Grid[{{Style["  
        Степени уверенности в целесообразности кредитования соответствующего предприятия", Blue]}},  
    Grid[{{Style["  
        ", InputField[Dynamic@god[[1]], FieldSize -> 6], Style[" "],  
        InputField[Dynamic@god[[2]], FieldSize -> 6], Style[" "], InputField[Dynamic@god[[3]], FieldSize -> 6], Style["  
        Средняя степень уверенности"],  
        Style["  
        График"]}}, Alignment -> Center],  
    Dynamic[Grid[Table [With[{i = i},  
        {"Предприятие", i, InputField[Dynamic[Min[mfa1[i]], FieldSize -> 7],  
        InputField[Dynamic[Min[mfa2[i]], FieldSize -> 7],  
        InputField[Dynamic[Min[mfa3[i]], FieldSize -> 7],  
        InputField[Dynamic[(Min[mfa1[i]] + Min[mfa2[i]] + Min[mfa3[i]]) / 3], FieldSize -> 14]}},  
        {i, k}]] BarChart[{ss}, ChartLegends -> {si sip - namepredpr}, ChartElementFunction -> "GlassRectangle"]],  
    Grid[{{}, {Style[" "], Style["Лучшим предприятием является предприятие с наибольшей средней степенью уверенности.", Red]}},  
    Grid[{{Style["Следовательно можем сделать вывод о том, что наиболее кредитоспособным является предприятие " Dynamic@Position[ss, Max[ss]][[1, 1]],  
    Red], Style["со средней степенью уверенности = " Dynamic[Max[ss] 100], Red], Style["%", Red]}}, Background -> RGBColor[0.4, .9, .7]
```



In[90]= • Создание кнопки «результат»; где выводится форма «Оценка кредитоспособности предприятий – заемщиков за 3 года»;

```
In[91]=
information2 =
Button["Результат", {{Dynamic[forma123]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{forma123}, WindowTitle -> "Оценка за 3 года", WindowSize -> {1025, 275}]}];]
```



In[155]= • Создание кнопки «справка»; где предусмотреть вывод справочного материала в новых раскрывающихся окнах;

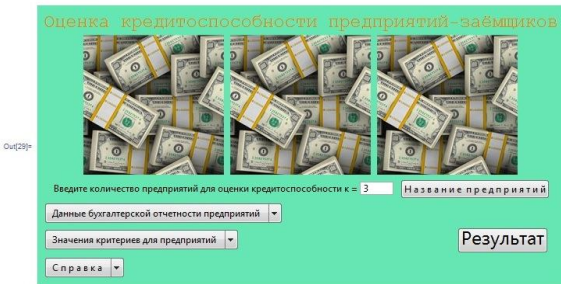
```
In[156]= справка =
ActionMenu["Справка",
{"Суть задачи и ее решение" ->
(CreateDocument[Import["C:\\Users\\Aidar\\Desktop\\Айгуль\\Диплом\\sut i resh.nb"], WindowTitle -> "sut i resh.nb", WindowSize -> {550, 400}];),
"Алгоритм" ->
(CreateDocument[Import["C:\\Users\\Aidar\\Desktop\\Айгуль\\Диплом\\algorithm.nb"], WindowTitle -> "algorithm.nb", WindowSize -> {550, 400}];),
"График степени принадлежности: предпочтит. коэффициент абсолютн. ликвидности" ->
({Dynamic[plot1]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{plot1}, WindowTitle -> "Предпочтит. коэффициент абсолютн. ликвидности", WindowSize -> {550, 250}]});),
"График степени принадлежности: желаемый промежуточный коэффициент покрытия" ->
({Dynamic[plot2]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{plot2}, WindowTitle -> "Желаемый промежуточный коэффициент покрытия", WindowSize -> {550, 250}]});),
"График степени принадлежности: желаемый общий коэффициент покрытия" ->
({Dynamic[plot3]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{plot3}, WindowTitle -> "Желаемый общий коэффициент покрытия", WindowSize -> {550, 250}]});),
"График степени принадлежности: предпочтит. коэфф. финансовой независимости" ->
({Dynamic[plot4]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{plot4}, WindowTitle -> "Предпочтит коэфф. финансовой независимости", WindowSize -> {550, 250}]});),
"График степени принадлежности: наилучший коэффициент рентабельности" ->
({Dynamic[plot5]} // CreateWindow[DocumentNotebook[{plot5}, WindowTitle -> "Наилучший коэффициент рентабельности", WindowSize -> {550, 250}]});)]
```



• Формирование основной панели системы:

In[28]= • Формирование основной панели. Эта панель должна иметь вид:

```
In[29]= oboznacheniya = Panel[Grid[{{
Column[{{Grid[{{Style["Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков"]}}],
Grid[{{Style[" "],
}}, Grid[{{Style[" Введите количество предприятий для оценки кредитоспособности к =" InputField[Dynamic[k], FieldSize -> 3]],
Dynamic[information3]}},
Grid[{{Style[Dynamic[information1]}]}},
Grid[{{Style[Dynamic[information]], Style["
Style[Dynamic[information2]}]}},
Grid[{{Style[Dynamic[spravka]}]}
}}}], Background -> RGBColor[0.4, .9, .7]
}}}],
```



## Вид готовой СППР

### «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков» и демонстрация его работы

Готовое приложение «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков» должно иметь вид:

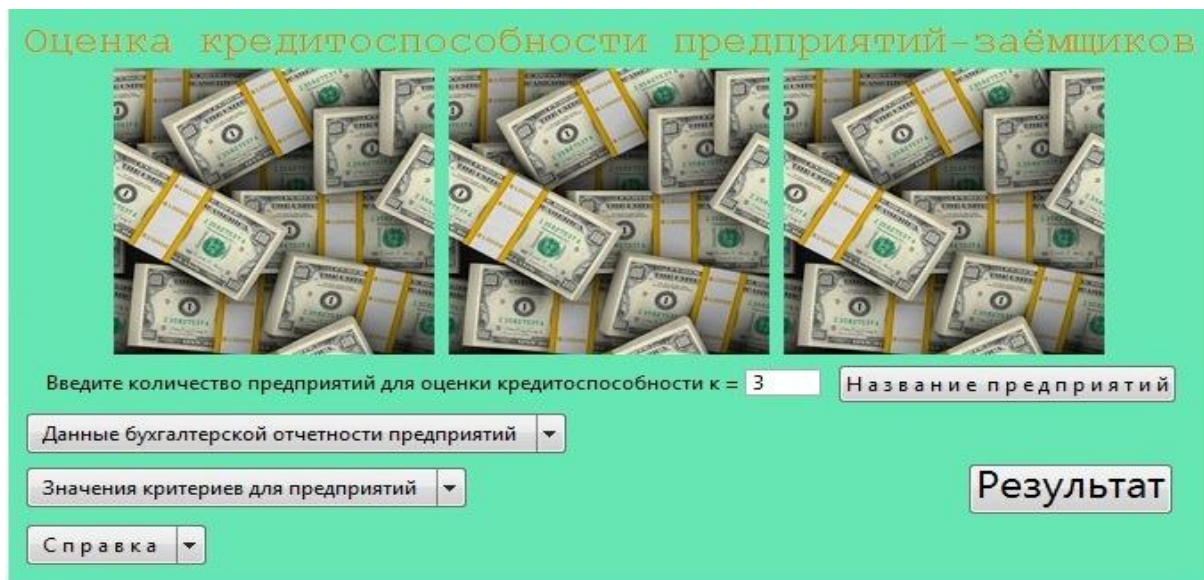


Рис. 4.1. Форма «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков»

На рисунках 4.2-4.11 – результаты работы приложения при выборе действия, указанного в пунктах меню функциональной кнопки. Выбранное действие на соответствующем рисунке выделено голубым цветом. Как только данные бухгалтерской отчетности введены (или изменены), автоматически вычисляются (соответственно пересчитываются) степени уверенности в целесообразности кредитования каждого предприятия. Эти степени уверенности выводятся автоматически в последней форме (см. на рис. 4.11). Лучшим предприятием является предприятие с наибольшей средней степенью уверенности. На рис. 4.1 также показано, что нам нужно ввести количество предприятий для оценки кредитоспособности. В нашем случае  $k = 3$ .

На рис. 4.2 мы видим, что на форме щёлкнута кнопка «Название предприятий». После этого автоматически открывается новое окошко



«Название предприятий» (см. рис. 4.3), в котором видим введенные названия предприятий. Мы отмечаем, что это случай 1, чтобы обратить внимание читателя на то, что раскрываемые в дальнейшем формы для каждого пункта меню, представлены для количества предприятий, введенных в форме на рис.4.1.

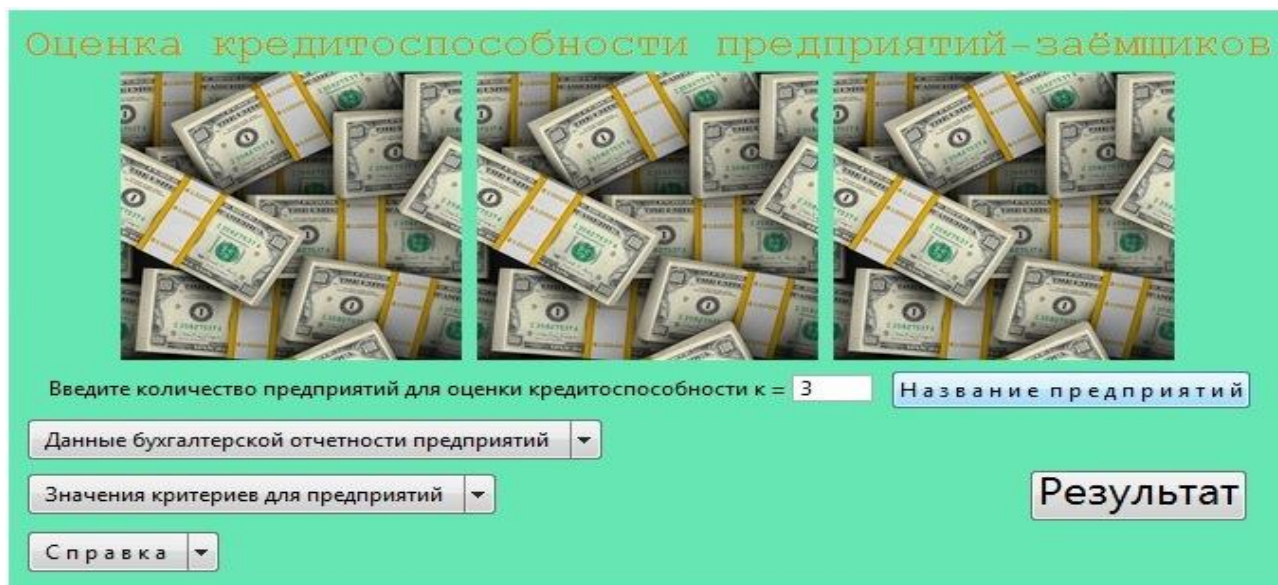


Рис. 4.2. Форма «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков».

Показать название предприятий. Случай 1

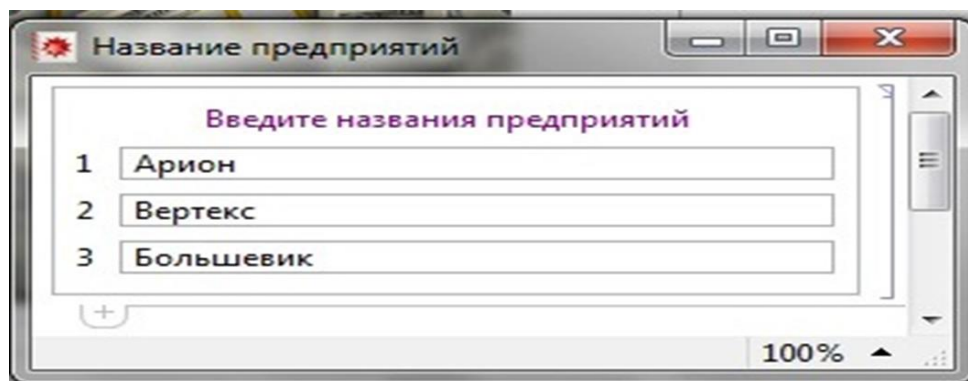


Рис. 4.3. Форма «Название предприятий»

На рис. 4.4 мы видим, что на форме щёлкнута кнопка меню «Данные бухгалтерской отчетности предприятий» и выбираем «за 2011». После этого автоматически открывается новое окошко «1-й год» (см. рис. 4.5), в

котором видим, что в поля ввода на форме введены конкретные данные бухгалтерской отчетности [5].

Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков

Введите количество предприятий для оценки кредитоспособности  $k = 3$       Название предприятий

Данные бухгалтерской отчетности предприятий

- за 2011
- за 2012
- за 2013

Результат

Рис. 4.4. Форма «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков». Показать данные бухгалтерской отчетности предприятий за 1-й год. Случай 1

1-й год

Данные бухгалтерской отчетности предприятий-заёмщиков за 2011 год

Значения показателей для предприятий (тыс. руб)

Фин. показатели	Денежные средства	Краткосрочные фин. вложения	Дебиторская задолженность	Запасы и затраты	Собственный капитал	Краткосрочные обязательства	Итого баланса	Валовая выручка	Прибыль
Предприятие 1	24	21	0	140	500	36	250	350	480
Предприятие 2	30	89	30	12	200	33	260	500	400
Предприятие 3	10	6	4	28	150	100	78	160	300

Рис. 4.5. Форма «Данные бухгалтерской отчетности предприятий-заемщиков за 1-й год».

На рис. 4.6 мы видим, что на форме щёлкнута кнопка меню «Значения критериев для предприятий» и выбираем «за 2013». После этого автоматически открывается новое окошко «Значения критериев для предприятий за 3-й год» (см. рис. 4.7), в котором видим рассчитанные значения критериев для предприятий за 2013 год.

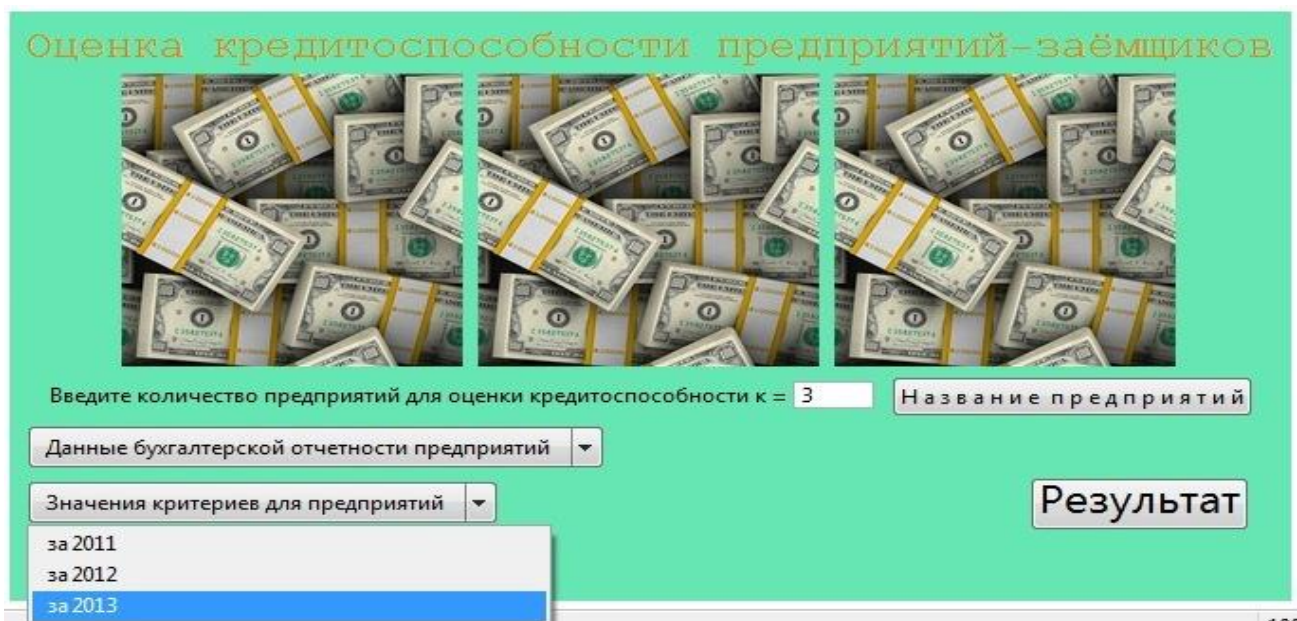


Рис. 4.6. Форма «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков». Показать значения критериев для предприятий за 3-й год. Случай 1

Критерии	Коэффициент абсолютной ликвидности	Промежуточный коэффициент покрытия	Общий коэффициент покрытия	Коэффициент финансовой независимости	Коэффициент рентабельности продукции
Предприятие 1	4.36364	4.36364	5.63636	0.755556	3.41176
Предприятие 2	0.878788	1.0303	1.39394	0.434783	0.833333
Предприятие 3	0.818182	0.909091	1.18182	0.9375	0.3
Нормативные значения	"0.1-0.25"	"0.5-1"	"1-2.5"	0.6	"Чем выше тем лучше"

Рис. 4.7. Форма «Значения критериев для предприятий за 3-й год»

На рис. 4.8 мы видим, что на форме щёлкнута кнопка меню «Справка» и выбрано «Суть задачи и ее решение». После этого автоматически открывается новое окошко «sut i resh.nb» (см. рис. 4.9), в котором представлена постановка задачи о создании приложения «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков» и ее решение.



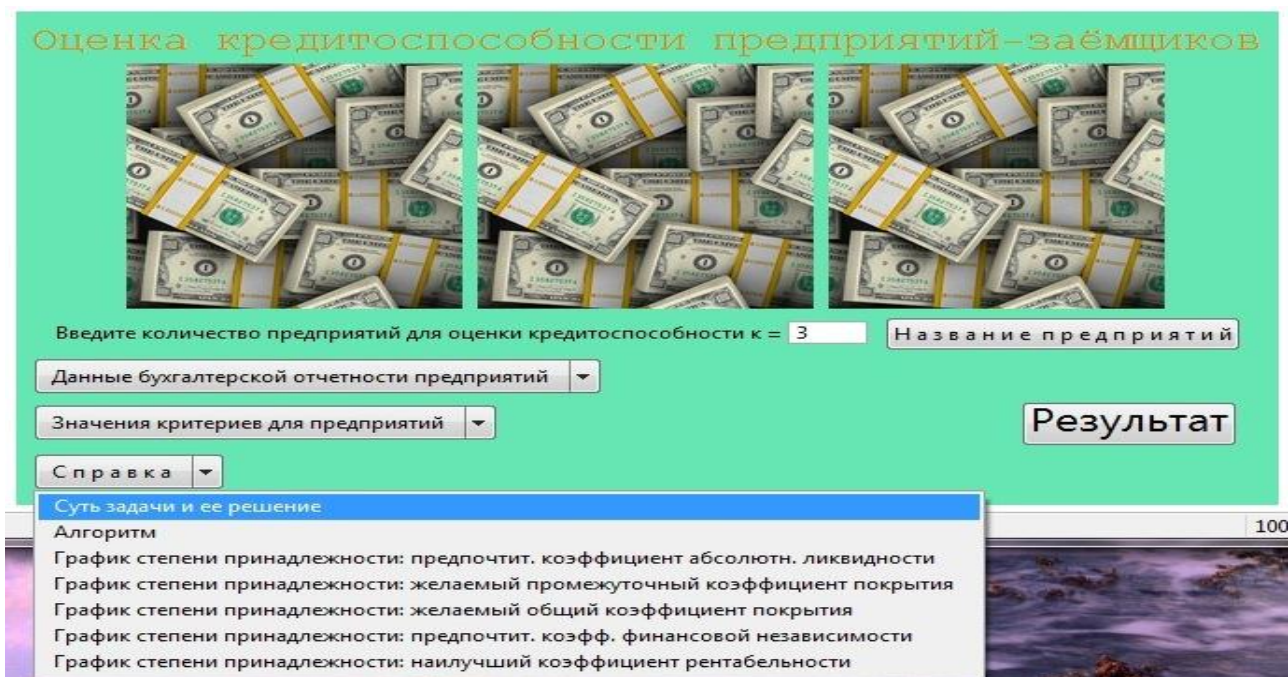


Рис. 4.8. Форма «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков».

В меню справка показать суть задачи и ее решение. Случай 1

Этап 1

Для оценки кредитоспособности предприятий-заёмщиков используем данные их бухгалтерской отчетности. Эти данные могут динамически изменяться.

Показатель	Значения показателей для предприятий $k$ , тыс. руб.		
	2011 год	2012 год	2013 год
Денежные средства (дс)	дс1[ $k$ ]	дс2[ $k$ ]	дс3[ $k$ ]
Краткосрочные финансовые вложения (кв)	кв1[ $k$ ]	кв2[ $k$ ]	кв3[ $k$ ]
Дебиторская задолженность (дз)	дз1[ $k$ ]	дз2[ $k$ ]	дз3[ $k$ ]
Запасы и затраты (зз)	зз1[ $k$ ]	зз2[ $k$ ]	зз3[ $k$ ]
Собственный капитал (ск)	ск1[ $k$ ]	ск2[ $k$ ]	ск3[ $k$ ]
Краткосрочные обязательства (ока)	ока1[ $k$ ]	ока2[ $k$ ]	ока3[ $k$ ]
Итого баланса (б)	б1[ $k$ ]	б2[ $k$ ]	б3[ $k$ ]
Выход из выручки (вв)	вв1[ $k$ ]	вв2[ $k$ ]	вв3[ $k$ ]
Прибыль (р)	р1[ $k$ ]	р2[ $k$ ]	р3[ $k$ ]

Рис. 4.9. Форма «Суть задачи и ее решение»

На рис. 4.10 мы видим, что на форме щёлкнута кнопка «Результат». После этого автоматически открывается новое окошко «Оценка за 3 года»



(см. рис. 4.11), в котором показаны степени уверенности предприятий за каждый год и рассчитаны средние степени уверенности в целесообразности кредитования. Также мы видим, что на этой форме результаты визуализированы в виде гистограммы.

Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков

Введите количество предприятий для оценки кредитоспособности  $k = 3$   Название предприятий

Данные бухгалтерской отчетности предприятий ▾

Значения критериев для предприятий ▾ **Результат**

Справка ▾

Рис. 4.10. Форма «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков».

Показать результат. Случай 1



Рис. 4.11. Форма-результат «Оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков за 3 года»

## Литература к работе

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. - Москва: Финансы и статистика. – 2000. – 368 с. 203: ил., [https://www.studmed.ru/andreychikov-av-andreychikova-on-analiz-sintez-planirovanie-resheniy-v-ekonomike\\_34c0215040b.html](https://www.studmed.ru/andreychikov-av-andreychikova-on-analiz-sintez-planirovanie-resheniy-v-ekonomike_34c0215040b.html), (дата обращения 20.04.2020).
2. Орлов А.И. Теория принятия решений, учебное пособие.–М.:Март, 2004.–656 с., <http://www.aup.ru/books/m157/>, (дата обращения 20.04.2020).
3. Шустова Е.П. Математика (Дискретная математика. Элементы теории нечётких множеств). Практикум. Учебное пособие/ Е.П.Шустова. – Казань: Казан. ун-т, 2020.–114 с., [https://kpfu.ru//staff\\_files/F1813307643/2020\\_07\\_07\\_diskr\\_mathem\\_print.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F1813307643/2020_07_07_diskr_mathem_print.pdf), (дата обращения 20.04.2020).
4. Шустова К.П. Создание приложения «оценка кредитоспособности предприятий-заёмщиков» // Современные проблемы науки и образования.– 2013.–№ 4.–С. 318, [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_20992671\\_34618661.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_20992671_34618661.pdf), [https://www.elibrary.ru/author\\_items.asp?authorid=484975&pubrole=100&show\\_refs=1&show\\_option=0](https://www.elibrary.ru/author_items.asp?authorid=484975&pubrole=100&show_refs=1&show_option=0) (дата обращения 10.04.2020).
5. Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств.– М.: НОУ «ИНТУИТ», <https://www.intuit.ru/studies/courses/87/87/info> (дата обращения 10.04.2020).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5.

### СОЗДАНИЕ СППР «ОЦЕНКА РИСКА БАНКРОТСТВА КОРПОРАЦИИ» В MATHEMATICA

**Суть работы:** Произвести комплексную оценку финансового состояния корпорации, с целью определения степени риска банкротства этого предприятия. Использовать разработанный А.Недосекиным и О.Максимовым матричный метод.

**Задание.** В пакете Mathematica 8 создать динамичное интерактивное приложение «оценка риска банкротства корпорации», с помощью которого можно в режиме реального времени определить риск банкротства корпорации за рассматриваемые периоды.

*Основные методы, используемые в работе:*

- матричный метод А.Недосекина и О.Максимова [3]

*Основные средства*

- Система компьютерной алгебры Mathematica.

#### Методология и теоретическая часть

Разработанный А.Недосекиным и О.Максимовым матричный метод оценки риска банкротства корпорации состоит из нескольких этапов [3].

*Этап 1. Определение лингвистических переменных и нечётких подмножеств.* Лингвистическая переменная [1, 2]  $E$  -«состояние предприятия» имеет пять значений:

$E_1$  - нечёткое подмножество состояний «предельного неблагополучия»,

$E_2$  - нечёткое подмножество состояний «неблагополучия»,

$E_3$  - нечёткое подмножество состояний «среднего качества»,

$E_4$  - нечёткое подмножество состояний «относительного благополучия»,

$E_5$  - нечёткое подмножество состояний «предельного благополучия»;

Соответствующая переменной  $E$  лингвистическая переменная  $G$  - «Риск банкротства» имеет тоже пять значений:

$G_1$  - нечёткое подмножество «предельный риск банкротства»,

$G_2$  - нечёткое подмножество «степень риска банкротства высокая»,

$G_3$  - нечёткое подмножество «степень риска банкротства средняя»,

$G_4$  - нечёткое подмножество «степень риска банкротства низкая»,

$G_5$  - нечёткое подмножество «риск банкротства незначителен»;

Носитель множества  $G$  - показатель степени риска банкротства  $g \in [0, 1]$ .

Для произвольного отдельного финансового или управленческого показателя  $X_i$  задаем лингвистическую переменную [1, 2]  $B_i$  - «Уровень показателя  $X_i$ » на ниже следующем терм-множестве значений:

- $B_{i1}$  — подмножество "очень низкий уровень показателя  $X_i$ ",
- $B_{i2}$  — подмножество "низкий уровень показателя  $X_i$ ",
- $B_{i3}$  — подмножество "средний уровень показателя  $X_i$ ",
- $B_{i4}$  — подмножество "высокий уровень показателя  $X_i$ ",
- $B_{i5}$  — подмножество "очень высокий уровень показателя  $X_i$ ".

*Этап 2. Показатели.* Строится набор  $N$  отдельных показателей-факторов  $X(X_i)$ , которые, по мнению эксперта-аналитика, с одной стороны, влияют на оценку риска банкротства предприятия, а, с другой стороны, оценивают различные по природе стороны деловой и финансовой деятельности предприятия.

*Этап 3. Значимость.* Каждому показателю  $X_i$  ставится в соответствие уровень его значимости для анализа  $r_i$ . Он определяется по правилу Фишберна:

$$r_i = \frac{2(N - i + 1)}{(N + 1)N},$$

Причем система показателей проранжирована в порядке убывания их значимости, т.е.

$$r_i \geq r_{i+1}, \quad i = \overline{1, N - 1}.$$

Если все показатели имеют равную значимость, то

$$r_i = \frac{1}{N}$$

*Этап 4. Классификация степени риска.* Строится классификация текущего значения  $g$  показателя степени риска как критерия разбиения этого множества на нечеткие подмножества (см. табл. 5.1).

Табл. 5.1.

Классификация степени риска банкротства

Интервал значений $g$	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq g \leq 0.15$	$G_5$	1
$0.15 < g < 0.25$	$G_5$	$\mu_5 = 10 \times (0.25 - g)$
	$G_4$	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0.25 \leq g \leq 0.35$	$G_4$	1
$0.35 < g < 0.45$	$G_4$	$\mu_4 = 10 \times (0.45 - g)$
	$G_3$	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0.45 \leq g \leq 0.55$	$G_3$	1
$0.55 < g < 0.65$	$G_3$	$\mu_3 = 10 \times (0.65 - g)$
	$G_2$	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0.65 \leq g \leq 0.75$	$G_2$	1
$0.75 < g < 0.85$	$G_2$	$\mu_2 = 10 \times (0.85 - g)$
	$G_1$	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0.85 \leq g \leq 1.0$	$G_1$	1

Этап 5. **Классификация значений показателей.** Строится классификация текущих значений  $x_i$ ,  $i = \overline{1,6}$  показателей  $X$  как критерий разбиения полного множества их значений на нечеткие подмножества вида  $B$  (см. табл. 5.2).

Табл. 5.2.

Классификация степени риска банкротства

Показатель $X$	Трапециевидные числа для значений лингвистической переменной «величина параметра»				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$
...	...	...	...	...	...
$X_N$	$a_{N1}$	$a_{N2}$	$a_{N3}$	$a_{N4}$	$a_{N5}$

$a_{ij} = (l_{ij}, v1_{ij}, v2_{ij}, p_{ij})$  - трапециевидное число для показателя  $X_i$ . Это значит, что график функции принадлежности  $f_{ij}(x)$  показателя  $X_i$  нечеткому множеству  $B_j$  имеет вид, приведённый на рис. 5.1.

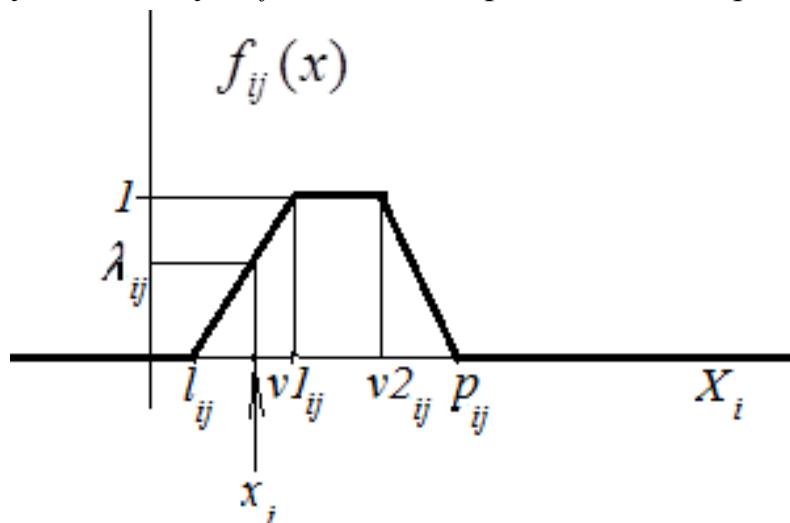


Рис. 5.1. График функции принадлежности  $f_{ij}(x)$  показателя  $X_i$  нечеткому множеству  $B_j$

**Этап 6. Текущие значения показателей.** Вычисление текущих значений  $X$  показателей (см. табл. 5.3).

Табл. 5.3.

Текущие значения показателей

Наименование показателя	Текущее значение
$X_1$	$x_1$
$X_2$	$x_2$
...	...
$X_N$	$x_N$

**Этап 7. Классификация уровня показателей.** Для каждого текущего значения показателя по графику, соответствующему этому значению и уровню  $B_i$  находится  $\lambda_{ij}$  - степень принадлежности текущего значения показателя нечёткому множеству  $B_i$ . Результатом проведённой классификации является таблица 5.4.

Табл. 5.4.

Классификация степени риска банкротства

Текущее значение $x$ для $X$	Степень принадлежности $\lambda_{ij} = f_{ij}(x_i)$				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$x_1$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$
...	...	...	...	...	...
$x_N$	$\lambda_{N1}$	$\lambda_{N2}$	$\lambda_{N3}$	$\lambda_{N4}$	$\lambda_{N5}$

*Этап 8. Оценка степени риска.* Оценка риска банкротства вычисляется по формуле

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij},$$

где  $g_j = 0.9 - 0.2 \cdot (j - 1)$ .

Заметим, что  $g_j$  - средняя оценка  $g$  из соответствующего диапазона таблицы 3.1. этапа 4.

*Этап 9. Лингвистическое распознавание.* Классифицируем полученное значение степени риска банкротства по базе данных таблицы 5.1. Результатом классификации является лингвистическое описание степени риска банкротства и степень уверенности эксперта в соответствующем лингвистическом описании. Тем самым, вывод эксперта о степени риска корпорации приобретает не только лингвистическую форму, но и характеристику качества утверждений эксперта.

**Задача лабораторной работы «Оценка риска банкротства корпорации».** Экспертом было установлено, что на риск банкротства предприятия влияют  $N$  показателей. Известны текущие значения  $x_i$ ,  $i = \overline{1,6}$  показателей  $X(X_1, X_2, \dots, X_N)$ . Составить динамичное интерактивное приложение «оценка риска банкротства корпорации (метод А.Недосекина и О.Максимова)», которое производило бы комплексную оценку финансового состояния корпорации, с целью определения степени риска банкротства этого предприятия. Использовать разработанный А.Недосекиным и О.Максимовым матричный метод [3]. Предусмотреть анализ по нескольким периодам и вывод столбиковой диаграммы, иллюстрирующей результаты оценки риска банкротства по каждому из рассмотренных периодов.



*Решение.* Решение этой задачи соответствует пунктам приведённого выше метода.

Для того чтобы имелась возможность контролировать правильность работы составленного приложения приведем здесь пример, рассмотренный А.Недосекиным [3].

А.Недосекин [3, стр. 60] рассматривает корпорацию “CD” (реально функционировавшую в России) и проводит комплексную оценку его финансового состояния по двум периодам – IV-й квартал 1998 года и I-й квартал 1999 года. Он принимает, что все показатели являются равнозначимыми для анализа и считает, что классификация степени риска банкротства для корпорации “CD” имеет вид, приведённый в табл. 5.5, где показатели и их текущие значения указаны в табл. 5.6.

*Табл. 5.5.*

Классификация степени риска банкротства для корпорации “CD”

Шифр показателя	Т-числа $\{\gamma\}$ для значений лингвистической переменной "Величина параметра":				
	"очень низкий"	"низкий"	"средний"	"высокий"	"очень высокий"
X <sub>1</sub>	(0,0,0.1,0.2)	(0.1,0.2,0.25,0.3)	(0.25,0.3,0.45,0.5)	(0.45,0.5,0.6,0.7)	(0.6,0.7,1,1)
X <sub>2</sub>	(-1,-1,-0.005,0)	(-0.005,0,0.09,0.11)	(0.09,0.11,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.45,0.5)	(0.45,0.5,1,1)
X <sub>3</sub>	(0,0,0.5,0.6)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.9,1)	(0.9,1,1.3,1.5)	(1.3,1.5,∞,∞)
X <sub>4</sub>	(0,0,0.02,0.03)	(0.02,0.03,0.08,0.1)	(0.08,0.1,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.5,0.6)	(0.5,0.6,∞,∞)
X <sub>5</sub>	(0,0,0.12,0.14)	(0.12,0.14,0.18,0.2)	(0.18,0.2,0.3,0.4)	(0.3,0.4,0.5,0.8)	(0.5,0.8,∞,∞)
X <sub>6</sub>	(-∞,-∞,0,0)	(0,0,0.006,0.01)	(0.006,0.01,0.06,0.1)	(0.06,0.1,0.225,0.4)	(0.225,0.4,∞,∞)

Табл. 5.6.

## Текущие значения показателей для корпорации “CD”

Наименование показателя	Текущее значение	
	I период	II период
$X_1$ - коэффициент автономии (отношение собственного капитала к валюте баланса)	0.619	0.566
$X_2$ - коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными средствами (отношение чистого оборотного капитала к оборотным активам)	0.294	0.262
$X_3$ - коэффициент промежуточной ликвидности (отношение суммы денежных средств и дебиторской задолженности к краткосрочным пассивам)	0.670	0.622
$X_4$ - коэффициент абсолютной ликвидности (отношение суммы денежных средств к краткосрочным пассивам)	0.112	0.048
$X_5$ - оборачиваемость всех активов в годовом исчислении (отношение выручки от реализации к средней за период стоимости активов)	2.876	3.460
$X_6$ - рентабельность всего капитала (отношение чистой прибыли к средней за период стоимости активов)	0.113	0.008

На этапе 7 он получает классификацию уровней показателей, приведённую в табл. 5.7.

Классификация степени риска банкротства корпорации “CD”

Показатель $X_i$	Значение $\{\lambda\}$ в период I					Значение $\{\lambda\}$ в период II				
	$\lambda_1(X_{Ii})$	$\lambda_2(X_{Ii})$	$\lambda_3(X_{Ii})$	$\lambda_4(X_{Ii})$	$\lambda_5(X_{Ii})$	$\lambda_1(X_{IIi})$	$\lambda_2(X_{IIi})$	$\lambda_3(X_{IIi})$	$\lambda_4(X_{IIi})$	$\lambda_5(X_{IIi})$
$X_1$	0	0	0	0.81	0.19	0	0	0	1	0
$X_2$	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
$X_3$	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
$X_4$	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
$X_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
$X_6$	0	0	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0

Анализ этой таблицы даёт, что во втором периоде произошло качественное падение обеспеченности одновременно с качественным ростом оборачиваемости активов.

На восьмом этапе он вычисляет степени риска банкротства для каждого из периодов:

$$g_I = 0.389, \quad g_{II} = 0.420.$$

На этапе 9 по таблице 5.1 определяем для каждого из этих значений степеней риска банкротства соответствующий интервал, куда попало это значение, значение лингвистической переменной  $G$  и степень оценочной уверенности. Полученные результаты изображаем в виде столбиковой диаграммы (см. рис. 5.2).

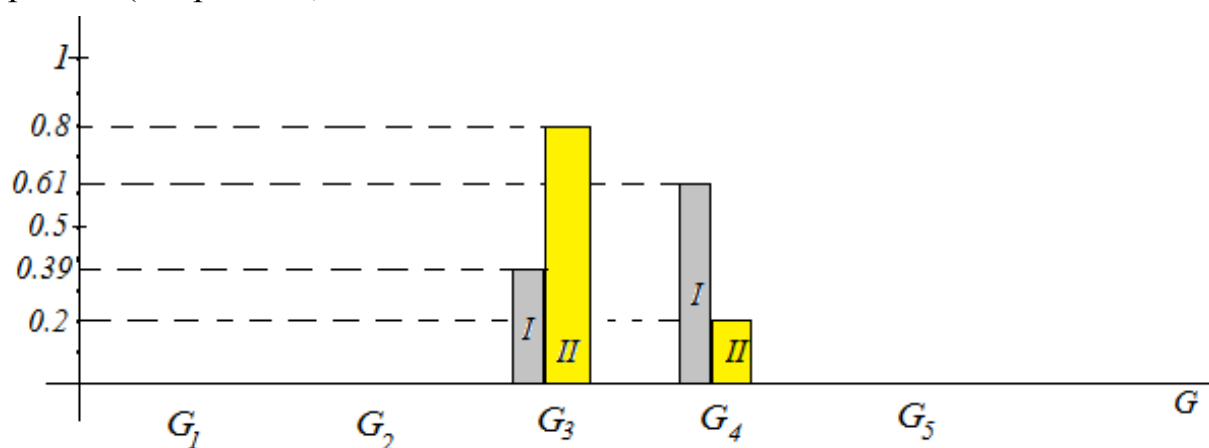


Рис. 5.2. Диаграмма степеней уверенности банкротства корпорации “CD”, соответствующего уровням лингвистической переменной  $G$

Из этой диаграммы легко видно, что степень риска банкротства является пограничной между средней ( $G_3$ ) и низкой ( $G_4$ ), причем уверенность эксперта в том, что уровень именно средний, больше во втором периоде.

### **Алгоритм создания СППР «Оценка риска банкротства корпорации» в Mathematica (практическая часть)**

Перейти к написанию программы для создания приложения «оценка риска банкротства корпорации» в системе Mathematica 8. Для этого выполнить следующие действия:

- Создать форму для ввода входных данных для анализа:
  - название корпорации;
  - количество показателей, которые, по мнению эксперта-аналитика, с одной стороны, влияют на оценку риска банкротства предприятия, а, с другой стороны, оценивают различные по природе стороны деловой и финансовой деятельности предприятия.

- количество периодов, для которых надо дать оценку риска банкротства предприятия.

-таблица-бланк «текущие значения показателей». В этой таблице в первом столбце – перечислены шифры-имена показателей, во втором столбце – поля для ввода названия показателей (по убыванию значимости), в третьем – поля для ввода текущих значений показателей по периодам, в четвёртом – поля для вывода уровней значимости каждого показателя (по убыванию значимости показателя). Этот вывод осуществляется следующим образом:

- 4-й столбец первоначально имеет вид:

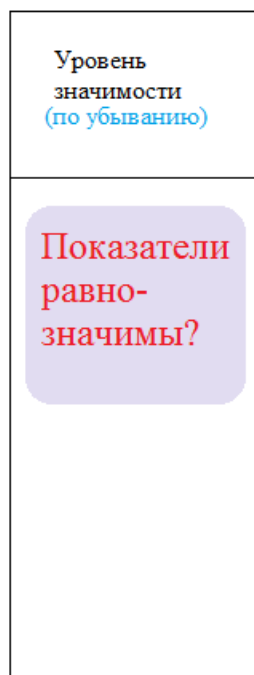


Рис. 5.3. Столбец Уровень значимости

При нажатии на кнопку-действие «Показатели равнозначимы?» должны появиться варианты ответа: да, нет. В зависимости от ответа на этот вопрос в программе должны вычислиться уровни значимости  $r_i$  (см. этап 3).

Количество строк и столбцов, вложенных в столбец «Текущие значения», в этой таблице должны появляться автоматически, как только указано количество показателей и количество периодов. Причем в названии таблицы слова: «Текущие значения для корпорации», далее рядом поле вывода названия корпорации. В этом поле автоматически должно появляться соответствующее название корпорации, как только оно оказалось введенным выше. В шапке столбца «Текущие значения» поля ввода временных характеристик периодов.

Например, в случае корпорации “CD”, рассмотренной А.Недосекиным [3, стр. 60] эта форма должна иметь вид, приведенный на рис (см. рис. 5.4).

Название корпорации		"CD"	
Количество показателей		6	Количество периодов
		2	
Текущие значения показателей для корпорации "CD"			
Наименование показателя (по убыванию значимости)	Текущее значение		Уровень значимости (по убыванию)
	I период	II период	
	4 кв 1998	1 кв 1999	
$X_1$ - коэффициент автономии (отношение собственного капитала к валюте баланса)	0.619	0.566	1/6
$X_2$ коэффициент обеспеченности оборотных активов денежными средствами (отношение чистого собственного капитала к оборотным активам)	0.294	0.262	1/6
$X_3$ коэффициент промежуточной ликвидности (отношение суммы денежных средств и дебиторской задолженности к краткосрочным пассивам)	0.670	0.622	1/6
$X_4$ коэффициент абсолютной ликвидности (отношение суммы денежных средств к краткосрочным пассивам)	0.112	0.048	1/6
$X_5$ оборачиваемость всех активов в годовом выражении (отношение выручки от реализации к средней стоимости активов)	2.876	3.460	1/6
$X_6$ рентабельность всего капитала (отношение чистой прибыли к средней за период стоимости активов)	0.113	0.008	1/6

Рис. 5.4. Таблица «Текущие значения показателей для корпорации»

- Задать известные функции принадлежности для показателей.

Для этого сначала создать панель, на которой разместить таблицу-бланк «Классификация риска банкротства для корпорации». В этой таблице в первом столбце – перечислены шифры-имена показателей, в каждом из 2-6 столбцов – четыре поля для ввода трапециевидных чисел. Количество строк в этой таблице тоже должно появляться автоматически, как только указано количество показателей и количество периодов. Причем в названии таблицы слова: «Классификация риска банкротства для корпорации», далее рядом поле вывода названия корпорации. В этом поле автоматически долж-

но появляться соответствующее название корпорации, как только оно оказалось введённым выше.

Например, в случае корпорации “CD”, рассмотренной А.Недосекиным [3, стр. 60] эта форма должна иметь вид, приведённый на рис (см. рис. 5.5)

Классификация степени риска банкротства для корпорации “CD”																				
Шифр показателя	Т-числа для значений лингвистической переменной "Величина параметра":																			
	"очень низкий"				"низкий"				"средний"				"высокий"				"очень высокий"			
X <sub>1</sub>	0	0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.25	0.3	0.25	0.3	0.45	0.5	0.45	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	1	1
X <sub>2</sub>	-1	-1	-0.0	0	-0.0	0	0.09	0.11	0.09	0.11	0.3	0.35	0.3	0.35	0.45	0.5	0.45	0.5	1	1
X <sub>3</sub>	0	0	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	1	0.9	1	1.3	1.5	1.3	1.5	∞	∞
X <sub>4</sub>	0	0	0.02	0.03	0.02	0.03	0.08	0.1	0.08	0.1	0.3	0.35	0.3	0.35	0.5	0.6	0.5	0.6	∞	∞
X <sub>5</sub>	0	0	0.12	0.14	0.12	0.14	0.18	0.2	0.18	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.8	0.5	0.8	∞	∞
X <sub>6</sub>	∞	∞	0	0	0	0	0.006	0.01	0.006	0.01	0.06	0.1	0.06	0.1	0.225	0.4	0.225	0.4	∞	∞

Рис. 5.5. Классификация степени риска банкротства для корпорации

Далее сделать так, чтобы на основании введённых в эту таблицу данных в программе задавались соответствующие функции принадлежности для каждого из показателей.

- Создать кнопку «Введите Вашу классификацию значений показателей». При нажатии на эту кнопку должна появляться в отдельном окне панель из предыдущего этапа (см. рис. 5.6, 5.5).

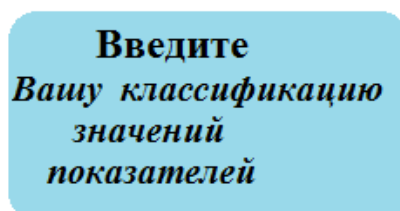


Рис. 5.6. Кнопка «Введите Вашу классификацию значений показателей»

- Создать кнопку «Справка». При нажатии на эту кнопку предусмотреть выход меню с пунктами выбора: «Сущность метода» и «текущая справочная информация в ходе выполнения программы».

При нажатии на пункт меню «Сущность метода» должен открыться файл, в котором описана сущность этого метода и дана ссылка на источник.

При нажатии на пункт меню «текущая справочная информация в ходе выполнения программы» должна появиться вся текущая информация о вычисленных для данного анализа величинах согласно рассматриваемому методу.

- Задать согласно А.Недосекину классификацию степени риска (см. этап 4).

- Получить матрицу  $\lambda (\lambda_{ij})$  – «Классификация уровня показателей» (см. этап 7). Например, в случае корпорации “CD”, рассмотренной А.Недосекиным [3, стр. 60] эта матрица должна иметь вид:

Значение $\{\lambda\}$ в период I				
0	0	0	0.81	0.19
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	0	1	0	0
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0

Значение $\{\lambda\}$ в период II				
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	0	0	0
0	0	0	0	1
0	0.5	0.5	0	0

- Осуществить подсчет значений оценки степени риска  $g$  (см. этап 8). Например, в случае корпорации “CD”, рассмотренной А.Недосекиным [3, стр. 60] :

$$g_I = 0.389, \quad g_{II} = 0.420.$$

- *Этап 9. Лингвистическое распознавание.* На этом этапе для каждого из вычисленных значений степеней риска банкротства определяем соответствующий интервал, куда попало это значение, значение лингвистиче-



ской переменной  $G$  и степень оценочной уверенности (согласно таблице 5.1, см. этап 9). Полученные результаты изображаем в виде столбиковой диаграммы. Например, в случае корпорации “CD”, рассмотренной А.Недосекиным [3, стр. 60] эта диаграмма будет иметь вид, изображённый на рис. 5.7.

- Создать панель для вывода результатов оценки банкротства корпорации. Например, в случае корпорации “CD”, рассмотренной А.Недосекиным [3, стр. 60] эта диаграмма будет иметь вид, изображённый на рис. 5.7.

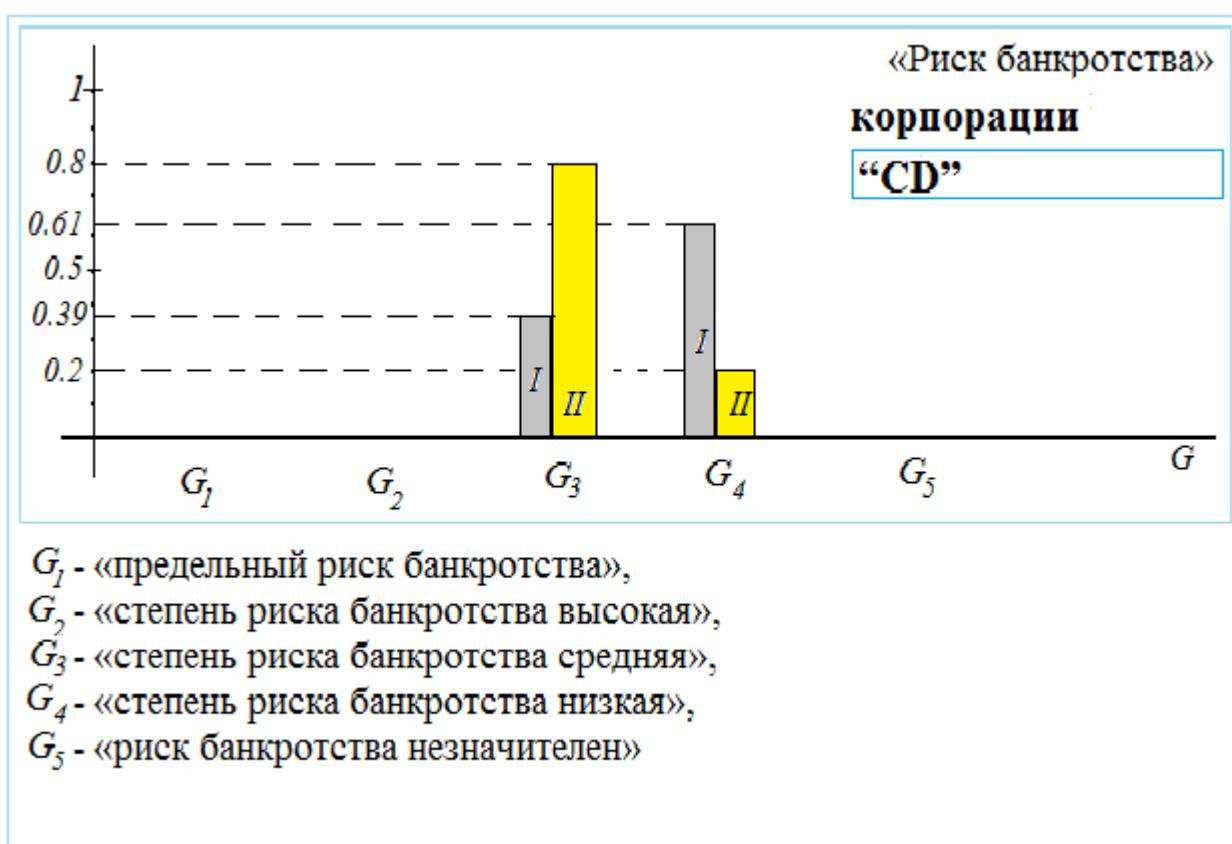


Рис. 5.7. Панель для вывода результатов

- Собрать входную панель, кнопки и выходную панель на одну панель. Сверху написать название формы «Оценка риска банкротства корпорации (метод А.Недосекина и О.Максимова)» большими буквами коричневым цветом.

Приложение готово. Оно должно работать в интерактивном динамическом режиме.

### **Вид готовой СППР**

#### **«Оценка риска банкротства корпорации (метод А.Недосекина и О.Максимова)»**

Готовое приложение «Оценка риска банкротства корпорации (метод А.Недосекина и О.Максимова)» должно состоять из одной формы. Например, в случае корпорации “СД”, рассмотренной А.Недосекиным [3, стр. 60], введя в эту форму его данные, получим результаты анализа, изображенные в созданной нами форме (рис. 5.8).

### **Литература к работе**

1. Шустова Е.П. Математика (Дискретная математика. Элементы теории нечётких множеств). Практикум.– Казань.: ТГГПУ, 2020.–88 с.
2. Яхьяева Г.Э. Нечёткие множества и нейронные сети. Серия: Основы информационных технологий. Учебное пособие.– М.: Бином. Лаборатория знаний Интуит, 2008.–316 с., [intuit.ru/department/ds/fuzzysets/1/](http://intuit.ru/department/ds/fuzzysets/1/) (дата обращения 10.06.2020).
3. Alexey Nedosekin Fuzzy financial management, Russia, Moscow, AFA Library, 2003.-184 с., [http://www.mirkin.ru/docs/book0308\\_033.pdf](http://www.mirkin.ru/docs/book0308_033.pdf), дата последнего обращения 05.06.2020.

## Оценка риска банкротства корпорации (метод А.Недосекина и О.Максимова)

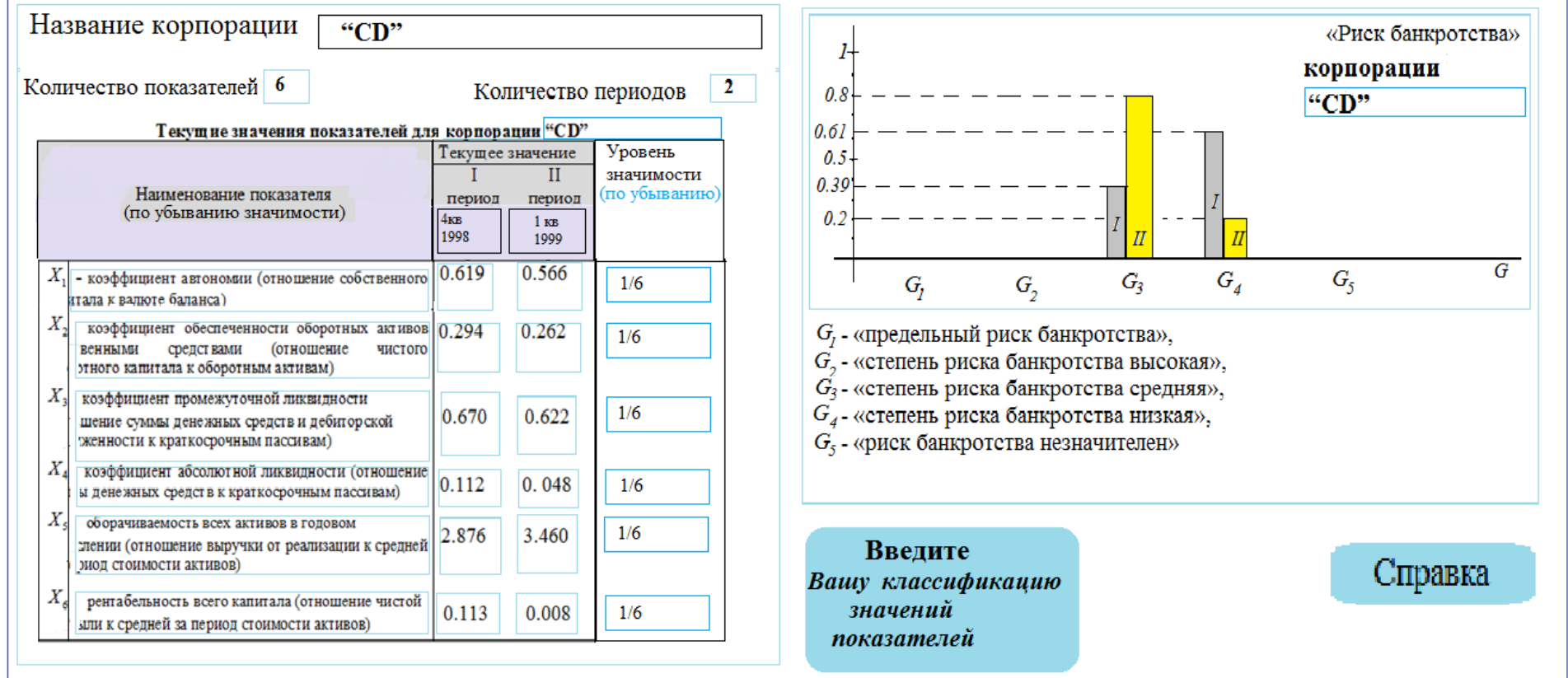
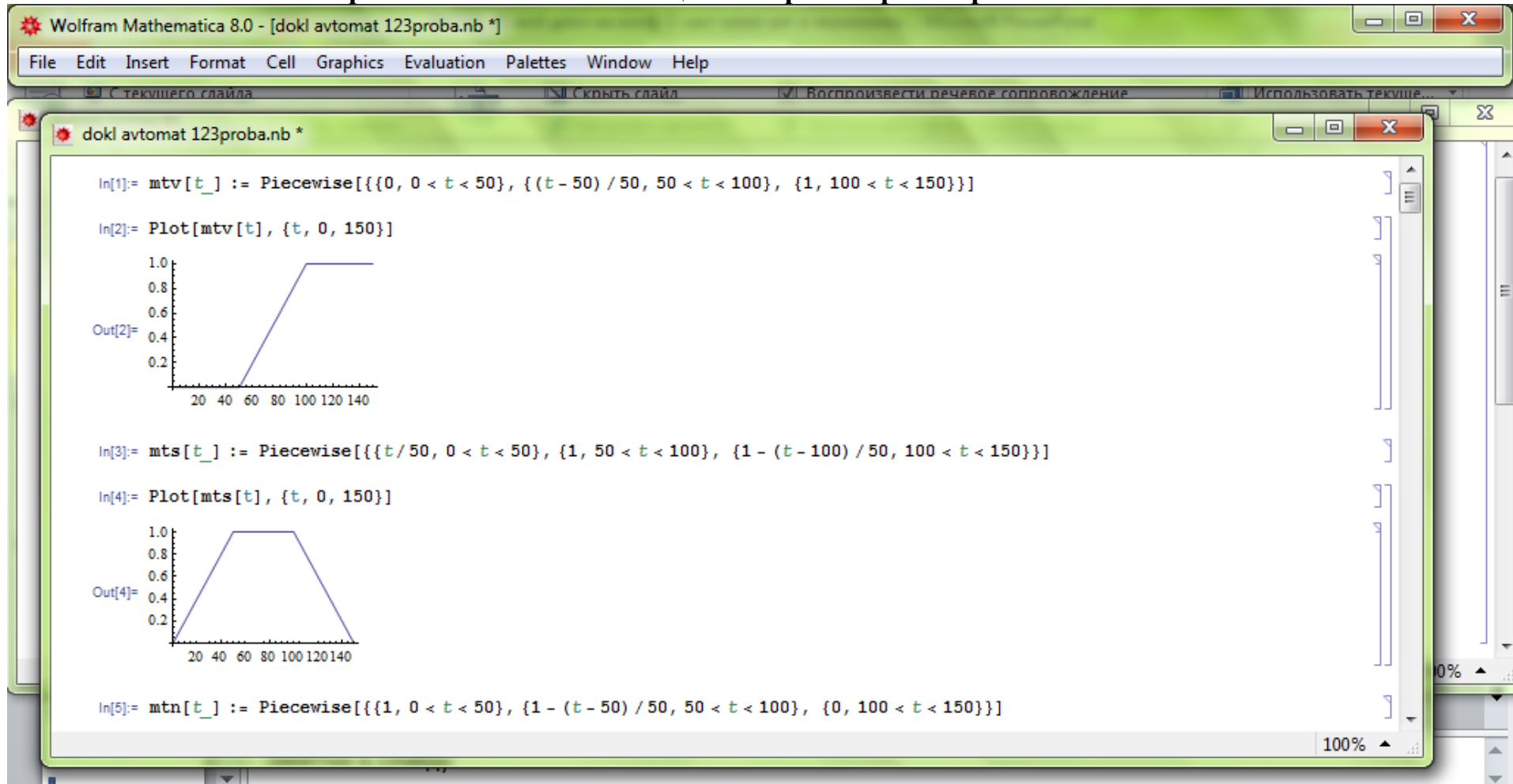


Рис. 5.8. Форма «Оценка риска банкротства корпорации»

Программа в Mathematica к лабораторной работе 1.  
«Разработка системы оповещения о работе реактора в Mathematica»



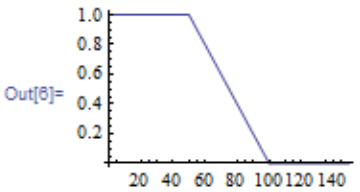
Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текущие

dokl avtomat 123proba.nb \*

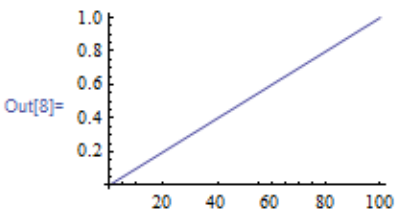
```
In[6]:= Plot[mtn[t], {t, 0, 150}]
```



Out[6]=

```
In[7]:= mdv[d_] := Piecewise[{{d/100, 0 < d < 100}}]
```

```
In[8]:= Plot[mdv[d], {d, 0, 100}]
```



Out[8]=

```
In[9]:= mds[d_] := Piecewise[{{d/50, 0 < d < 50}, {-(d-100)/50, 50 < d < 100}}]
```

```
In[10]:= Plot[mds[d], {d, 0, 100}]
```

100%

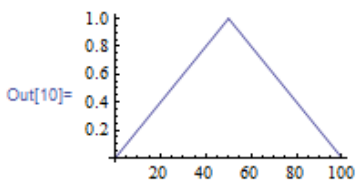
Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb \*

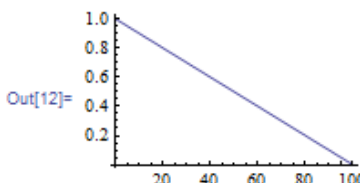
```
In[10]:= Plot[mds[d], {d, 0, 100}]
```



Out[10]=

```
In[11]:= mdn[d_] := Piecewise[{{-(d - 100) / 100, 0 < d < 100}}]
```

```
In[12]:= Plot[mdn[d], {d, 0, 100}]
```



Out[12]=

```
In[13]:= mrb[r_] := Piecewise[{{0, 0 < r < 4}, {(r - 4) / 2, 4 < r < 6}, {-(r - 8) / 2, 6 < r < 8}}]
```

```
In[14]:= Plot[mrb[r], {r, 0, 8}]
```

100%

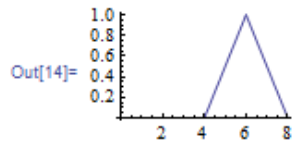
Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb \*

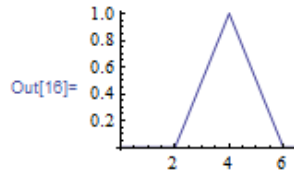
```
In[14]:= Plot[mrb[r], {r, 0, 8}]
```



Out[14]=

```
In[15]:= mrs[r_] := Piecewise[{{0, 0 < r < 2}, {(r - 2) / 2, 2 < r < 4}, {-(r - 6) / 2, 4 < r < 6}, {0, 6 < r < 8}}]
```

```
In[16]:= Plot[mrs[r], {r, 0, 8}]
```



Out[16]=

```
In[17]:= mrm[r_] := Piecewise[{{r / 2, 0 < r < 2}, {-(r - 4) / 2, 2 < r < 4}, {0, 4 < r < 8}}]
```

```
In[18]:= Plot[mrm[r], {r, 0, 8}]
```

100%

Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb \*

Out[18]=

In[19]:= `vhodtr1 =`  
`Panel[`  
`Grid[Transpose[{{Style["на приёмное", Blue], Style["температура t="}, "расход топлива r="},`  
`{Style["устройство поступают значения", Blue], InputField[Dynamic[tt]], InputField[Dynamic[rr]]}},`  
`Alignment -> Right], ImageMargins -> 10]`

Out[19]= 

	на приёмное	устройство поступают значения
температура t=	<input type="text" value="100"/>	<input type="text"/>
расход топлива r=	<input type="text" value="7"/>	<input type="text"/>

In[20]:= `vhoddr2 =`

100%



Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb \*

```
In[20]:= vholdr2 =  
Panel[  
Grid[Transpose[{{Style["на приёмное", Blue], Style["давление d="], "расход топлива r="},  
{Style["устройство поступают значения", Blue], InputField[Dynamic[dd]], InputField[Dynamic[rr]]}},  
Alignment -> Right], ImageMargins -> 10]
```

Out[20]=

на приёмное	устройство поступают значения
давление d=	<input type="text" value="dd"/>
расход топлива r=	<input type="text" value="7"/>

```
In[21]:= vholdt3 =  
Panel[  
Grid[Transpose[{{Style["на приёмное", Blue], Style["температура t="], Style["давление d="]},  
{Style["устройство поступают значения", Blue], InputField[Dynamic[tt]], InputField[Dynamic[dd]]}},  
Alignment -> Right], ImageMargins -> 10]
```

100%

Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb \*

на приёмное устройство поступают значения

Out[21]= температура t= 100  
давление d= dd

```

In[22]:= mp1[t_, d_, r_] := Min[Min[mtn[t], mrm[r]], mdn[d]]

In[23]:= mp2[t_, d_, r_] := Min[mts[t], mds[d]]

In[24]:= mp3[t_, d_, r_] := Min[Max[mtv[t], mrb[r]], mdv[d]]

In[25]:= p1p2p3Plot[x_] :=
  If[x == 1, Plot[{mp1[tt, dd, rr], mp2[tt, dd, rr], mp3[tt, dd, rr]}, {dd, 0, 100}, PlotStyle -> {Red, Green, Dashed}],
  If[x == 2, Plot[{mp1[tt, dd, rr], mp2[tt, dd, rr], mp3[tt, dd, rr]}, {tt, 0, 150}, PlotStyle -> {Red, Green, Dashed}],
  Plot[{mp1[tt, dd, rr], mp2[tt, dd, rr], mp3[tt, dd, rr]}, {rr, 0, 150}, PlotStyle -> {Red, Green, Dashed}]]

In[26]:= mtdr[t_, d_, r_] := Max[mp1[t, d, r], mp2[t, d, r], mp3[t, d, r]]

In[27]:= grafPlot[x_] := If[x == 1, Plot[mtdr[t, d, r], {d, 0, 100}, PlotStyle -> {Green}],
  
```

100%

```
Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb *]
File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help
С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb *

In[27]:= grafPlot[x_] := If[x == 1, Plot[mtdr[t, d, r], {d, 0, 100}, PlotStyle -> {Green}],
      If[x == 2, Plot[mtdr[t, d, r], {t, 0, 150}, PlotStyle -> {Red}],
      Plot[mtdr[t, d, r], {t, 0, 150}, PlotStyle -> {Dashed}]]

In[28]:= drez[t_, d_, r_] := Integrate[di, {di, 0, 100}, {m, 0, Dynamic[mtdr[t, d, r]]} /
      Integrate[1, {di, 0, 100}, {m, 0, Dynamic[mtdr[t, d, r]}]]

In[29]:= mdrez[t_, d_, r_] := Integrate[m, {di, 0, 100}, {m, 0, Dynamic[mtdr[t, d, r]]} /
      Integrate[1, {di, 0, 100}, {m, 0, Dynamic[mtdr[t, d, r]}]]

In[30]:= vihod1 :=
  Panel[
    Grid[Transpose[{{Style["контрольный", Blue], Style["температура t="], Style["давление d="], "расход топлива r="},
      {Style["блок", Blue], InputField[Dynamic[tt]], InputField[Dynamic[Plot[mtdr[tt, d, rr], {d, 0, 100}]]],
      InputField[Dynamic[rr]]},
      {" ", " ", InputField[Dynamic[NMaximize[Evaluate[mtdr[tt, d, rr]], {d, 0, 100}]]], " "}},
    Alignment -> Right], ImageMargins -> 10]

In[31]:= vihod2 :=
```

```
Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb *]
File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help
С текущего слайда | Скрыть слайд | Воспроизвести речевое сопровождение | Использовать текущие...

dokl avtomat 123proba.nb *

In[31]:= vihod2 :=
  Panel[
    Grid[Transpose[{{Style["контрольный", Blue], Style["температура t="], Style["давление d="], "расход топлива r="},
      {Style["блок", Blue], InputField[Dynamic[Plot[mtdr[t, dd, rr], {t, 0, 150}]]], InputField[Dynamic[dd]],
      InputField[Dynamic[rr]]}, {" ", InputField[Dynamic[NMaximize[Evaluate[mtdr[t, dd, rr]], {t, 0, 150}]]],
      " ", " " }]],
    Alignment -> Right], ImageMargins -> 10]

In[32]:= vihod3 :=
  Panel[
    Grid[Transpose[{{Style["контрольный", Blue], Style["температура t="], Style["давление d="], "расход топлива r="},
      {Style["блок", Blue], InputField[Dynamic[tt]], InputField[Dynamic[dd]],
      InputField[Dynamic[Plot[mtdr[tt, dd, r], {r, 0, 8}]]}],
      {" ", " ", " ", InputField[Dynamic[NMaximize[Evaluate[mtdr[tt, dd, r]], {r, 0, 8}]]}],
    Alignment -> Right], ImageMargins -> 10]

In[33]:= signal =
  {ActionMenu["ситуация: сломался датчик, измеряющий",
```

Wolfram Mathematica 8.0

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb \*

```
In[33]:= signal =  
  {ActionMenu["ситуация: сломался датчик, измеряющий",  
    {"давление" => (x = 1; vhdod = vhdodtr1; vihod = vihod1; Clear[tt, dd, rr];),  
    "температуру" => (x = 2; vhdod = vhdoddr2; vihod = vihod2; Clear[tt, dd, rr];),  
    "расход топлива" => (x = 3; vhdod = vhdodtd3; vihod = vihod3; Clear[tt, dd, rr];)}, Dynamic[x],  
  Dynamic[vhdod], Dynamic[vihod];
```

In[34]:= Dynamic[signal[[1]]]

Out[34]=

In[35]:= Dynamic[signal[[2]]]

Out[35]= 1

In[36]:= Dynamic[signal[[3]]]

Out[36]= 

на приёмное устройство поступают значения
температура t= <input type="text" value="100"/>

100%

Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда | Скрыть слайд | Воспроизвести речевое сопровождение | Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb \*

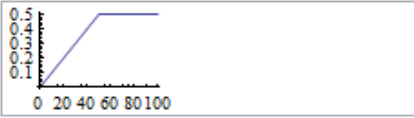
In[36]:= `Dynamic[signal[[3]]]`

на приёмное устройство поступают значения

Out[36]= температура t=   
расход топлива r=

In[37]:= `Dynamic[signal[[4]]]`

контрольный блок

Out[37]= температура t=   
давление d=   
расход топлива r=

100%

Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

С текущего слайда Скрыть слайд Воспроизвести речевое сопровождение Использовать текуще...

dokl avtomat 123proba.nb \*

```
In[38]:= message[x_] := If[x == 1, Style["давления d", Red, Large],  
    If[x == 2, Style["температуры t", Red, Large], Style["расхода топлива r", Red, Large]]
```

```
In[39]:= pmessage = Panel[Grid[Transpose[{{Style["  "], Style[""], Style["сломался датчик", Red], Dynamic[message[x]]}},  
    Alignment -> Right], ImageMargins -> 10]
```

Out[39]=

сломался датчик  
давления d

```
In[40]:= Panel[DynamicModule[{tt = t, dd = d, rr = r, s = {{5, 30}, {1, Infinity}}},  
    Deploy[Style[  
        Row[{Dynamic[signal[[1]]], Dynamic[signal[[3]]], pmessage, Dynamic[vihod]}],  
        DefaultOptions -> {InputField -> {ContinuousAction -> True, FieldSize -> s}}]]]
```

100%

Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb \*]

File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

dokl avtomat 123proba.nb \*

ситуация: сломался датчик, измеряющий

на приёмное устройство поступают значения

температура t= 100  
расход топлива g= 7

Out[40]=

сломался датчик  
давления d

контрольный блок

температура t= 100  
давление d= [0.5, {d → 71.8662}]  
расход топлива g= 7

Заметки к слайду

Слайд 32 из 46 "Тема Office" русский 76% 16:10 24.04.2012

Wolfram Mathematica 8.0 - [dokl avtomat 123proba.nb]

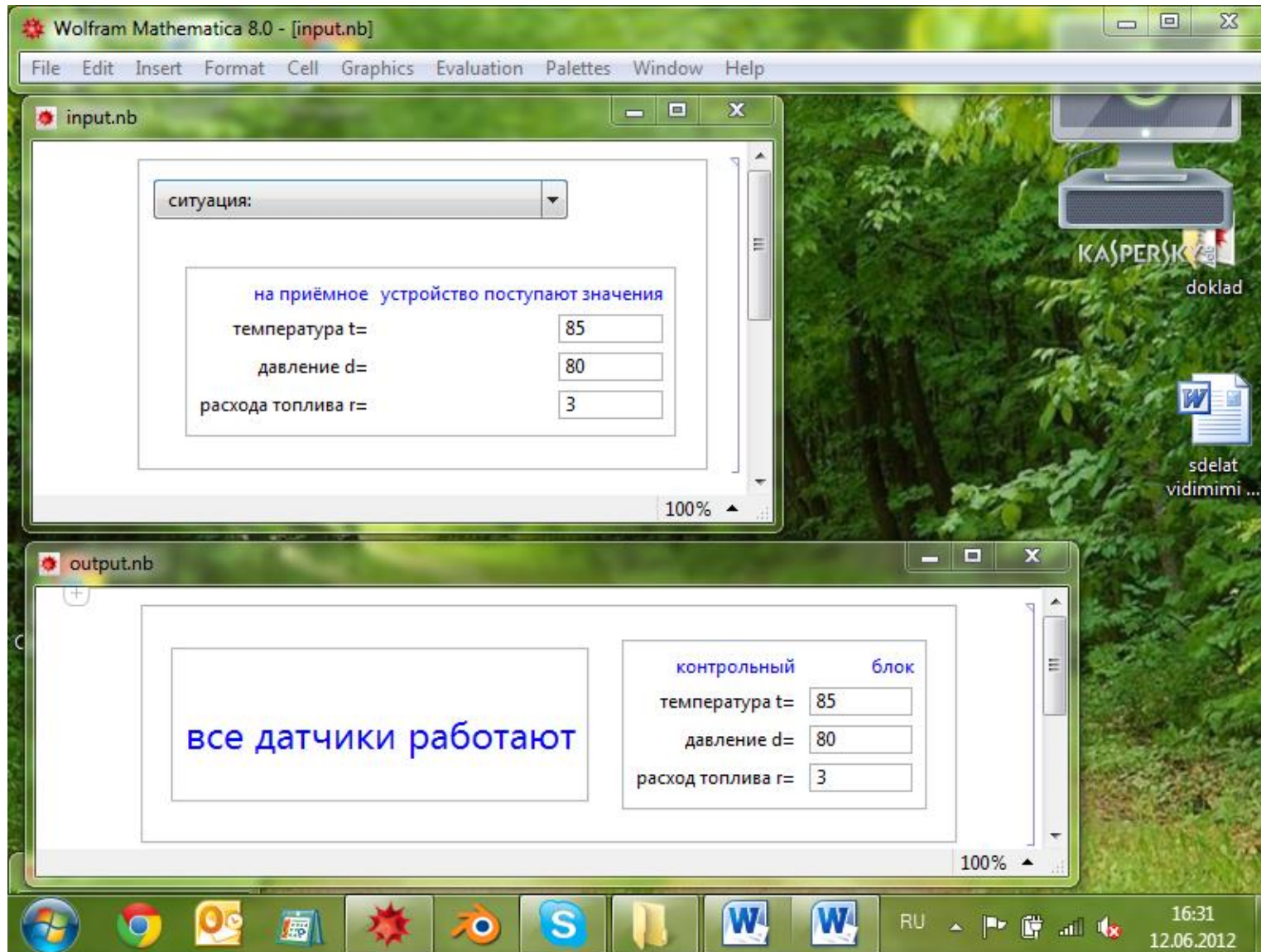
File Edit Insert Format Cell Graphics Evaluation Palettes Window Help

dokl avtomat 123proba.nb

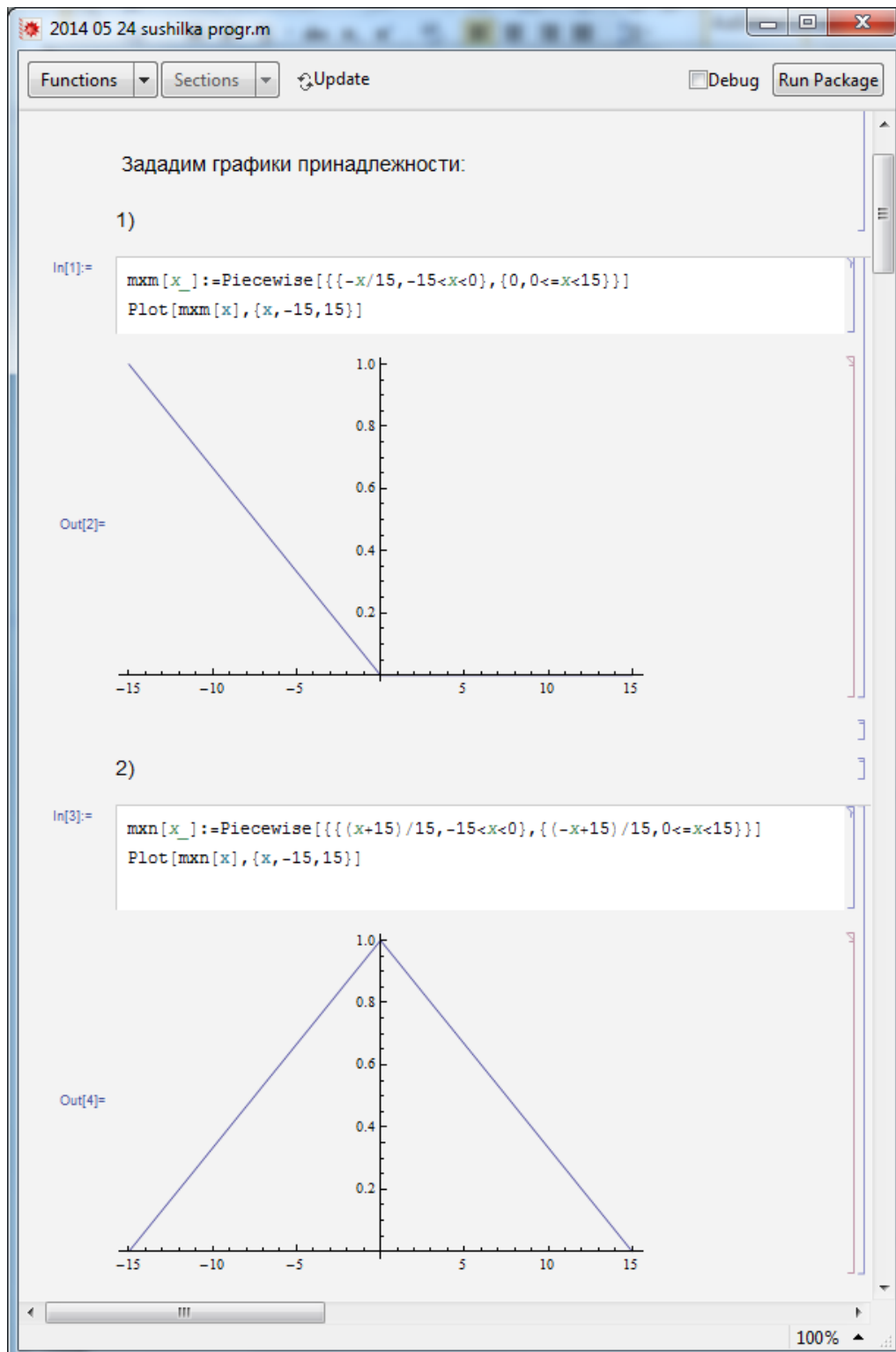
```
Export["E:\\Evg 4\\internet\\sistemi komp algebra\\Mathematica\\progr v Mathematica\\doklad\\doklad forma.nb",
Panel[DynamicModule[{tt = t, dd = d, rr = r, s = {{5, 30}, {1, Infinity}}},
Deploy[Style[
Row[{Dynamic[signal[[1]]], Dynamic[signal[[3]]], pmessage, Dynamic[vihod]}],
```

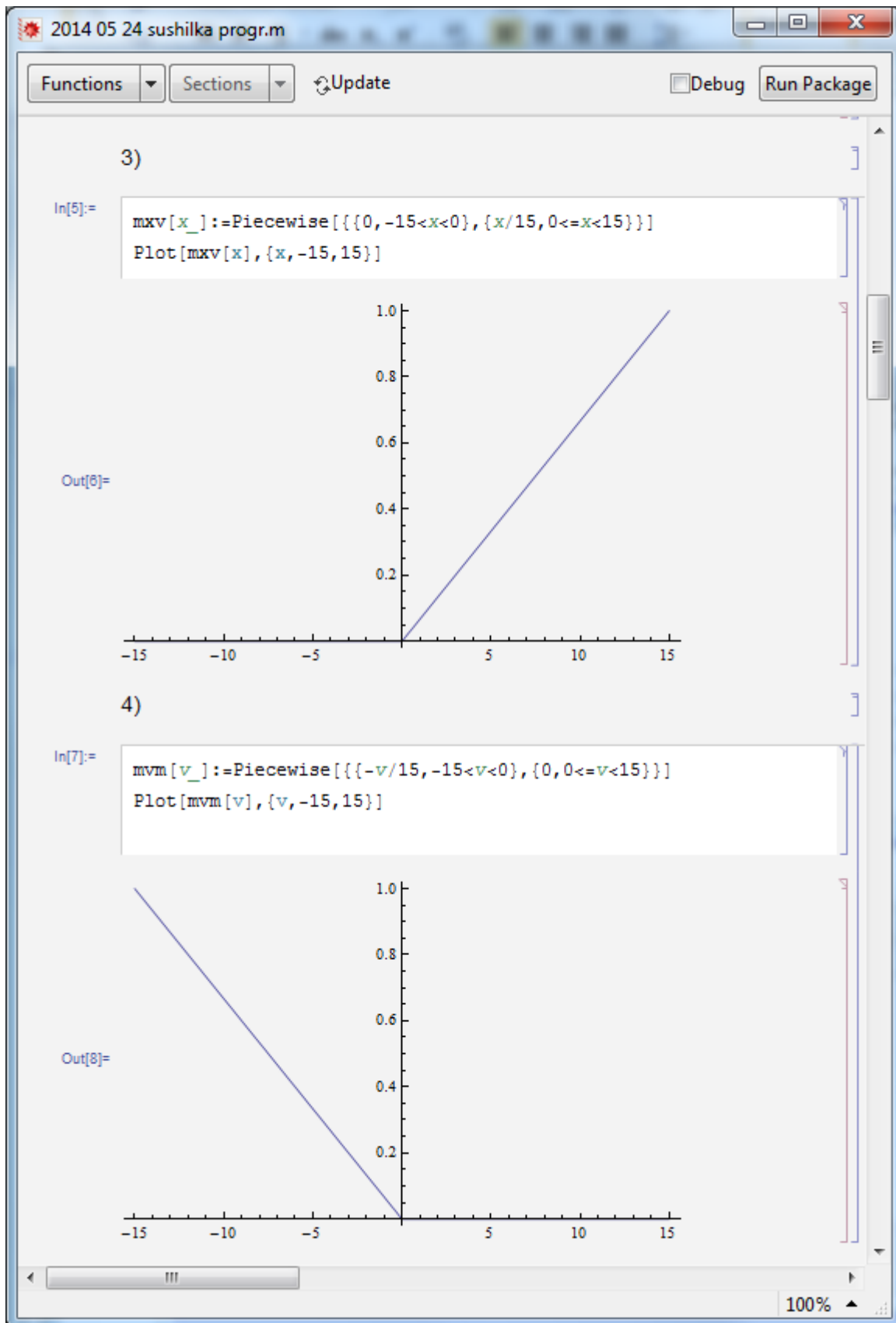
100%

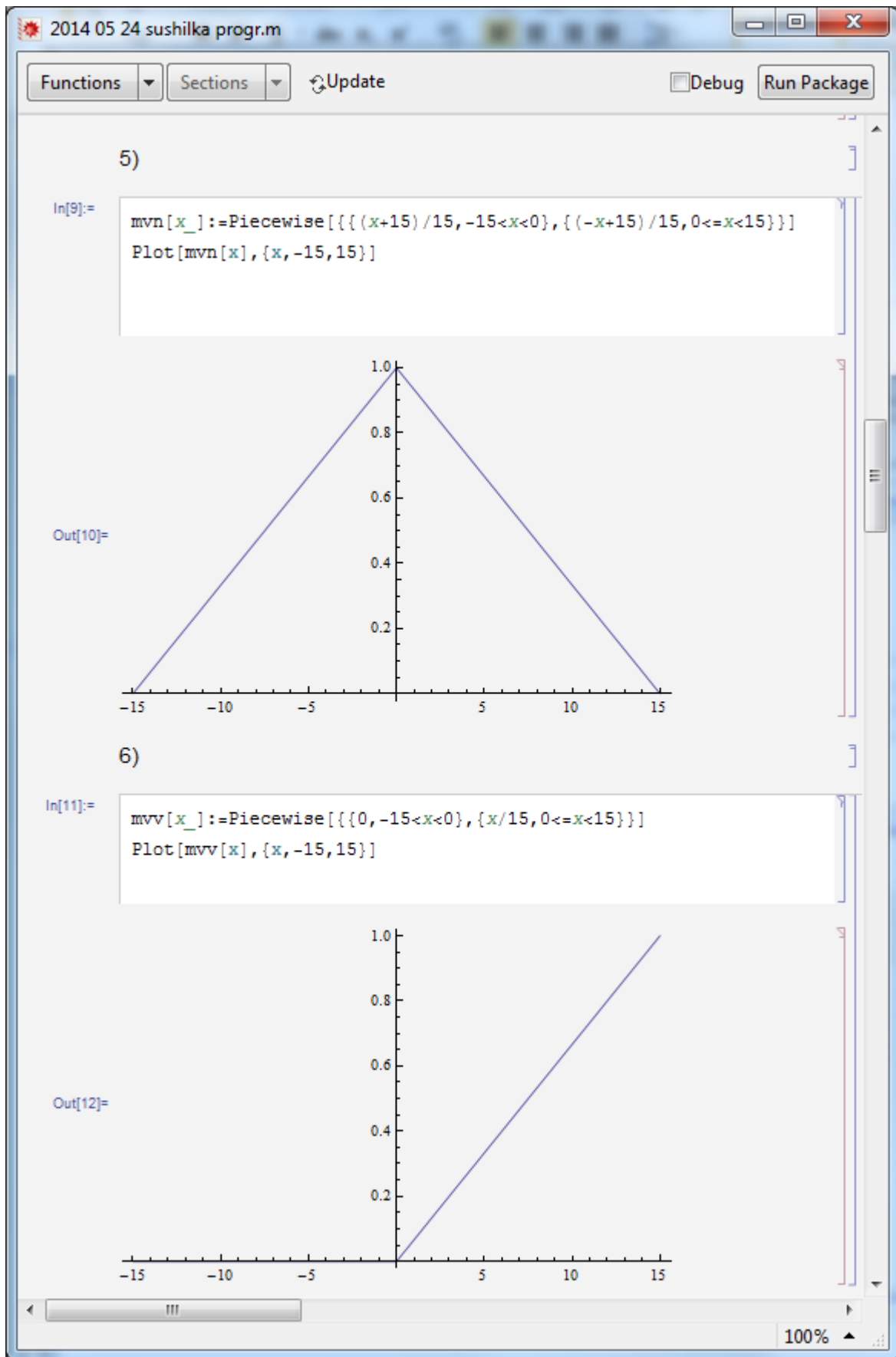




Программа в Mathematica к лабораторной работе 2.  
«Управление работой зерносушилки»







2014 05 24 sushilka progr.m \*

Functions Sections Update Debug Run Package

Зададим правила работы зерносушилки :

```


In[13]= mp1[x_,v_,psm_]:=Min[mxm[x],mvm[v]]
mp2[x_,v_,ps_]:=Max[Min[mxm[x],mvm[v]],Min[mxn[x],mvm[v]]]
mp3[x_,v_,pn_]:=Max[Min[mxm[x],mvm[v]],Min[mxn[x],mvm[v]],Min[mxv[x],mvm[v]]]
mp4[x_,v_,pv_]:=Max[Min[mxn[x],mvm[v]],Min[mxv[x],mvm[v]]]
mp5[x_,v_,psv_]:=Min[mxv[x],mvm[v]]

```

```

In[18]= panelx=Panel[Grid[{"Влажность ",Slider[Dynamic[x],{-15,15}],Dynamic[x]}]]


```

Out[18]= Влажность  -10.8

```

In[19]= panelv=Panel[Grid[{"Скорость изменения влажности ",Slider[Dynamic[v],{-2,2}],Dynamic[v]}]]

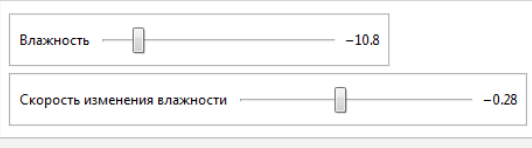
```

Out[19]= Скорость изменения влажности  -0.28

```

In[20]= pokazdatch=Panel[Column[{panelx,panelv}]]

```

Out[20]= 

```

Export["C:\\Users\\admin\\Documents\\fleshki\\geltaya\\sushilka 100 b\\pokazaniya datchikov1.nb",pokazdatch]

```

"C:\\Users\\admin\\Documents\\fleshki\\geltaya\\sushilka 100 b\\pokazaniya datchikov1.nb"

100%

2014 05 24 sushilka progr.m \*

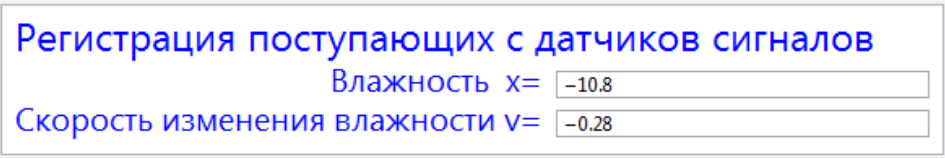
Functions Sections Update Debug Run Package

Создадим панель, в которой регистрируются поступающие данные скорости (v) и x:

```

In[22]= panelxandv=
Panel[Column[{
Grid[{"Регистрация поступающих с датчиков сигналов",Blue,24}], Alignment->Center],
Grid[
{Style["Влажность x=",Blue,20],InputField[Dynamic[x]}],
{Style["Скорость изменения влажности v=",Blue,20],InputField[Dynamic[v]}},Alignment->Right]
}],ImageMargins->10]

```

Out[22]= 

100%


2014 05 24 sushilka progr.m \* - □ X


Functions ▾ Sections ▾ ↻ Update ☐ Debug Run Package


Панель для задания значений P1 - P5


In[28]-> `P1=250;  
P2=1000;  
P3=2000;  
P4=3000;  
P5=3700;`


In[28]-> `panelP1=Panel["Сильно уменьшить (CM) P1="Grid[{{Slider[Dynamic[P1], {0, 4000}], Dynamic[P1]}}]]  
panelP2=Panel["Уменьшить (Y) P2="Grid[{{Slider[Dynamic[P2], {Dynamic[P1], 4000}], Dynamic[P2]}}]]  
panelP3=Panel["Норма (H) P3="Grid[{{Slider[Dynamic[P3], {Dynamic[P2], 4000}], Dynamic[P3]}}]]  
panelP4=Panel["Увеличить (B) P4="Grid[{{Slider[Dynamic[P4], {Dynamic[P3], 4000}], Dynamic[P4]}}]]  
panelP5=Panel["Сильно увеличить (CB) P5="Grid[{{Slider[Dynamic[P5], {Dynamic[P4], 4000}], Dynamic[P5]}}]]`

Out[28]-> Сильно уменьшить(CM) P1=  250

Out[29]-> Уменьшить(Y) P2=  1000


Out[30]-> Норма(H) P3=  2000


Out[31]-> Увеличить(B) P4=  3000


Out[32]-> Сильно увеличить(CB) P5=  3700


In[33]-> `pokazatch22=Panel[Column[{{Grid[{{Style["Панель для задания значений", Blue, 24]}},  
Alignment->Center]}, panelP1, panelP2, panelP3, panelP4, panelP5}}]]`


Панель для задания значений

Сильно уменьшить(CM) P1=  250

Уменьшить(Y) P2=  1000

Out[33]-> Норма(H) P3=  2000

Увеличить(B) P4=  3000

Сильно увеличить(CB) P5=  3700

75%

2014 05 24 sushilka progr.m \* - □ X

Functions ▾ Sections ▾ ↻ Update ☐ Debug Run Package

---

In[34]= `graf=Grid[{{Style["Динамический график значений P", Blue, 14]}, {Dynamic@Plot[Piecewise[{{mp1[x, v, P1], 0 <= P < P1}, {mp2[x, v, P2], P1 <= P < P2}, {mp3[x, v, P3], P2 <= P < P3}, {mp4[x, v, P4], P3 <= P < P4}, {mp5[x, v, P5], P4 <= P < P5}], {P, 0, 4000}, Filling->Axis}}]}`

Динамический график значений P

Out[34]=

---

In[35]= `m=Dynamic[mp1[x, v, P1]+mp2[x, v, P2]+mp3[x, v, P3]+mp4[x, v, P4]+mp5[x, v, P5]]`  
`s=Dynamic[P1 mp1[x, v, P1]+P2 mp2[x, v, P2]+P3 mp3[x, v, P3]+P4 mp4[x, v, P4]+P5 mp5[x, v, P5]]`  
`P=N[Dynamic[P1 mp1[x, v, P1]+P2 mp2[x, v, P2]+P3 mp3[x, v, P3]+P4 mp4[x, v, P4]+P5 mp5[x, v, P5]/(`  
`mp1[x, v, P1]+mp2[x, v, P2]+mp3[x, v, P3]+mp4[x, v, P4]+mp5[x, v, P5])]`

Out[35]= 1.01867

Out[36]= 1284.67

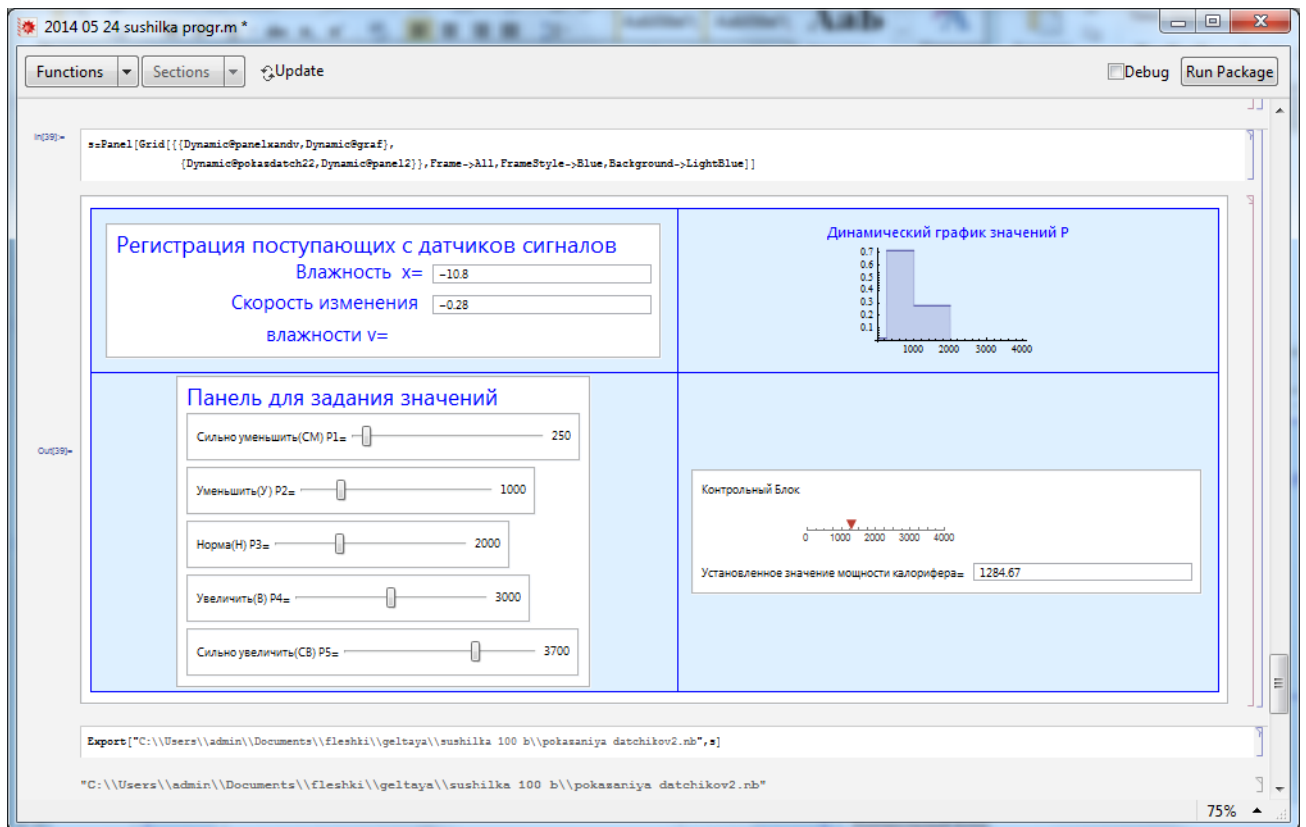
Out[37]= 1284.67

---

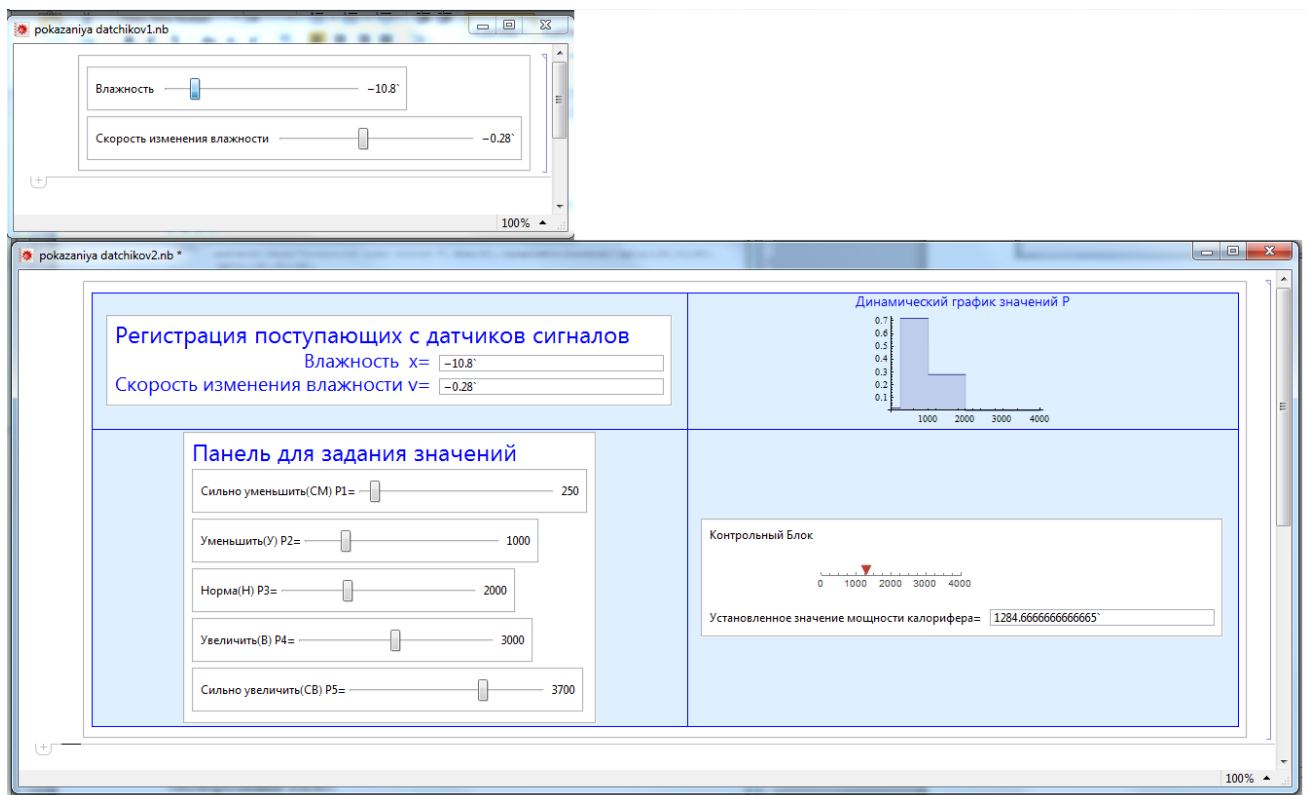
In[41]= `panel2=`  
`Panel[Column[`  
`Grid[{{Style["Контрольный Блок"]}}, Alignment->Center],`  
`Grid[`  
`{Dynamic@HorizontalGauge[P, {0, 4000}],`  
`{"Установленное значение мощности калорифера=", InputField[Dynamic[P]]}, Alignment->Right`  
`}], ImageMargins->10]`

Out[41]=

75%



Результат программы – два файла:





## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ О РАБОТЕ РЕАКТОРА В МАТНЕМАТИСА .....	5
Методология и теоретическая часть .....	5
Создание приложения «Оповещение о работе реактора» в Mathematica (практическая часть) .....	11
Литература к работе .....	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ – ВИРТУАЛЬНОГО «ПРИБОРА» ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ В МАТНЕМАТИСА.....	25
Методология и теоретическая часть .....	26
Создание приложения «Управление работой зерносушилки» в Mathematica (практическая часть) .....	33
Вид готового приложения «Управление работой зерносушилки» .....	36
Литература к работе .....	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. РАЗРАБОТКА СППР «ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ МНЕНИЙ ЭКСПЕРТОВ» В МАТНЕМАТИСА.....	39
Методология и теоретическая часть .....	40
Создание СППР «Определение согласованности мнений экспертов» в Mathematica (практическая часть).....	43
Демонстрация работы созданной СППР «Определение согласованности мнений экспертов».....	54
Литература к работе .....	64

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4.

##### СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

В СФЕРЕ БАНКОВСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ В МАТНЕМАТИСА.... 65

Методология и теоретическая часть ..... 65

Создание СППР «Оценка кредитоспособности предприятий-  
заёмщиков» в Mathematica (практическая часть) ..... 74

Вид готовой СППР «Оценка кредитоспособности  
предприятий-заёмщиков» и демонстрация его работы..... 84

Литература к работе..... 90

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5.

##### СОЗДАНИЕ СППР «ОЦЕНКА РИСКА БАНКРОТСТВА

КОРПОРАЦИИ» В МАТНЕМАТИСА..... 91

Методология и теоретическая часть ..... 91

Алгоритм создания СППР «Оценка риска банкротства корпорации»  
в Mathematica (практическая часть) ..... 100

Вид готовой СППР «Оценка риска банкротства  
корпорации (метод А.Недосекина и О.Максимова)» ..... 106

Литература к работе ..... 106

#### *Приложение 1.*

Программа в Mathematica к лабораторной работе 1

«РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ О РАБОТЕ  
РЕАКТОРА В МАТНЕМАТИСА» ..... 108

#### *Приложение 2.*

Программа в Mathematica к лабораторной работе 2.

«Управление работой зерносушилки» ..... 122

**Шустова Евгения Петровна**

**Системы поддержки принятия решений  
в Mathematica**

**Практикум**

учебное пособие

*Корректурa автора*

---

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Казань, ул. Кремлевская, д.18