

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»  
Елабужский институт (филиал) КФУ



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по  
образовательной деятельности

С.Ю. Бахвалов

« 19 » *мая* 2025 г.

МП

**Программа дисциплины (модуля)**

*Инжиниринг интеллектуальных систем*

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) подготовки (специальности): Физические основы мехатроники и робототехники

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: - 2025

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Анисимова Э.С. (Кафедра математики и прикладной информатики).

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-2	Способен разрабатывать, отлаживать, внедрять и сопровождать программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
ПК-2.1	Знать способы разработки, отладки и сопровождения программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем
ПК-2.2	Уметь разрабатывать, отлаживать и сопровождать программное обеспечение для мехатронных и робототехнических систем
ПК-2.2	Владеть навыками разработки, отладки и сопровождения программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- языки представления знаний в системах искусственного интеллекта, методы логического вывода решений, технологии разработки продукционных баз знаний в области мехатроники и робототехники

Должен уметь:

- ориентироваться в языках представления знаний и инструментальных средствах разработки интеллектуальных систем, в способах извлечения знаний в области мехатроники и робототехники

Должен владеть:

- способностью разрабатывать экспертные системы с реализацией интеллектуальных алгоритмов в клиентском приложении в области мехатроники и робототехники

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок 1 "Дисциплины (модули)" Б1.В.ДВ.04.02 основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (Физические основы мехатроники и робототехники) и относится к дисциплинам по выбору, части, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 10 часа(ов), лабораторные работы - 20 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 140 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основы классических экспертных систем	7	2	2	4	36
2.	Тема 2. Выявление знаний от экспертов	7	2	2	6	34
3.	Тема 3. Стохастический подход к описанию неопределённости	7	4	4	6	36
4.	Тема 4. Применение теории нечётких множеств в экспертных системах	7	2	2	4	34
	Итого: 180 часов		10	10	20	140

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Основы классических экспертных систем

Классификация систем искусственного интеллекта. Экспертные системы. Базовые функции экспертных систем. Знания и их свойства. Структура и этапы разработки экспертной системы. Модели представления знаний. Структуры и стратегии поиска в пространстве состояний. Языки программирования для экспертных систем и языки представления знаний

##### Тема 2. Выявление знаний от экспертов

Экспертное оценивание как процесс измерения. Связь эмпирических и числовых систем. Методы измерения степени влияния объектов. Один из подходов к формированию и оценке компетентности группы экспертов. Характеристика и режимы работы группы экспертов. Обработка экспертных оценок.

##### Тема 3. Стохастический подход к описанию неопределённости

Неопределенности в экспертных системах и проблемы, порождаемые ими. Теория субъективных вероятностей. Байесовское оценивание. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью. Коэффициент уверенности

##### Тема 4. Применение теории нечётких множеств в экспертных системах

История развития теории нечетких множеств и нечеткой логики. Методология нечеткого моделирования. Основные понятия и определения теории нечетких множеств. Нечеткие отношения. Нечеткая импликация. Правила нечетких продукций. Прямой и обратный методы вывода заключений в системах нечетких продукций. Нечеткая и лингвистическая переменные. Механизм или алгоритм вывода в системах нечеткого вывода. Основные алгоритмы нечеткого вывода

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021

года № 245)

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке Елабужского института КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий основной и дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки Елабужского института КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Экспертные системы. Объектно-событийное программирование - <http://bourabai.ru/alg/expert.htm>  
Проектирование систем искусственного интеллекта - <https://www.intuit.ru/studies/courses/1122/167/info>  
Введение в машинное обучение: полное руководство - <https://www.machinelearningmastery.ru/machine-learning-introduction-a-comprehensive-guide-af6712cf68a3/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий и предполагают активное участие студентов. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
практические занятия	Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач.
лабораторные работы	Лабораторные занятия - это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Отчёт по итогам выполненных лабораторных работ выполняется на листах белой бумаги формата А4 в печатном или рукописном виде. При оформлении отчёта используется сквозная нумерация страниц, считая титульный лист первой страницей. Номер страницы на титульном листе не ставится. Номера страницы ставятся по центру сверху. При оформлении отчёта в печатном виде желательно соблюдать следующие требования. Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный. Для основного текста: нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине. Во всех случаях тип шрифта - Times New Roman, отступ абзаца 1.25 см, полуторный междустрочный интервал. Поля: левое - 3 см, правое - 1 см, верхнее и нижнее - 2 см. Отчет должен содержать следующие элементы: 1) Титульный лист с обязательным указанием варианта; 2) Цель работы; 3) Задание; 4) Основная часть; 5) Вывод
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов по дидактической сути представляет собой комплекс условий обучения, организуемых преподавателем и направленных на самоподготовку учащихся. Учебная деятельность протекает без непосредственного участия преподавателя и заключается в проработке лекционного материала, подготовке к лабораторным занятиям; изучении учебной литературы из основного и дополнительного списка.
зачет	Зачет является формой оценки качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине. По результатам зачета студенту выставляется оценка "зачтено" или "не зачтено". Зачет может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению кафедры. Преподаватель может проставить зачет без опроса или собеседования тем студентам, которые активно участвовали на лабораторных занятиях.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 61

Комплект мебели для преподавателя – 1 шт., посадочные места для обучающихся – 30 шт., одноместные столы – 12 шт., компьютерные столы – 18 шт., компьютеры – 19 шт., интерактивная панель – 1 шт., меловая

доска настенная – 1 шт., выход в интернет, внутривузовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

#### Помещение для самостоятельной работы № 10

Посадочные места для пользователей – 28 шт., металлические двусторонние стеллажи для книг – 11 шт., книжный шкаф открытый – 5 шт., проектор – 1 шт., ноутбуки для пользователей – 11 шт., шкаф каталожный – 8 шт., шкаф для одежды – 1 шт., ксерокс – 1 шт., рабочий стол библиотекаря – 1 шт., компьютер библиотекаря – 1 шт., вешалка для одежды – 1 шт., жалюзи рулонные «Омега» с фотопечатью – 4 шт., стенд настенный (бронированное стекло) – 4 шт., шкаф-витрина встроенный в арку – 2 шт., шкаф-витрина стеклянный – 2 шт., стеллаж трубчатый с деревянными полками – 2 шт., рабочий стол для инвалидов и лиц с ОВЗ – 2 шт., стол СИ-1 рабочий для инвалидов-колясочников – 1 шт., компьютер – 2 шт., наушники – 2 шт., устройство «Говорящая книга» (тифлоплеер) – 2 шт., видеоувеличитель – 2 шт., радиокласс – 1 шт., портативный тактильный дисплей - 1 шт., сканирующая читающая машина - 1 шт., сканер – 1 шт., веб-камера – 1 шт., выход в интернет, внутривузовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
  - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
  - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
  - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» и профилю подготовки "Физические основы мехатроники и робототехники".

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Елабужский институт (филиал) КФУ

**Фонд оценочных средств по дисциплине**  
Инжиниринг интеллектуальных систем

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)
2. Критерии оценивания сформированности компетенций
3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию
4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания
  - 4.1. Оценочные средства текущего контроля
    - 4.1.1. Тестирование
      - 4.1.1.1. Порядок проведения.
      - 4.1.1.2 Критерии оценивания
      - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.2. Лабораторные работы
      - 4.1.2.1. Порядок проведения.
      - 4.1.2.2 Критерии оценивания
      - 4.1.2.3. Содержание оценочного средства
  - 4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации
    - 4.2.1. Устный или письменный ответ на вопрос
      - 4.2.1.1. Порядок проведения.
      - 4.2.1.2. Критерии оценивания.
      - 4.2.1.3. Оценочные средства.

## 1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций для данной дисциплины	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ПК-2 Способен разрабатывать, отлаживать, внедрять и сопровождать программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем	<p>Знать языки представления знаний в системах искусственного интеллекта, методы логического вывода решений, технологии разработки продукционных баз знаний в области мехатроники и робототехники</p> <p>Уметь ориентироваться в языках представления знаний и инструментальных средствах разработки интеллектуальных систем, в способах извлечения знаний в области мехатроники и робототехники</p> <p>Владеть способностью разрабатывать экспертные системы с реализацией интеллектуальных алгоритмов в клиентском приложении в области мехатроники и робототехники</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> Лабораторные работы Тема 1. Основы классических экспертных систем Тема 2. Выявление знаний от экспертов Тема 3. Стохастический подход к описанию неопределённости Тема 4. Применение теории нечётких множеств в экспертных системах</p> <p>Тестирование по темам Тема 1. Основы классических экспертных систем Тема 2. Выявление знаний от экспертов Тема 3. Стохастический подход к описанию неопределённости Тема 4. Применение теории нечётких множеств в экспертных системах</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> <i>Зачёт</i></p>

## 2. Критерии оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	
ПК-2	Знает языки представления знаний в системах искусственного интеллекта, методы логического вывода решений, технологии разработки продукционных баз знаний в области мехатроники и робототехники	Знает языки представления знаний в системах искусственного интеллекта, методы логического вывода решений, технологии разработки продукционных баз знаний в области мехатроники и робототехники, допуская незначительные ошибки в рассуждениях и выводах	Знает языки представления знаний в системах искусственного интеллекта, методы логического вывода решений, технологии разработки продукционных баз знаний в области мехатроники и робототехники, допуская типичные ошибки в рассуждениях и выводах	Не знает языки представления знаний в системах искусственного интеллекта, методы логического вывода решений, технологии разработки продукционных баз знаний в области мехатроники и робототехники
	Умеет ориентироваться в языках представления знаний и инструментальных средствах разработки интеллектуальных систем, в способах извлечения знаний в области мехатроники и робототехники	Умеет ориентироваться в языках представления знаний и инструментальных средствах разработки интеллектуальных систем, в способах извлечения знаний в области мехатроники и робототехники, допуская незначительные ошибки.	Умеет ориентироваться в языках представления знаний и инструментальных средствах разработки интеллектуальных систем, в способах извлечения знаний в области мехатроники и робототехники, допуская незначительные ошибки.	Не умеет ориентироваться в языках представления знаний и инструментальных средствах разработки интеллектуальных систем, в способах извлечения знаний в области мехатроники и робототехники

			допуская типичные ошибки	
	Владеет способностью разрабатывать экспертные системы с реализацией интеллектуальных алгоритмов в клиентском приложении в области мехатроники и робототехники	Владеет способностью разрабатывать экспертные системы с реализацией интеллектуальных алгоритмов в клиентском приложении в области мехатроники и робототехники, допуская незначительные ошибки	Владеет способностью разрабатывать экспертные системы с реализацией интеллектуальных алгоритмов в клиентском приложении в области мехатроники и робототехники, допуская типичные ошибки	Не владеет способностью разрабатывать экспертные системы с реализацией интеллектуальных алгоритмов в клиентском приложении в области мехатроники и робототехники

### 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

#### Текущий контроль:

Тестирование

Тема 1. Основы классических экспертных систем

Тема 2. Выявление знаний от экспертов

Тема 3. Стохастический подход к описанию неопределённости

Тема 4. Применение теории нечётких множеств в экспертных системах

Максимальное количество баллов по БРС - 20.

Лабораторные работы

Тема 1. Основы классических экспертных систем

Тема 2. Выявление знаний от экспертов

Тема 3. Стохастический подход к описанию неопределённости

Тема 4. Применение теории нечётких множеств в экспертных системах

Максимальное количество баллов по БРС - 30.

Итого  $20+30=50$  баллов

#### Промежуточная аттестация - зачет- 50 баллов.

Промежуточная аттестация проводится после завершения изучения дисциплины или ее части в форме, определяемой учебным планом образовательной программы с целью оценить работу обучающегося, степень усвоения теоретических знаний, уровень сформированности компетенций.

Преподаватель, принимающий зачет обеспечивает случайное распределение вариантов зачетных заданий между обучающимися с помощью билетов и/или с применением компьютерных технологий; вправе задавать обучающемуся дополнительные вопросы и давать дополнительные задания помимо тех, которые указаны в билете.

Зачет проводится по билетам. В каждом билете оценочные средства одного вида: устный или письменный ответ на вопрос.

Устный или письменный ответ – 50 баллов.

Итого 50 баллов.

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для зачета:

56-100 – зачтено

0-55 – не зачтено

### 4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания

#### 4.1. Оценочные средства текущего контроля

##### 4.1.1. Тестирование

Тема 1. Основы классических экспертных систем

Тема 2. Выявление знаний от экспертов

Тема 3. Стохастический подход к описанию неопределённости

#### 4.1.1.1. Порядок проведения.

Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий. Ниже приведены примерные задания.

#### 4.1.1.2 Критерии оценивания

**18-20 баллов ставится, если у обучающегося:**

86% правильных ответов и более.

**14-17 баллов ставится, если у обучающегося:**

От 71% до 85 % правильных ответов.

**11-13 баллов ставится, если у обучающегося:**

От 56% до 70% правильных ответов.

**0-10 баллов ставится, если у обучающегося:**

55% правильных ответов и менее.

#### 4.1.1.3. Содержание оценочного средства

##### Вариант 1

1. Что является основной целью инженерии интеллектуальных систем?
  - а) Создание программного обеспечения для решения математических задач.
  - б) Разработка систем, способных к обучению и адаптации.
  - в) Автоматизация производственных процессов.
  - г) Создание компьютерных игр.
2. Что такое интеллектуальная система?
  - а) Система, способная обрабатывать только числовые данные.
  - б) Система, имитирующая когнитивные функции человека.
  - в) Система, выполняющая строго заданный алгоритм.
  - г) Система управления базами данных.
3. Какой из перечисленных компонентов НЕ является обязательным для интеллектуальной системы?
  - а) База знаний.
  - б) Механизм вывода.
  - в) Модуль обучения.
  - г) Графический интерфейс пользователя.
4. Что такое машинное обучение в контексте интеллектуальных систем?
  - а) Способность системы обучаться на основе данных.
  - б) Способность системы выполнять логические выводы.
  - в) Способность системы взаимодействовать с пользователем.
  - г) Способность системы хранить информацию.
5. Что такое экспертная система?
  - а) Система, основанная на знаниях экспертов в определенной области.
  - б) Система, способная к самообучению.
  - в) Система, управляющая роботами.
  - г) Система, распознающая изображения.
6. Что такое база знаний в экспертной системе?
  - а) Хранилище данных о продажах.
  - б) Хранилище знаний и правил в определенной области.
  - в) Хранилище информации о пользователях.
  - г) Хранилище программного кода.
7. Что такое механизм вывода в экспертной системе?
  - а) Модуль, отвечающий за отображение информации на экране.
  - б) Модуль, выполняющий логические выводы на основе базы знаний.
  - в) Модуль, обучающий систему новым знаниям.
  - г) Модуль, взаимодействующий с внешними устройствами.
8. Что такое нечеткая логика?
  - а) Метод представления и обработки неопределенной информации.
  - б) Метод решения математических уравнений.

- в) Метод программирования на языке Prolog.
  - г) Метод создания баз данных.
9. Что такое нейронная сеть?
- а) Система, моделирующая работу человеческого мозга.
  - б) Система управления базами данных.
  - в) Система, распознающая речь.
  - г) Система, управляющая роботами.
10. Что такое генетический алгоритм?
- а) Алгоритм, основанный на принципах естественного отбора.
  - б) Алгоритм сортировки данных.
  - в) Алгоритм поиска пути.
  - г) Алгоритм шифрования данных.
11. Что такое обработка естественного языка (NLP)?
- а) Способность компьютера понимать и генерировать человеческий язык.
  - б) Способность компьютера распознавать изображения.
  - в) Способность компьютера управлять роботами.
  - г) Способность компьютера решать математические задачи.
12. Что такое компьютерное зрение?
- а) Способность компьютера "видеть" и интерпретировать изображения.
  - б) Способность компьютера понимать человеческий язык.
  - в) Способность компьютера обучаться на основе данных.
  - г) Способность компьютера выполнять логические выводы.
13. Что такое робототехника в контексте интеллектуальных систем?
- а) Разработка и применение роботов, управляемых интеллектуальными системами.
  - б) Разработка программного обеспечения для роботов.
  - в) Создание механических конструкций для роботов.
  - г) Все вышеперечисленное.
14. Что такое интеллектуальные агенты?
- а) Программы, способные действовать автономно для достижения целей.
  - б) Пользователи интеллектуальных систем.
  - в) Разработчики интеллектуальных систем.
  - г) Компоненты интеллектуальных систем.
15. Что такое распределенный искусственный интеллект?
- а) Использование нескольких интеллектуальных систем для решения одной задачи.
  - б) Использование одной интеллектуальной системы на нескольких компьютерах.
  - в) Использование облачных вычислений для интеллектуальных систем.
  - г) Все вышеперечисленное.
16. Что такое Интернет вещей (IoT) в контексте интеллектуальных систем?
- а) Сеть физических устройств, подключенных к Интернету и управляемых интеллектуальными системами.
  - б) Сеть компьютеров, подключенных к Интернету.
  - в) Сеть серверов, предоставляющих услуги пользователям.
  - г) Сеть социальных сетей.
17. Что такое интеллектуальная система управления?
- а) Система, использующая интеллектуальные алгоритмы для управления процессами.
  - б) Система управления базами данных.
  - в) Система управления проектами.
  - г) Система управления персоналом.
18. Что такое интеллектуальный анализ данных (Data Mining)?
- а) Процесс обнаружения знаний и закономерностей в больших объемах данных.
  - б) Процесс сбора данных.
  - в) Процесс хранения данных.
  - г) Процесс визуализации данных.
19. Что такое когнитивные вычисления?
- а) Системы, имитирующие когнитивные функции человека, такие как обучение, рассуждение и понимание языка.
  - б) Системы, выполняющие математические вычисления.
  - в) Системы, управляющие роботами.
  - г) Системы, распознающие изображения.
20. Что такое машинное зрение?
- а) Способность компьютера "видеть" и анализировать изображения.
  - б) Способность компьютера понимать человеческий язык.

- в) Способность компьютера обучаться на основе данных.
- г) Способность компьютера выполнять логические выводы.

**Ответы:** 1-б, 2-б, 3-г, 4-а, 5-а, 6-б, 7-б, 8-а, 9-а, 10-а, 11-а, 12-а, 13-а, 14-а, 15-а, 16-а, 17-а, 18-а, 19-а, 20-а

## Вариант 2

1. Что такое жизненный цикл разработки интеллектуальной системы?
  - а) Последовательность этапов от анализа требований до развертывания и поддержки.
  - б) Процесс написания программного кода.
  - в) Процесс сбора данных для обучения.
  - г) Процесс тестирования системы.
2. Какой этап является первым в жизненном цикле разработки интеллектуальной системы?
  - а) Анализ требований.
  - б) Проектирование.
  - в) Разработка.
  - г) Тестирование.
3. Что такое анализ требований в контексте разработки интеллектуальных систем?
  - а) Определение целей, задач и ограничений системы.
  - б) Разработка архитектуры системы.
  - в) Написание программного кода.
  - г) Тестирование системы.
4. Что такое проектирование интеллектуальной системы?
  - а) Разработка архитектуры, выбор алгоритмов и технологий.
  - б) Анализ требований к системе.
  - в) Написание программного кода.
  - г) Тестирование системы.
5. Что такое валидация модели в машинном обучении?
  - а) Проверка способности модели обобщать знания на новых данных.
  - б) Проверка корректности работы модели на обучающих данных.
  - в) Оптимизация параметров модели.
  - г) Выбор лучшей модели из нескольких.
6. Что такое выбор признаков (feature selection)?
  - а) Выбор наиболее информативных признаков для обучения модели.
  - б) Извлечение новых признаков из существующих.
  - в) Преобразование признаков к другому виду.
  - г) Все вышеперечисленное.
7. Что такое извлечение признаков (feature extraction)?
  - а) Выбор наиболее информативных признаков для обучения модели.
  - б) Извлечение новых признаков из существующих.
  - в) Преобразование признаков к другому виду.
  - г) Все вышеперечисленное.
8. Что такое перекрестная проверка (cross-validation)?
  - а) Метод оценки качества модели машинного обучения.
  - б) Метод обучения модели.
  - в) Метод оптимизации параметров.
  - г) Метод выбора признаков.
9. Что такое ансамблевые методы в машинном обучении?
  - а) Использование нескольких моделей для повышения качества предсказаний.
  - б) Использование одной модели с большим количеством параметров.
  - в) Использование глубоких нейронных сетей.
  - г) Использование генетических алгоритмов.
10. Что такое обучение без учителя в контексте интеллектуальных систем?
  - а) Обучение модели на данных без меток.
  - б) Обучение модели на данных с метками.
  - в) Обучение модели с подкреплением.
  - г) Обучение модели с учителем.
11. Что такое глубинное обучение (deep learning)?
  - а) Использование нейронных сетей с большим количеством слоев.
  - б) Использование неглубоких нейронных сетей.
  - в) Использование линейных моделей.
  - г) Использование деревьев решений.

12. Что такое сверточные нейронные сети (CNN)?
  - а) Тип нейронных сетей, эффективный для обработки изображений.
  - б) Тип нейронных сетей, эффективный для обработки последовательностей.
  - в) Тип нейронных сетей, эффективный для обработки табличных данных.
  - г) Все вышеперечисленное.
13. Что такое рекуррентные нейронные сети (RNN)?
  - а) Тип нейронных сетей, эффективный для обработки изображений.
  - б) Тип нейронных сетей, эффективный для обработки последовательностей.
  - в) Тип нейронных сетей, эффективный для обработки табличных данных.
  - г) Все вышеперечисленное.
14. Какие методы используются для оценки качества интеллектуальной системы?
  - а) Метрики точности, полноты, F1-меры.
  - б) Время обработки данных.
  - в) Объем используемой памяти.
  - г) Все вышеперечисленное.
15. Что такое объяснимый ИИ (Explainable AI, XAI)?
  - а) Разработка методов, позволяющих понять, как интеллектуальная система принимает решения.
  - б) Разработка более точных моделей.
  - в) Разработка более быстрых моделей.
  - г) Разработка более сложных моделей.
16. Что такое обработка больших данных в контексте интеллектуальных систем?
  - а) Работа с очень большими объемами данных.
  - б) Работа с данными разных форматов.
  - в) Работа с данными высокой размерности.
  - г) Все вышеперечисленное.
17. Что такое облачные вычисления в контексте интеллектуальных систем?
  - а) Использование вычислительных ресурсов, предоставляемых через Интернет.
  - б) Использование локальных вычислительных ресурсов.
  - в) Использование квантовых компьютеров.
  - г) Использование суперкомпьютеров.
18. Что такое этические соображения при разработке интеллектуальных систем?
  - а) Учет влияния системы на общество и отдельных людей.
  - б) Обеспечение безопасности и конфиденциальности данных.
  - в) Предотвращение дискриминации.
  - г) Все вышеперечисленное.
19. Что такое интеллектуальная автоматизация процессов (IPA)?
  - а) Использование интеллектуальных систем для автоматизации бизнес-процессов.
  - б) Использование роботов для автоматизации производственных процессов.
  - в) Использование программного обеспечения для автоматизации задач.
  - г) Все вышеперечисленное.
20. Что такое развертывание интеллектуальной системы?
  - а) Внедрение системы в реальную среду.
  - б) Тестирование системы.
  - в) Разработка системы.
  - г) Проектирование системы.

**Ответы:** 1-а, 2-а, 3-а, 4-а, 5-а, 6-а, 7-б, 8-а, 9-а, 10-а, 11-а, 12-а, 13-б, 14-г, 15-а, 16-г, 17-а, 18-г, 19-а, 20-а

#### **4.1.2. Лабораторные работы**

Тема 1. Основы классических экспертных систем

Тема 2. Выявление знаний от экспертов

Тема 3. Стохастический подход к описанию неопределённости

Тема 4. Применение теории нечётких множеств в экспертных системах

##### **4.1.2.1. Порядок проведения.**

В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.

Лабораторные работы проводятся преподавателем согласно разработанному и утвержденному на кафедре рабочей программе. Каждая лабораторно-практическая работа выполняется по определенной теме программы в соответствии с заданием.

Перед выполнением каждой работы студенты-бакалавры должны проработать соответствующий материал, используя конспекты теоретических занятий, периодические издания, учебно-методические пособия и учебники

На каждом занятии студенты выполняют работу в соответствии с ее содержанием и методическими указаниями.

По окончании занятий студенты оформляют отчет по каждой работе, соблюдая следующую форму:

- Наименование темы;
- Цель работы;
- Задание и содержание выполненной работы,
- Письменные ответы на контрольные вопросы.
- Выводы по проделанной работе.
- Список использованных источников.

#### 4.1.2.2 Критерии оценивания

##### **27-30 баллов ставится, если обучающийся:**

Правильно выполнил все задания. Продемонстрировал высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

##### **22-26 баллов ставится, если обучающийся:**

Правильно выполнил большую часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

##### **18-21 баллов ставится, если обучающийся:**

Задания выполнил более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

##### **0-17 баллов ставится, если обучающийся:**

Задания выполнил менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

#### 4.1.2.3. Содержание оценочного средства

##### Лабораторная работа № 1. Создание модели базы знаний

Первой задачей в разработке базы знаний, является создание модели, описывающей факты (объекты, в терминах объектно-ориентированного подхода), которые участвуют в описании бизнес-правил.

В нашем примере определим два факта: заявление на кредит, решение о выдаче кредита. А так как для наименования фактов необходимо использовать только латинский алфавит, то для каждого факта придумаем название: заявление на кредит – ApplicationForCredit и решение о выдаче кредита – CreditDecision.

ApplicationForCredit будет содержать следующие поля:

- Сумма кредита (AmountOfCredit) – сумма в рублях, которую запрашивает заемщик;
- Срок кредитования (PeriodOfCredit) – срок в месяцах, на который заемщик запрашивает кредит;
- Ежемесячный доход (Salary) – заработная плата заемщика в рублях;
- Возраст (Age) – возраст заемщика в годах;
- Пол (Sex) – пол заемщика, М или Ж;
- Опыт работы (JobExperience) – совокупный опыт работы заемщика в годах;
- Последний срок работы (LastPeriodOfWork) – срок работы заемщика на последнем рабочем месте в месяцах;
- Сумма текущих обязательств (CurrentObligations) – сумма в рублях, которую заемщик выплачивает ежемесячно по другим кредитам;

CreditDecision будет содержать следующие поля:

- Ответ (Decision) – решение банка: «отказать в кредите» или «выдать кредит» (значение по умолчанию);
- Ежемесячная плата (MonthlyFee) – ежемесячная плата по кредиту в рублях;

### Создание модели

Для того чтобы создать модель выделим пакет, который будет содержать все бизнес-правила, модель и тестовые сценария для базы знаний, назовём его пакет «CreditKB» нажимаем «Create New» и выбираем «New Declarative Model». Далее в открывшемся окне вводим имя модели, выбираем пакет и нажимаем «OK», см. рисунок 9.

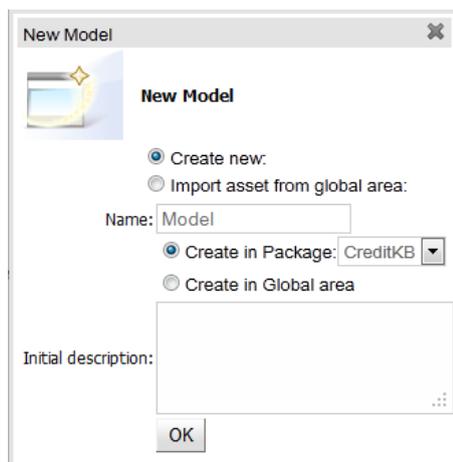


Рисунок 9 - Окно создания модели базы знаний  
Создание факта

После создания модели откроется вкладка, в которой нажимаем «Add new fact type», вводим имя факта и жмем «OK». Повторим это действие для ApplicationForCredit и CreditDecision, тогда в модели должно появиться два факта как на рисунке 10.

Рисунок 10 - Список фактов в модели Model

### Создание поля



Когда факт создан, мы можем приступить к созданию полей этого факта, для этого нажимаем «Add field» и в открывшемся окне вводим имя поля («Field name») и его тип («Type»).

#### Типы полей:

- Whole number (integer) – целое число,
- True or False (boolean) – булево значение, истина или ложно,
- Text (string) – текст,
- Date (java.util.Date) – время и дата,
- Decimal number (java.util.BigDecimal) – число с плавающей точкой.

После того как вы создадите поля два обоих фактов у вас должен получится такой же список как на рисунке 11.

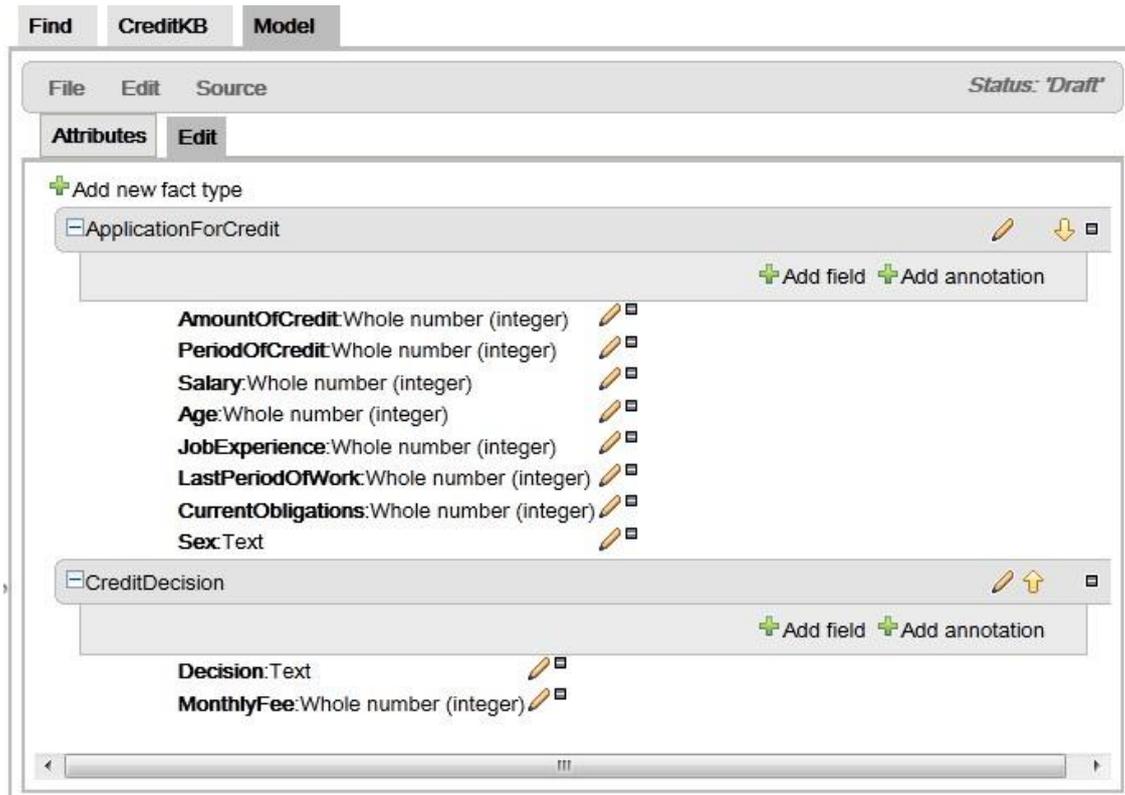


Рисунок 11 - Вкладка модели базы знаний

После того как вы закончили, необходимо сохранить модель, для этого нажмите «File», выберите «Save changes», в появившемся окне введите комментарий к сделанным изменениям и нажмите «OK».

Если сохранения прошло успешно, то во вкладке пакета «CreditKB» вы увидите созданную модель как на рисунке 12.

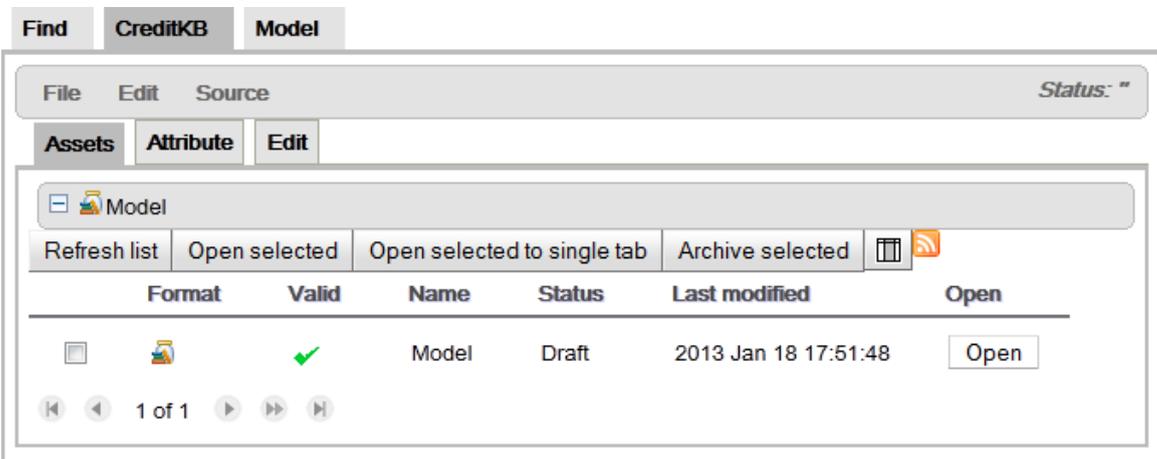


Рисунок 12 - Вкладка с содержимым пакета CreditKB

Теперь вы готовы перейти к описанию правил.

## Лабораторная работа № 2. Создание простого правила

База знаний будет состоять всего из пяти правил (это очень мало для реальной базы знаний, но для нашего примера этого количества достаточно).

### Создание правила

Первое правило, которое мы опишем, будет следующим:

**Если** возраст заемщика < 18 лет

**То** отказать в кредите.

Для этого создадим пустое правило:  
«Create New» и выбираем «New Rule», см. рис. 13.

выделяем пакет, нажимаем

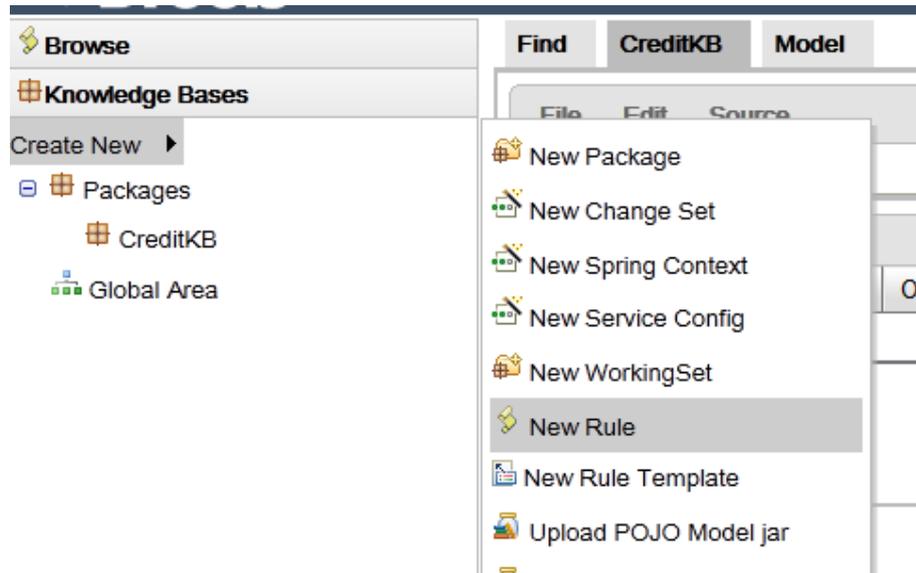


Рисунок 13 - Создание нового правила

В появившемся окне необходимо ввести имя правила и, если нужно, то и описание. И не забудьте, что должен быть выбран пакет, в котором будет создано правило, см.

поле «Create in Package» (см. рис. 14).

Для простоты, именем правила было выбрано «Rule #1», но это не является каким либо требованием к наименованию, в качестве имени может выступать любая строка на любом языке.

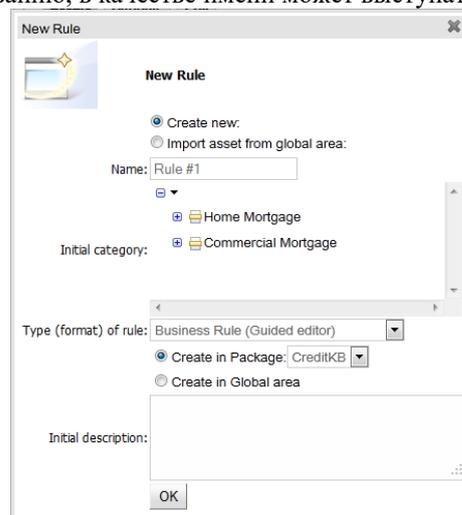


Рисунок 14 - Окно создания правила

После того как правило создано, оно отобразится во вкладке пакета, см. рис. 15.

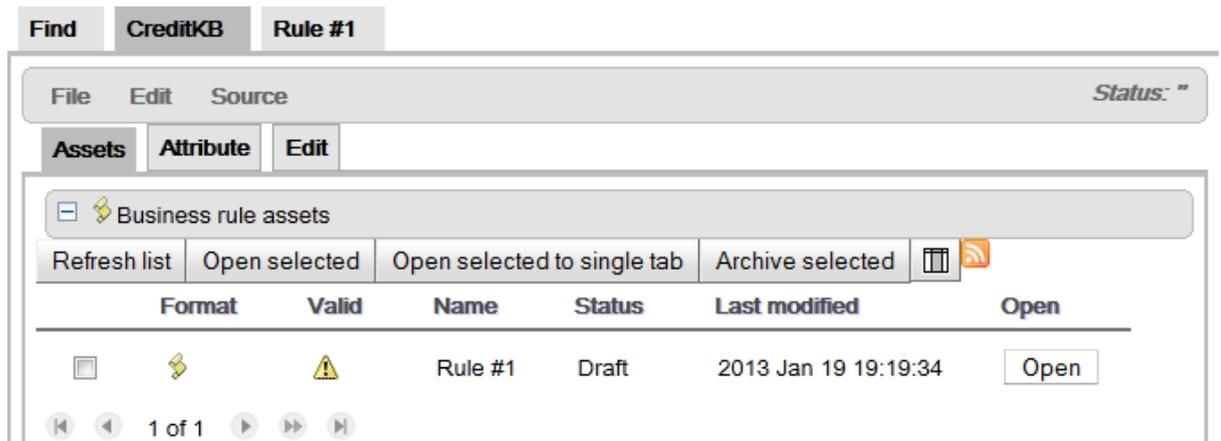


Рисунок 15 - Список правил пакета "CreditKB"

Теперь правило готово для его описания, т.е. для заполнения частей «условия» и «действия», в терминах Drools Guvnor – это When и Then части правила соответственно. Описание части условий

Для того чтобы описать условие «возраст заемщика меньше 18 лет» необходимо выполнить следующие действия: нажать + напротив слова «WHEN» и в открывшемся окне выбрать ApplicationForCredit, после чего у вас должно появиться условие как на рис. 16.

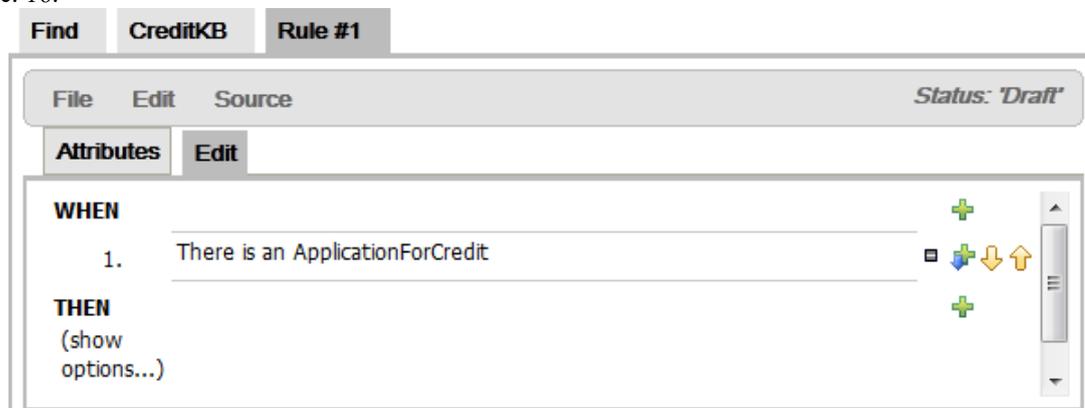


Рисунок 16 – Правило с новым условием

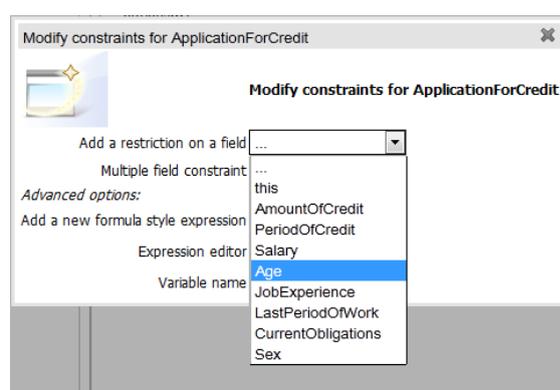
Добавленное условие означает, что правило выполнится, когда в рабочей памяти появится факт типа ApplicationForCredit.

Но это еще не все, теперь нам надо добавить условие «возраст меньше 18 лет» для этого необходимо добавить ограничение на поле факта ApplicationForCredit: нажимаем на название только что добавленного условия и в появившемся окне выбираем в поле «Add a restriction on a field» поле факта Age, см. рис. 17.

Рисунок 17 - Установка условия на поле факта ApplicationForCredit

Далее мы видим, что было добавлено дополнительное ограничение, рядом с которым есть выпадающий список с дополнительными условиями. В этом списке выбираем условие «less than», нажимаем рядом нарисованный карандаш, и в появившемся окне нажимаем «Literal Value», после чего вместо карандаша появляется пусто поле, в которое записываем число 18, см. рис. 18.

Теперь описание условия «возраст заемщика меньше 18 лет» закончено.



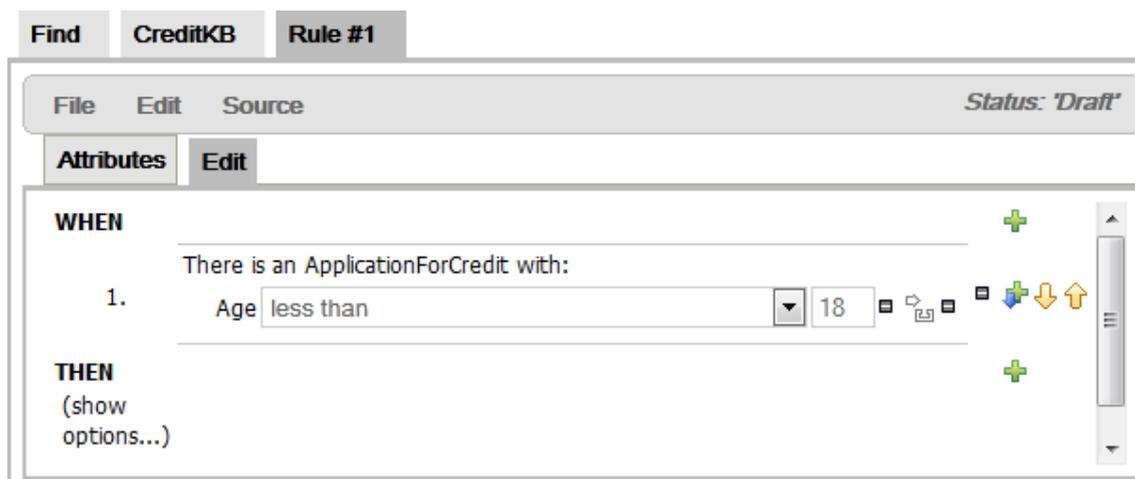


Рисунок 18 - Добавленное ограничение на поле Age

При срабатывании этого правила необходимо указать, что выдача кредита отказана, т.е. записать в поле Decision факта CreditDecision слова «отказать в кредите», а что бы это реализовать, сначала необходимо добавить в часть WHEN условие наличия факта CreditDecision, в котором будет записан текст «отказать в кредите» при срабатывании правила, и присвоить его переменной, назовем её «decision».

Действия: нажимаем значок плюса со стрелкой и в появившемся окне выбираем CreditDecision и нажимаем «ОК». Теперь для присвоения переменной нажимаем на только что добавленное условие, в открывшемся окне вводим в поле «Variable name» имя переменной и нажимаем «Set». После чего правило должно выглядеть так как показано на рис. 19.

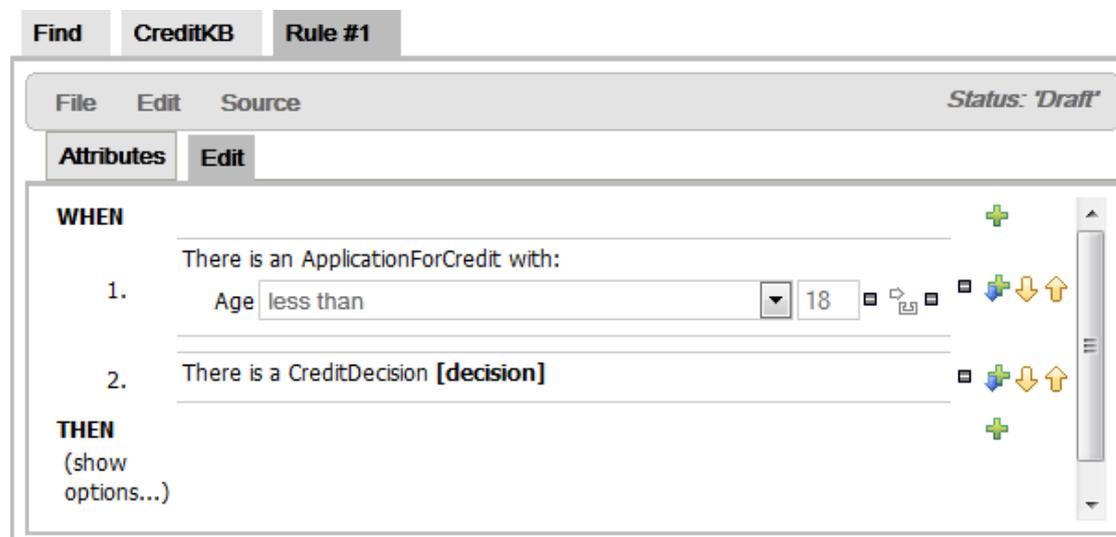


Рисунок 19 - Присвоение факта переменной

На этом мы закончили с описанием части WHEN и можем перейти к описанию следующей части правила.

#### Описание части действий

Как было написано выше, необходимо записать в поле Decision факта CreditDecision, который присвоен переменной decision, текст «отказать в кредите».

Действия: нажимаем значок плюса в части THEN и в появившемся окне выбираем «Change field values of decision», где «decision» – это имя созданной нами переменной, и нажимаем «ОК», в результате чего появляется рисунок карандаша. Далее по нажатию на появившийся рисунок карандаша, открывается окно, в котором необходимо выбрать в списке значение «Decision», которое является именем одноименного поля факта. И снова нажимаем на рисунок карандаша, выбираем «Literal Value» и вводим текст «отказать в кредите».

В результате выполненных действий правило должно выглядеть как на рис. 20.

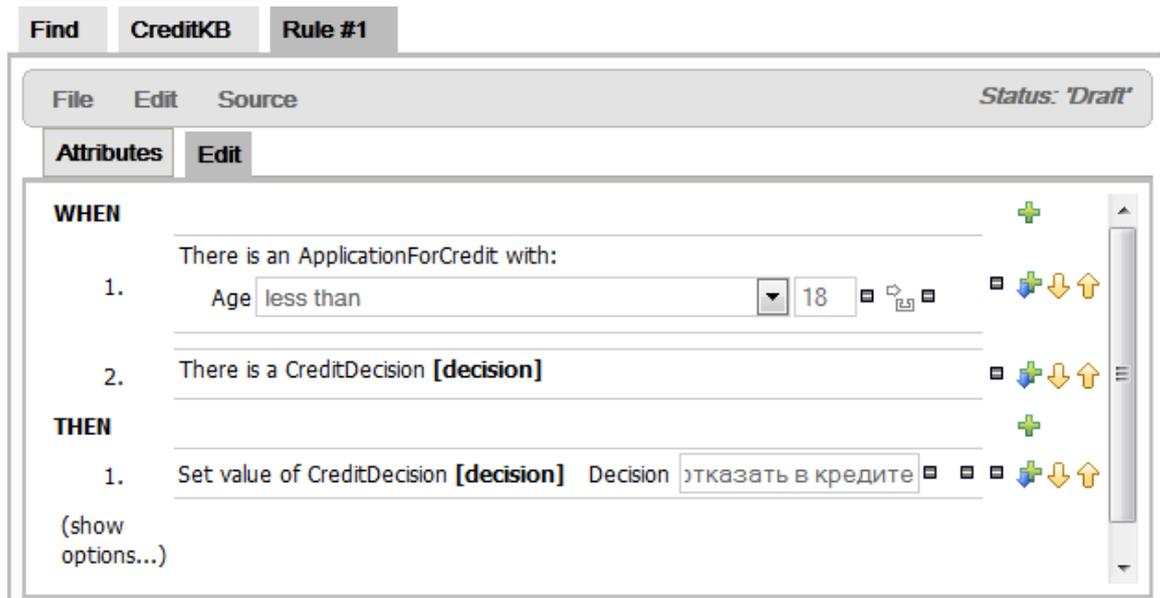


Рисунок 20 - Законченное правило

Описание правила закончено, но перед тем как мы сохраним его необходимо проверить, что оно успешно проходит валидацию и верификацию. Для этого поочередно запускаем команды «Validate» и «Verify». Если валидация и верификацию прошли успешно, то мы готовы сохранить правило, сохранение происходит командами «Save changes» или «Save and close».

Отлично! Теперь вы умеете создавать простые правила и готовы перейти к более сложным их вариантам.

### Лабораторная работа № 3. Создание правила: формулы

В этой лабораторной работе мы создадим более сложное правило, которое использует конструкцию формул для вычисления различных выражений.

Разделение на простые и сложные правила достаточно условное, так как в целом структура и работа с ними одинакова, единственное отличие – это использование конструкций более гибких и в тоже время требующих более глубокого понимания.

#### Использование формул в части условий

Правило:

**Если** возраст + срок кредитования  $\geq$  60 лет для мужчин и 55 лет для женщин  
**То** отказать в кредите.

Разобьем условие правила на два подусловия, которые объединим логической операцией ИЛИ:

- заемщик – мужчина и его возраст + срок кредитования  $\geq$  60 лет
- заемщик – женщина и её возраст + срок кредитования  $\geq$  55 лет

Для того чтобы объединить несколько условий операцией ИЛИ используется конструкция «Any of the following are true...», см. рис. 21.

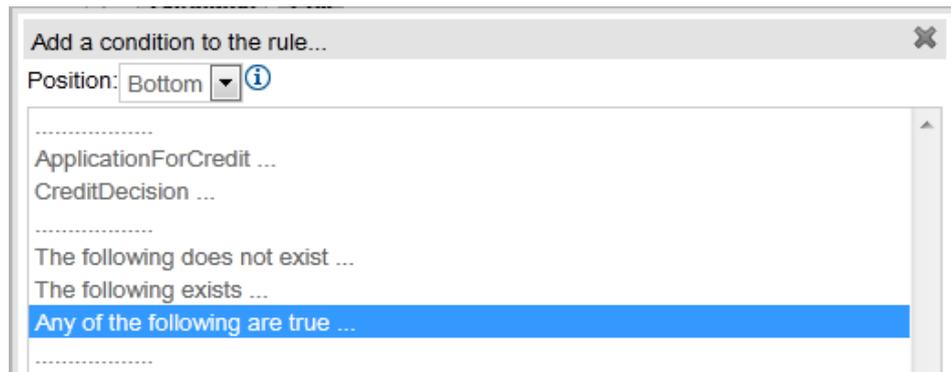


Рисунок 21 - Выбор конструкции "Any of the following are true..."

Использование операции ИЛИ означает что объединенное условие истинно тогда когда хотя бы одно из подусловий истинно.

Создадим новое правило с именем Rule #2 и запишем условие, но пока только с указанием пола заемщика, а сравнение суммы возраста и срока кредитования для простоты пока опустим, см. рис. 22.

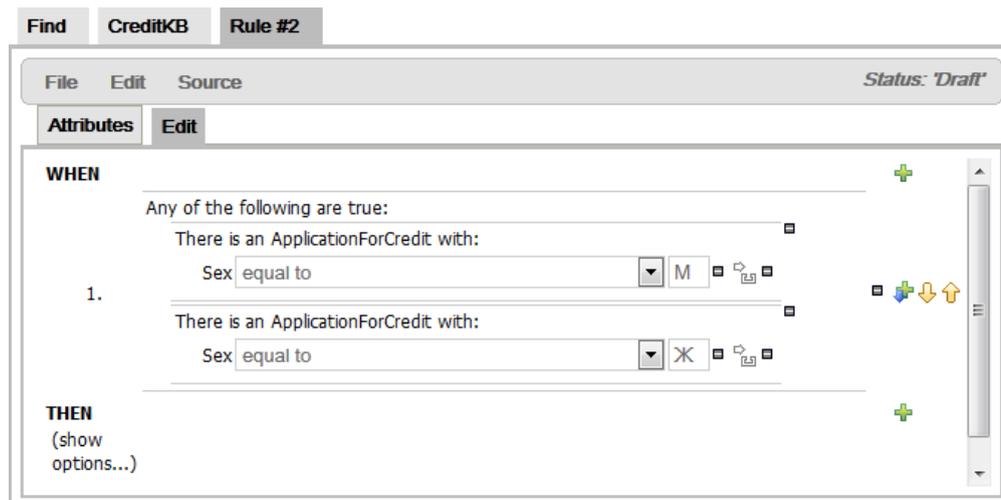


Рисунок 22 - Частично записанное условие правила Rule #2

Замечательно! Следующий шаг – это использование формул для вычисления различных выражений, которые используются при описании условий.

Что закончить описание условия необходимо добавить формулу, которая вычисляет сумму полей Age и PeriodOfCredit и сравнивает её с числом 60 для первого подусловия и с числом 55 для второго подусловия.

Действия: нажимаем на «There is an ApplicationForCredit with:» из первого подусловия и в открывшемся окне нажимаем «New formula», в результате чего появляется поле для записи формул, в которое записываем следующее выражение:  $Age + PeriodOfCredit / 12 \geq 60$ .

Повторив те же действия и для второго подусловия, мы получим то же самое, что и на рис. 23.

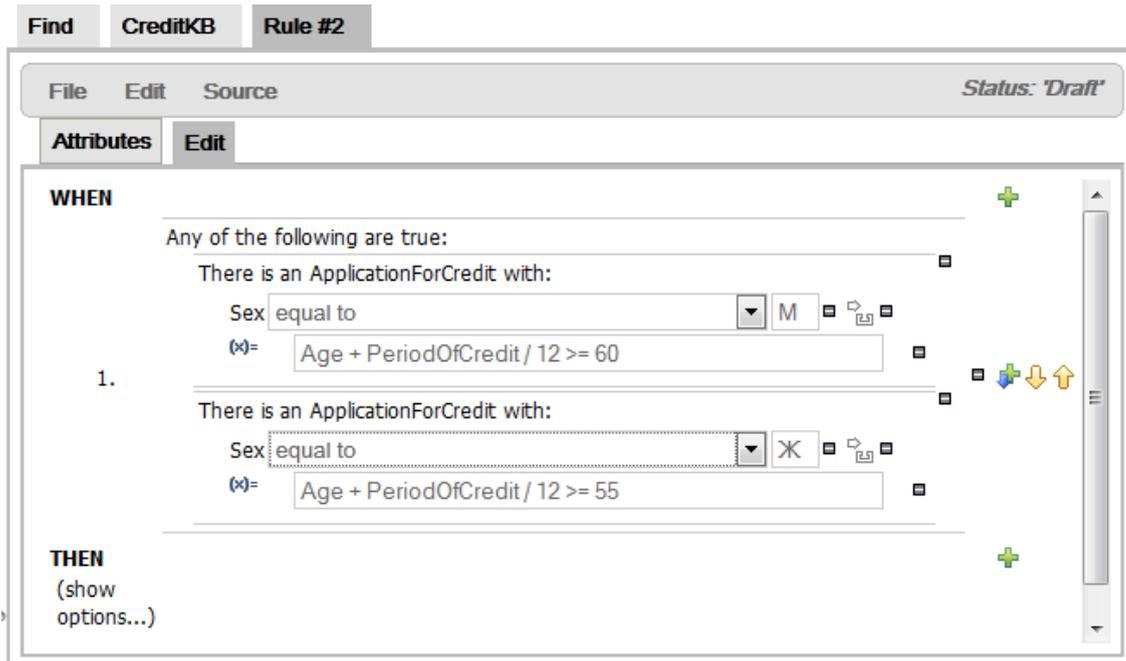


Рисунок 23 - Правило использующее конструкцию "New formula"

Теперь в правило осталось добавить действие, которое, как вы уже догадались, идентично действию из правила предыдущей лабораторной работы.

Законченное правило Rule #2 показано на рис. 24.

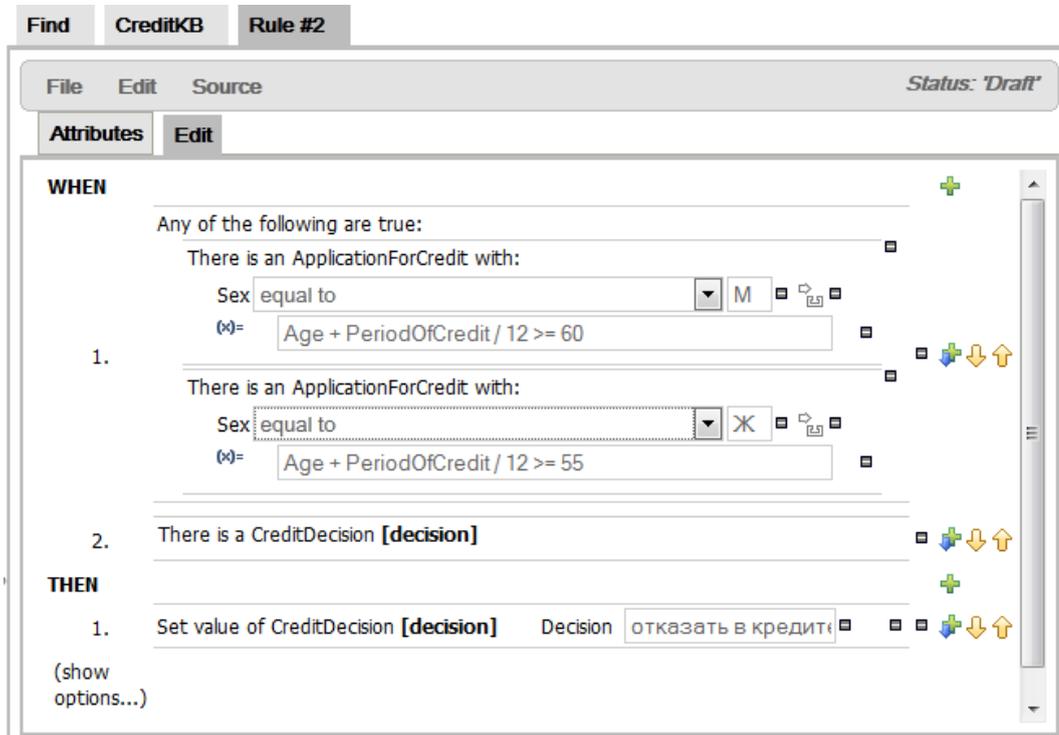


Рисунок 24 - Законченное правило Rule #2  
Использование формул в части действий

В следующем правиле мы используем конструкцию формул для вычисления ежемесячного платежа по кредиту:

**Если** есть заявка на кредит  
**То** рассчитать ежемесячный платеж по кредиту.

По своей сути, это правило не несет никакой смысловой нагрузки, а лишь является способом вычисления и записи ежемесячного платежа в поле MonthlyFee факта CreditDecision.

Пусть годовая процентная ставка будет равна 10%, а платежи по кредиту будут аннуитетными, т.е. платеж всегда одинаков, то ежемесячный платеж вычисляется по следующей формуле:

$$EP = \frac{CK \cdot PC}{PC \cdot P},$$

где EP – ежемесячный платеж, CK – сумма кредита, PC – месячная процентная ставка, которая равна 1/12 от годовой процентной ставки (в нашем случае равно 0.1/12) и P – срок кредитования в месяцах.

Правило Rule #3 см. на рис. 25.

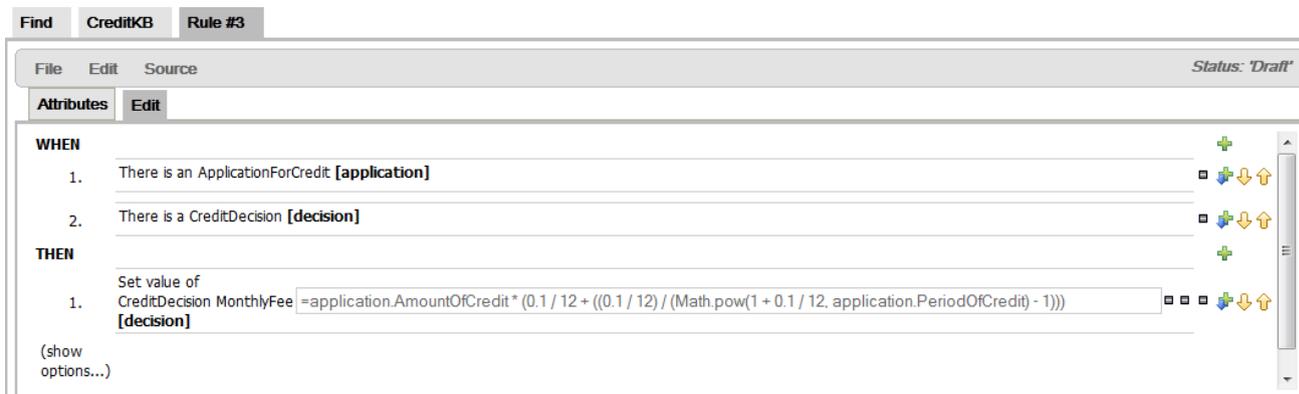


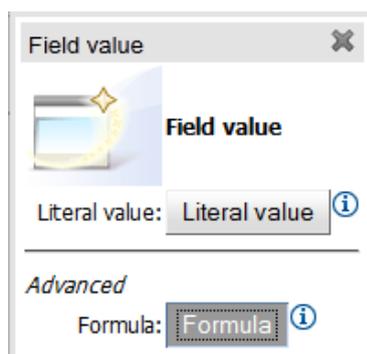
Рисунок 25- Правило Rule #3

Как вы заметили, данное правило будет выполнено тогда и только тогда, когда в рабочей памяти будут находиться факты ApplicationForCredit и CreditDecision. В результате чего в поле MonthlyFee факта CreditDecision, который присвоен переменной «decision», будет записана ежемесячная плата по кредиту.

Вы уже знакомы с тем, как записывать текстовое или числовое значение в поле факта, а если нет, то см. предыдущую лабораторную работу. Для того чтобы вместо текстового или числового значения записать в поле результат вычисления какого-либо выражения необходимо по нажатию на карандаш вместо «Literal value» выбрать «Formula», см. рис. 26, и записать нужное выражение.

Рисунок 26 - Выбор формулы в качестве значения поля

Хорошо! В этой лабораторной работе вы познакомились с несколькими новыми конструкциями: конструкция ИЛИ («Any of the following are true...») и конструкция формул. И реализовали два более



сложных, чем в предыдущей работе, правил.

#### Лабораторная работа № 4. Создание правила: атрибуты

Осталось ещё два правила, которые нам необходимо создать для полноценной картины, первое из них:

**Если** ежемесячный доход – сумма текущих обязательств – ежемесячный платеж по кредиту < 10% от ежемесячного дохода **То** отказать в кредите.

Теперь вы знаете, как создавать правила и использовать формулы, поэтому я приведу только готовый вариант правила, см. рис. 27.

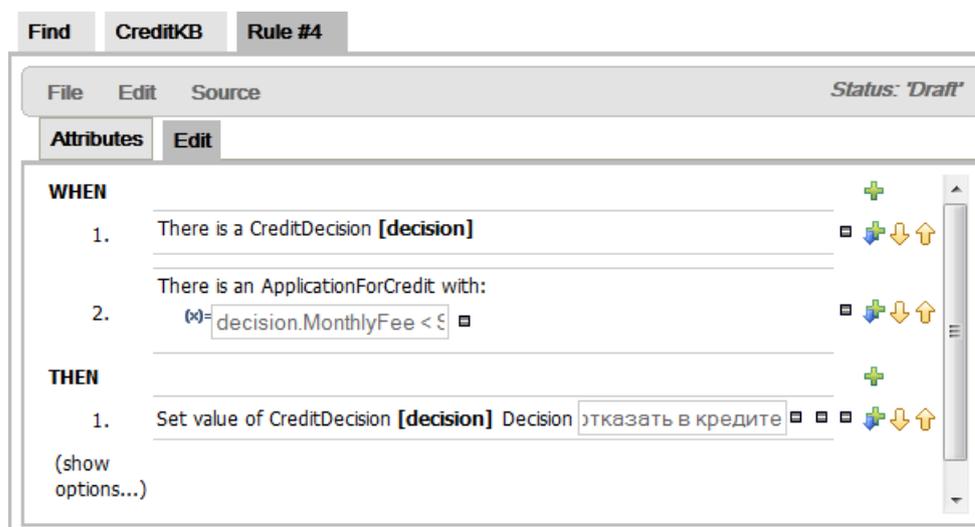


Рисунок 27 - Правило Rule #4

В части условий правила Rule #4 записана следующая формула:  $Salary - CurrentObligations - decision.MonthlyFee < Salary * 0.1$

Как видно из формулы, для вычисления условия используется поле MonthlyFee факта CreditDecision, в которое должна быть записана ежемесячная плата по кредиту, которая в свою очередь вычисляется в правиле Rule #3. Что если правило Rule #4 выполнится раньше, чем Rule #3?

Результат будет непредсказуем, поэтому необходимо гарантировать, что правило Rule #3 выполнится раньше, т.е. будет иметь больший приоритет, чем правило Rule #4. Что бы этого добиться будем использовать такой атрибут правила как «salience», который устанавливает приоритет правила, по умолчанию у всех он равен 0, для правила Rule #3 установим его на 10 (или любое число больше 0).

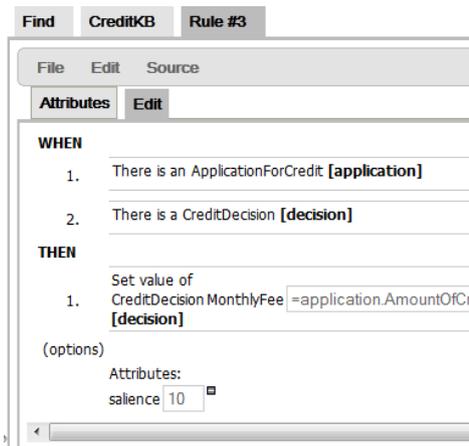
Установка атрибута правила: открываем правило Rule #3, нажимаем «(show options)», нажимаем знак плюса напротив, в открывшемся окне

выбираем значение «salience» в поле «Attribute» и в появившиеся поле записываем 10, см. рис. 28.

Рисунок 28 - Установка атрибута salience

Отлично! И последнее правило, которое мы создадим, будет следующим:

**Если** опыт работы < 1 года и срок работы на последнем месте < 6 месяцев



То отказать в кредите.

Для описания этого правила, мы будем использовать ограничение «Any of (And)» из списка «Multiple field constraint», см. рис. 29.

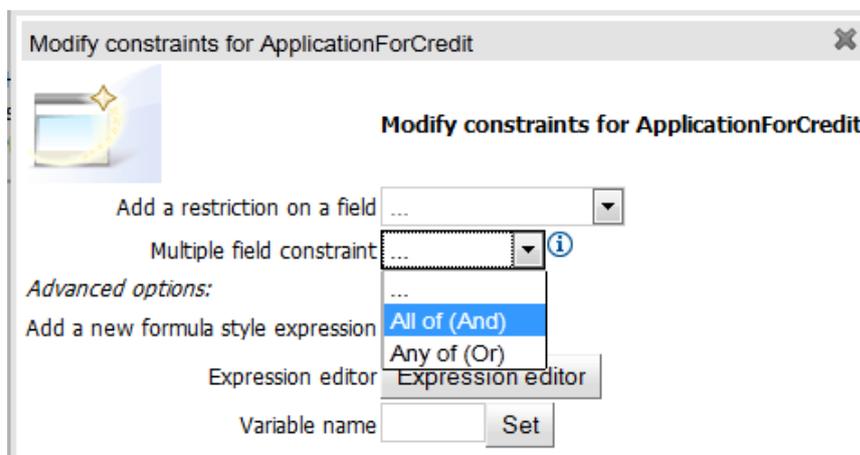


Рисунок 29 - Ограничение "Any of (And)"

Полностью завершенное правило Rule #5 см. на рис. 30.

На этом мы закончили с описание правил и готовы перейти к созданию тестовых сценариев, для проверки корректности работы базы знаний.

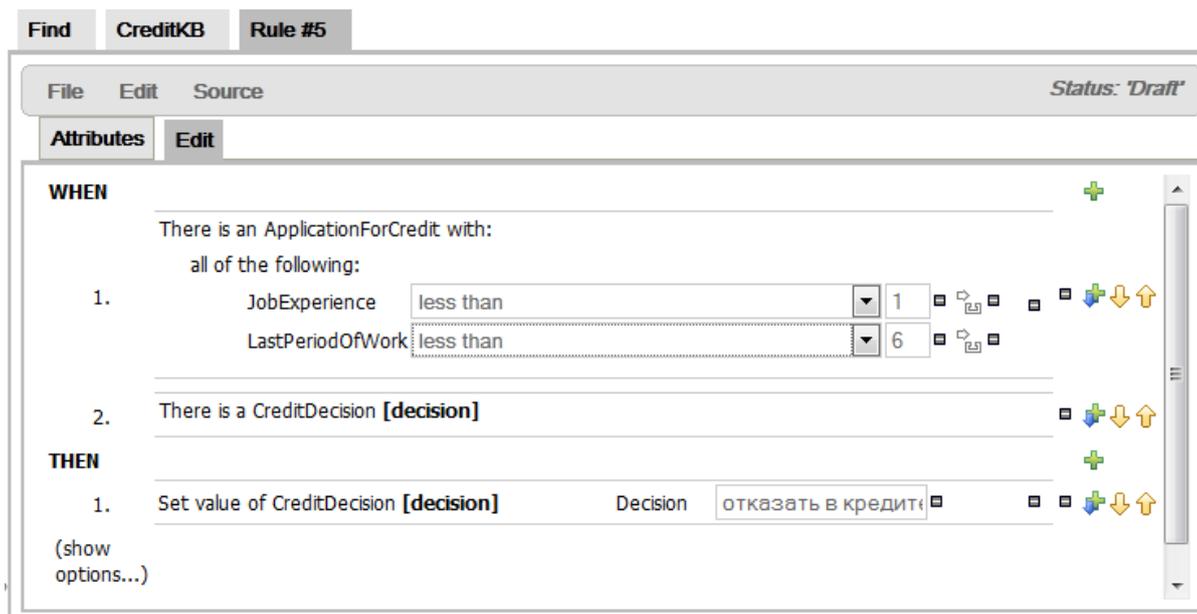


Рисунок 30 - Правило Rule #5

#### Лабораторная работа № 5. Создание тестового сценария

Приступим к покрытию нашей базы знаний тестами, т.е. написанию тестовых сценариев для тестирования логики базы знаний. С помощью этих тестовых сценариев мы должны проверить как можно большую часть логики БЗ.

Тестовый сценарий создаем так же как и правило, но в меню «Create New» необходимо выбрать подменю «New Test Scenario», после того как вы выбрали имя тестового сценария, для удобства в этом случае назовем его Test #1, откроется новая вкладка с именем теста, см. рис. 31.

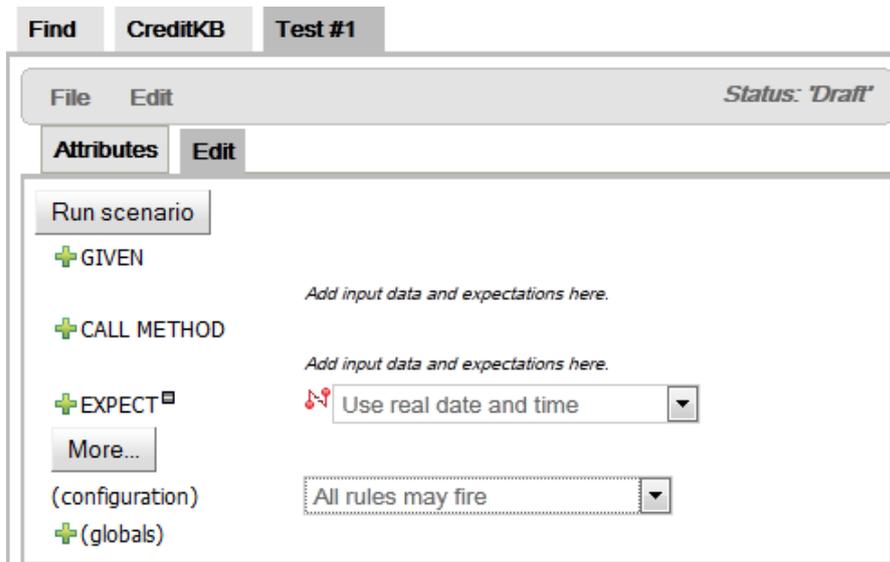


Рисунок 31 - Пустой тестовый сценарий Test #1

Тестовый сценарий состоит из двух основных частей: входные факты (часть «GIVEN») и ожидаемые факты (часть «EXPECT»).

Общий алгоритм работы тестового сценария следующий:

1. входные факты добавляются в рабочую память машины вывода,
2. запускает выполнение правил из базы знаний,
3. выполняется проверка наличия ожидаемых фактов в рабочей памяти.

Один тестовый сценарий может содержать несколько пар «входные факты – ожидаемые факты», чтобы добавить новую пару достаточно нажать на кнопку «More...».

Добавление входного факта

Начнем мы с простого теста, который проверяет работу правила Rule #1, для этого в качестве входных фактов мы добавляем факт типа ApplicationForCredit и факт типа CreditDecision. При добавлении входных фактов мы должны указать имя факта, назовем их «application» и «decision» соответственно.

Добавление входного факта: нажимаем знак плюса рядом со словом GIVEN, выбираем тип факт из списка «Insert a new fact», придумываем ему имя в поле «Fact name» и нажимаем «Add», см. рис. 32.

Рисунок 32 - Добавление входного факта



Выполним те же действия и для факта типа CreditDecision, тогда получим два входных факта в тесте Test #1, см. рис. 33.

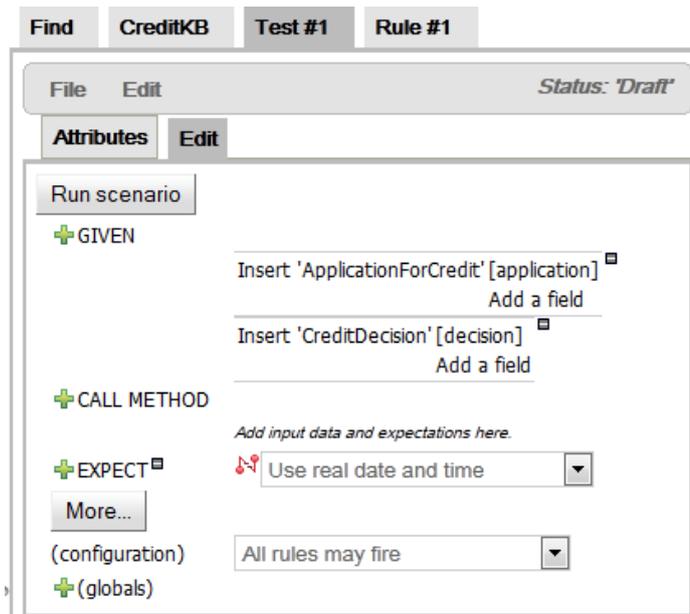


Рисунок 33 - Тест Test #1 и входные факты

Так как мы определили, что поле Decision факта CreditDecision должно иметь значение по умолчанию - «выдать кредит», то необходимо это учесть при разработке тестовых сценариев.

Установка значения полю входного факта: нажимаем «Add a field», выбираем необходимо поле из списка «Choose a field to add» и нажимаем «OK», результат см. на рис. 34.

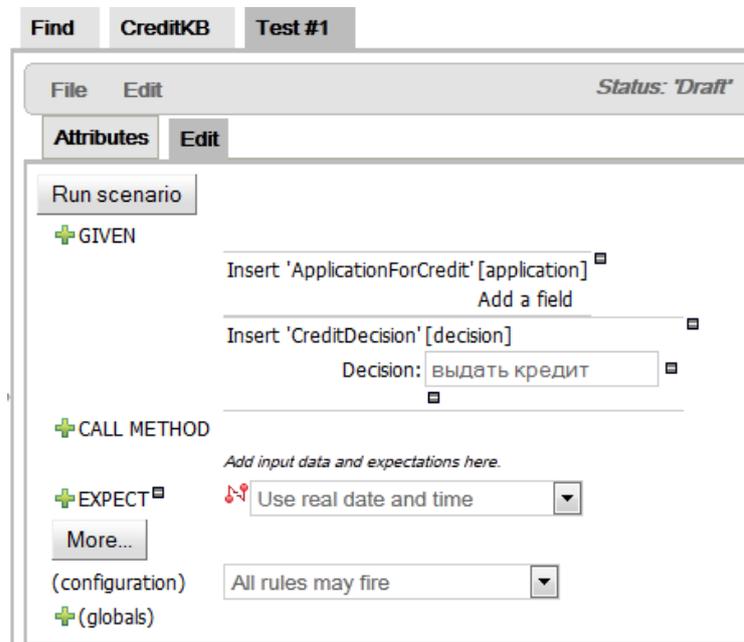


Рисунок 34 - Установка значения полю входного факта

Аналогично заполняем следующие поля факта ApplicationForCredit:

- AmountOfCredit: 100000,
- PeriodOfCredit: 24,
- Salary: 15000,
- Age: 17,
- JobExperience: 1,
- LastPeriodOfWork: 12,

- CurrentObligations: 0,
- Sex: M.

Теперь осталось добавить ожидаемый факт. В результате, мы ожидаем, что в поле Decision факта CreditDecision будет записано «отказать в кредите».

Добавление ожидаемого факта

Добавление входного факта как ожидаемого: нажимаем знак плюса рядом со словом EXPECT, в открывшемся окне из списка «Fact value» выбираем имя переменной, которой мы присвоили входной факт, и нажимаем «Add».

Теперь факт CreditDecision записанный в переменную «decision» является как входным, так и ожидаемым фактом. Теперь записываем «отказать в кредите» в соответствующее поле ожидаемого факта, готовый тестовый сценарий см. на рис. 35.

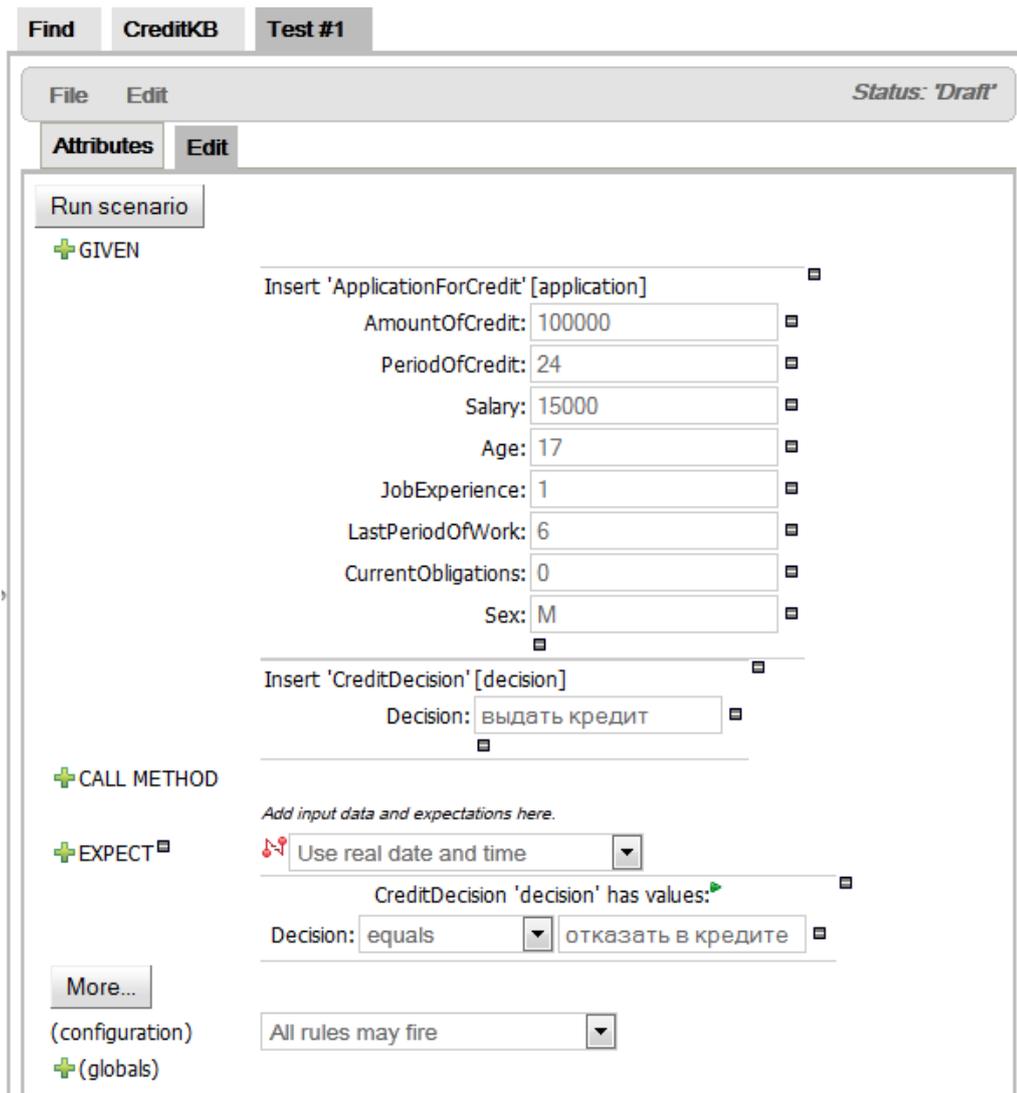
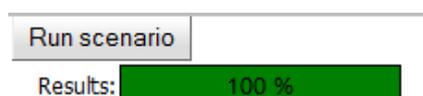


Рисунок 35 - Тестовый сценарий Test #1

После того как вы закончили реализовывать тестовый сценарий не забудьте его сохранить. Запуск тестового сценария

Для запуска тестового сценария достаточно нажать на кнопку «Run scenario» и если тест прошел успешно, то вы увидите под этой кнопкой зеленый прямоугольник со 100%, как на рис. 36.

Рисунок 36 - Результат запуска тестового сценария



Так же для отладки теста будет удобно ознакомиться с отчетом, в котором перечислены все события, такие как добавление, удаление и изменение факта и срабатывание правил. Для просмотра отчет нажмите «Show events», см. рис. 37.

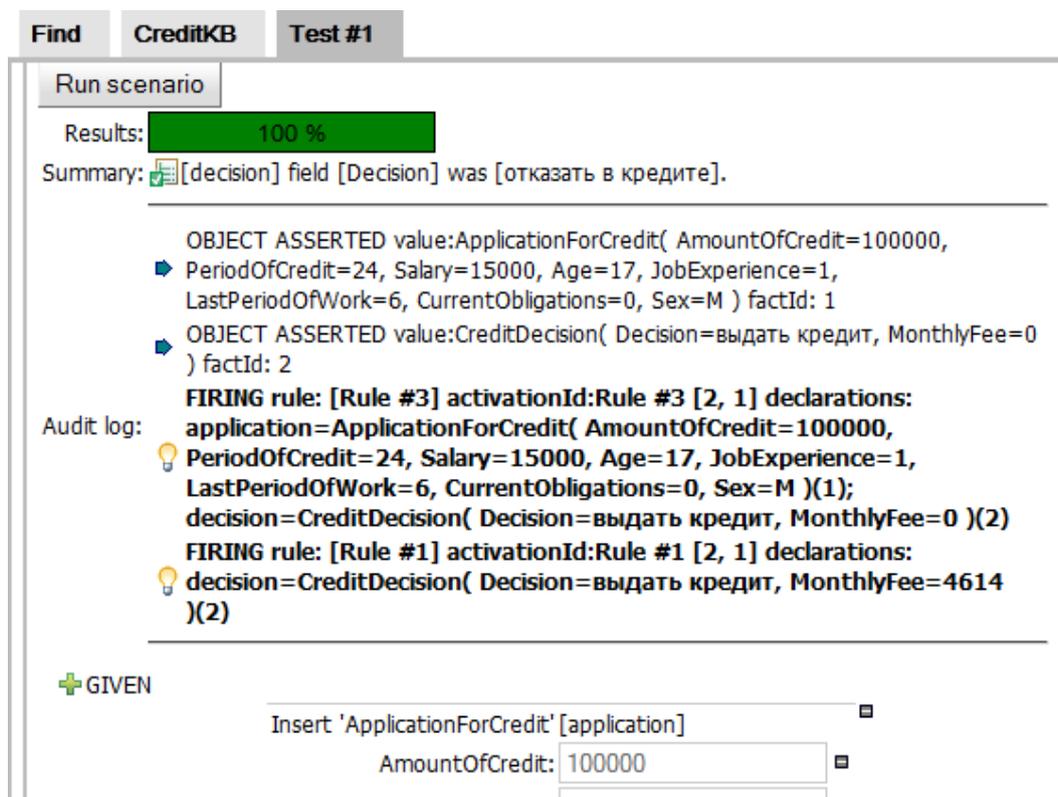


Рисунок 37 - Отчет по запуску тестового сценария Test #  
Лабораторная работа № 6. Создание перечисления

В этой лабораторной работе мы займемся улучшением разработанной базы знаний, а именно мы добавим перечисления для полей «ApplicationForCredit.Decision» и «CreditDecision.Decision».

Перечисление – это список возможных значений, которые может иметь поле факта. В редакторе правил для полей фактов, для которых определены перечисления, текстовое поле для ввода значения заменяется на выпадающий список.

Создание перечисления

Перечисления создаются, так же как и остальные сущности системы Drools, для этого необходимо в меню «Create New» выбрать подменю «New Enumeration».

Для описания перечислений используются три поля, каждая строка описывает одно перечисление:

- Fact – имя факта, в котором находится поле,
- Field – поле, для которого создается перечисление,
- Context – описание перечисления.

Опишем перечисление для поля «ApplicationForCredit.Sex», которое принимает два возможных значения ‘М’ или ‘Ж’. Для этого в поле «Context» нужно записать следующее, см. рис. 38.

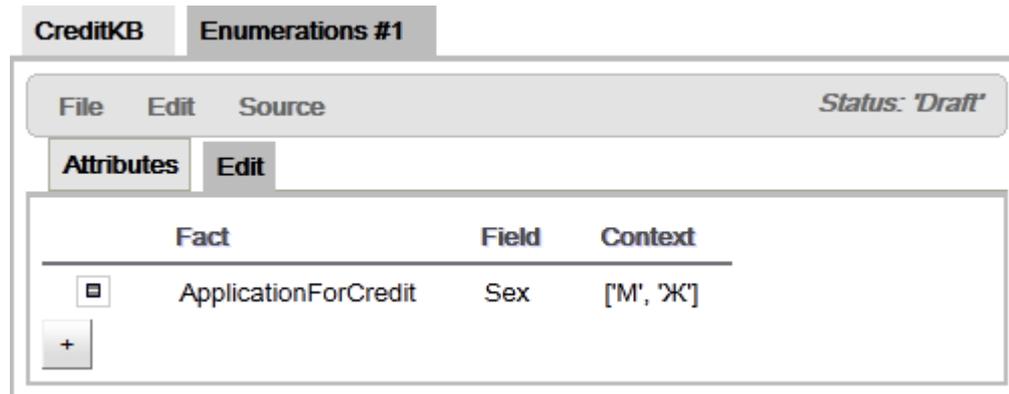


Рисунок 38 - Перечисления Enumeration #1

После того как перечисление создано, необходимо его сохранить и в подвкладке «Edit» вкладки пакета поочередно нажать на «Validate configuration» и «Build package», в результате чего система проведет валидацию всех сущностей пакета и сборку самого пакета.

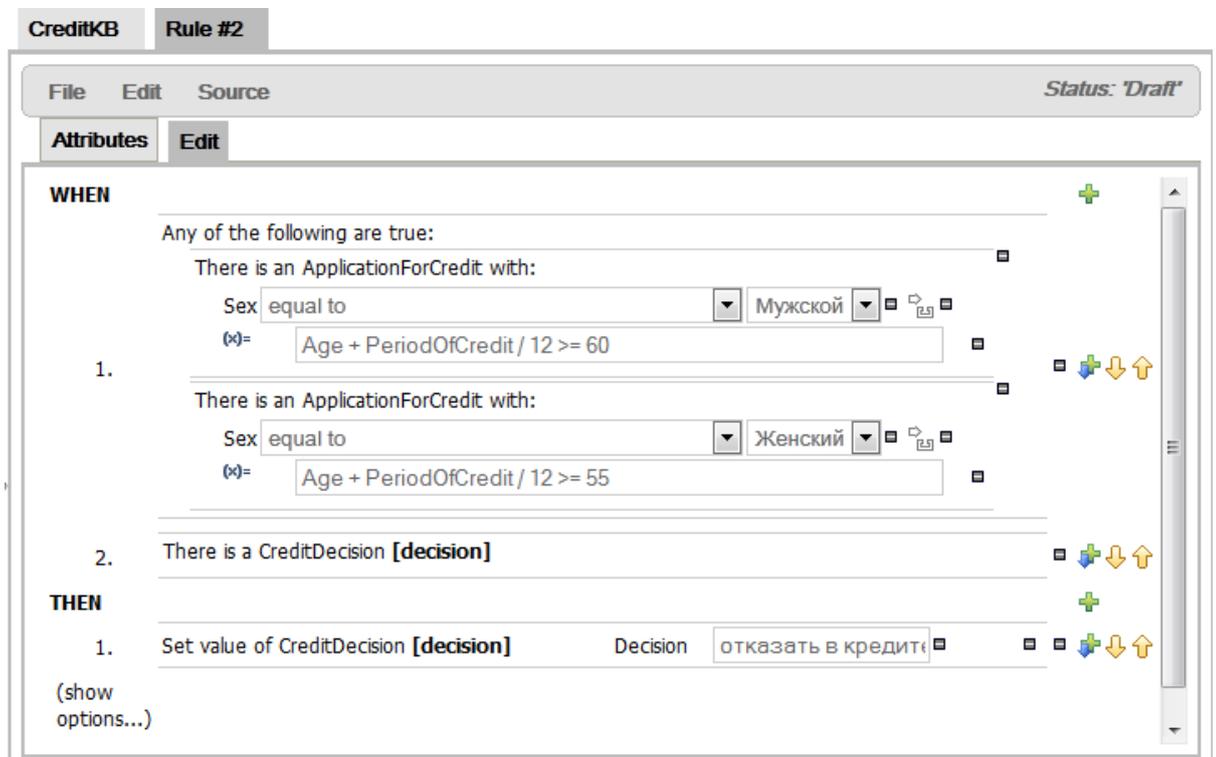
Дабы проверить работу перечисления откройте правило Rule #2 и убедитесь, что теперь для поля Sex появилось выпадающий список возможных значений.

Более того созданное перечисление можно модифицировать таким образом чтобы для наглядности в редакторе правил вместо одиночных букв 'М' и 'Ж' отображались слова 'Мужской' и 'Женский' соответственно, а одиночные буквы использовались системой только для вычислений. Для этого в поле «Context» необходимо записать следующее:

['M=Мужской', 'Ж=Женский']

После этих изменений правило Rule #2 примет следующий вид, см. рис. 39.

Рисунок 39 - Правило Rule #2 после изменения перечисления



Хорошо! Теперь вы научились создавать перечисления для полей факта. Чтобы закрепить полученные знания создайте перечисление для поля «CreditDecision.Decision» с двумя возможными значениями: «отказать в кредите» и «выдать кредит».

## **4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

По дисциплине предусмотрен зачет. Зачет проходит по билетам. В каждом билете два теоретических вопроса. Зачет проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций.

### **4.2.1. Устный или письменный ответ на вопрос**

#### **4.2.1.1. Порядок проведения.**

Устный или письменный ответ на вопрос направлен на проверку знаний основных разделов по дисциплине

#### **4.2.1.2. Критерии оценивания.**

##### **43-50 баллов ставится, если обучающийся:**

В ответе качественно раскрыл содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **36-42 баллов ставится, если обучающийся:**

Основные вопросы темы раскрыл. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **28-35 баллов ставится, если обучающийся:**

Тему частично раскрыл. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

##### **0-27 баллов ставится, если обучающийся:**

Тему не раскрыл. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.

#### **4.2.1.3. Оценочные средства.**

##### **Вопросы для устного или письменного ответа**

1. Классификация систем искусственного интеллекта.
2. Экспертные системы.
3. Базовые функции экспертных систем.
4. Знания и их свойства.
5. Структура и этапы разработки экспертной системы.
6. Модели представления знаний.
7. Структуры и стратегии поиска в пространстве состояний.
8. Языки программирования для экспертных систем и языки представления знаний
9. Экспертное оценивание как процесс измерения.
10. Связь эмпирических и числовых систем.
11. Методы измерения степени влияния объектов.
12. Характеристика и режимы работы группы экспертов.
13. Обработка экспертных оценок.
14. Неопределенности в экспертных системах и проблемы, порождаемые ими.
15. Теория субъективных вероятностей.
16. Байесовское оценивание.
17. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью.
18. Коэффициент уверенности
19. Методология нечеткого моделирования.
20. Основные понятия и определения теории нечетких множеств.
21. Нечеткие отношения.
22. Нечеткая импликация.
23. Правила нечетких продукций.
24. Прямой и обратный методы вывода заключений в системах нечетких продукций.

Краткие ответы:

### **1. Классификация систем искусственного интеллекта.**

Системы искусственного интеллекта (ИИ) классифицируются по различным признакам, включая уровень сложности, способность к обучению, тип решаемых задач и архитектуру. Можно выделить реактивные системы, действующие лишь на основе текущих данных, системы, основанные на памяти, использующие прошлый опыт, системы, ориентированные на цели, стремящиеся к достижению определенных результатов, и системы, основанные на полезности, оценивающие различные варианты действий. Также существует классификация по типу обучения: обучение с учителем, без учителя и с подкреплением. По типу решаемых задач выделяются

системы распознавания образов, обработки естественного языка, планирования и принятия решений. Наконец, систематизация может осуществляться по области применения: медицина, финансы, робототехника, автоматизация производства и т.д. Выбор классификации зависит от контекста и поставленных целей. Гибридные системы, сочетающие различные подходы, также представляют собой значительную часть современных разработок в области ИИ.

## **2. Экспертные системы.**

Экспертные системы (ЭС) – это программные приложения, предназначенные для имитации процесса принятия решений экспертом в узкой предметной области. Они используют базу знаний, содержащую факты и правила, и механизм вывода, позволяющий получать новые знания из имеющихся. Ключевым преимуществом ЭС является способность решать сложные задачи, требующие глубоких специализированных знаний, доступных только узкому кругу специалистов. ЭС способны к объяснению своих выводов, что повышает доверие к результатам. Они находят применение в медицине, геологической разведке, финансах и других областях, где необходима высокая точность и обоснованность принятых решений. Однако, разработка ЭС – сложный и трудоемкий процесс, требующий сотрудничества с экспертами и значительных затрат времени и ресурсов. Кроме того, ЭС могут быть ограничены в своей способности обрабатывать неполные или противоречивые данные.

**8. Языки программирования для экспертных систем и языки представления знаний.** Prolog – логический язык программирования, часто используемый для создания экспертных систем. Lisp – функциональный язык программирования, подходящий для обработки символьной информации. OPS5 – язык продукционных правил, специально разработанный для экспертных систем. CLIPS – еще один популярный язык продукционных правил для экспертных систем. Python – универсальный язык программирования, используемый для разработки различных экспертных систем. Java – объектно-ориентированный язык, также применяемый в разработке экспертных систем. KRL (Knowledge Representation Language) – язык представления знаний, основанный на фреймах. OWL (Web Ontology Language) – язык для представления онтологий в семантическом вебе. RDF (Resource Description Framework) – язык для представления знаний в виде графа. XML (Extensible Markup Language) – язык разметки, используемый для представления данных. JSON (JavaScript Object Notation) – текстовый формат обмена данными, часто используемый в веб-приложениях. Выбор языка программирования зависит от конкретной задачи и архитектуры экспертной системы. Языки представления знаний используются для формализации и структурирования знаний экспертов. Современные экспертные системы могут использовать комбинации различных языков программирования и представления знаний.

**9. Экспертное оценивание как процесс измерения.** Экспертное оценивание – это метод получения количественных оценок сложных явлений. В основе экспертного оценивания лежит измерение субъективных суждений экспертов. Экспертное оценивание используется, когда прямые измерения невозможны или слишком дороги. Процесс экспертного оценивания включает в себя выбор экспертов, сбор их оценок и обработку результатов. Методы экспертного оценивания включают ранжирование, парное сравнение, метод Дельфи и другие. Важным этапом является проверка согласованности мнений экспертов. Для измерения в экспертном оценивании используются различные шкалы, например, шкала Ликерта. Качество экспертного оценивания зависит от компетентности экспертов. Субъективность оценок – неизбежный фактор экспертного оценивания. Результаты экспертного оценивания часто используются для принятия решений. Экспертное оценивание применяется в различных областях, от экономики до медицины. Валидность и надежность – важные характеристики экспертного оценивания. Разработаны различные методы для повышения надежности экспертных оценок. Автоматизация процессов экспертного оценивания – перспективное направление развития.

**10. Связь эмпирических и числовых систем.** Эмпирические данные – это информация, полученная из наблюдений и экспериментов. Числовые системы используются для представления и обработки эмпирических данных. Числовые системы позволяют проводить количественный анализ эмпирических данных. Статистические методы используются для анализа данных в числовой форме. Эмпирические закономерности могут быть выражены в виде математических формул. Числовые модели используются для описания и прогнозирования эмпирических явлений. Физика, химия и другие естественные науки широко используют числовые системы для анализа эмпирических данных. В социальных науках также применяются числовые методы для анализа эмпирической информации. Компьютерные программы используются для обработки и анализа больших объемов эмпирических данных. Визуализация данных – важный инструмент для понимания эмпирических закономерностей. Эмпирические исследования и числовые методы – основа научного познания. Переход от эмпирических данных к числовым системам – важный этап научного исследования. Числовые системы позволяют формализовать и систематизировать эмпирические знания.

**11. Методы измерения степени влияния объектов.** Корреляционный анализ измеряет силу линейной связи между двумя переменными. Коэффициент корреляции показывает направление и силу связи. Регрессионный анализ позволяет моделировать зависимость одной переменной от других. Коэффициент детерминации показывает

долю вариации зависимой переменной, объясненную моделью. Дисперсионный анализ используется для сравнения средних значений в разных группах. Факторный анализ позволяет выявить скрытые факторы, влияющие на наблюдаемые переменные. Метод главных компонент используется для снижения размерности данных. Анализ чувствительности позволяет оценить влияние изменения входных параметров на выходные. Анализ сценариев – метод оценки влияния различных сценариев развития событий. Диаграммы влияния – графический метод представления взаимосвязей между объектами. В теории игр используются методы для оценки влияния игроков на исход игры. Методы машинного обучения используются для построения моделей влияния.

**12. Характеристика и режимы работы группы экспертов.** Группа экспертов – это коллектив специалистов, обладающих знаниями в определенной области. Состав группы экспертов определяется целями экспертизы. Компетентность экспертов – ключевой фактор качества экспертизы. Метод Дельфи – один из распространенных режимов работы группы экспертов. Мозговой штурм – метод генерации идей в группе экспертов. Метод номинальных групп – метод структурированного обсуждения в группе. Конференция – режим работы, предполагающий открытое обсуждение. Анкетирование – метод сбора информации от экспертов. Интервью – метод индивидуального опроса экспертов. Анализ документов – важный этап работы группы экспертов. Консенсус – один из возможных результатов работы группы экспертов. Роль модератора – организация и управление работой группы. Протокол экспертизы – документ, фиксирующий результаты работы группы. Экспертное оценивание – один из основных методов работы группы экспертов.

**13. Обработка экспертных оценок.** Обработка экспертных оценок необходима для получения согласованного результата. Ранжирование – один из методов обработки экспертных оценок. Парное сравнение – метод, позволяющий выявить предпочтения экспертов. Метод Дельфи – итеративный метод, позволяющий достичь консенсуса. Взвешивание экспертных оценок учитывает компетентность экспертов. Статистические методы используются для анализа экспертных оценок. Среднее арифметическое – простой способ агрегирования оценок. Медиана – устойчивая к выбросам мера центральной тенденции. Стандартное отклонение – мера разброса данных. Коэффициент вариации – относительная мера разброса. Корреляционный анализ – метод определения связи между оценками. Регрессионный анализ – метод моделирования зависимости между оценками. Анализ согласованности – оценка степени согласия между экспертами. Визуализация данных – важный инструмент для представления результатов. Программное обеспечение используется для автоматизации обработки экспертных оценок.

**14. Неопределенности в экспертных системах и проблемы, порождаемые ими.** Неопределенность в экспертных системах связана с неполнотой знаний. Неточность данных – источник неопределенности. Нечеткость правил – причина неопределенности в выводе. Субъективность экспертных оценок – фактор неопределенности. Неопределенность может привести к ошибкам в работе экспертной системы. Методы обработки неопределенности – важная часть разработки экспертных систем. Вероятностные методы используются для моделирования неопределенности. Нечеткая логика – подход к работе с неопределенностью. Теория Демпстера-Шафера – математический аппарат для работы с неопределенностью. Байесовские сети – графическая модель для представления вероятностных зависимостей. Неопределенность снижает надежность экспертных систем. Неопределенность затрудняет интерпретацию результатов. Управление неопределенностью – ключевая задача в разработке экспертных систем. Разработка методов обработки неопределенности – актуальная область исследований. Неопределенность – неотъемлемая часть многих реальных задач.

**15. Теория субъективных вероятностей.** Субъективная вероятность – это степень уверенности человека в наступлении события. Субъективная вероятность основана на личном опыте и знаниях. Субъективная вероятность может отличаться от объективной вероятности. Теория субъективных вероятностей используется для моделирования принятия решений в условиях неопределенности. Субъективные вероятности могут быть выражены в числовой форме. Шкала от 0 до 1 используется для представления субъективных вероятностей. 0 соответствует полной уверенности в том, что событие не произойдет. 1 соответствует полной уверенности в том, что событие произойдет. Субъективные вероятности могут быть использованы в байесовском оценивании. Субъективные вероятности могут быть обновлены на основе новой информации. Теория субъективных вероятностей – важный инструмент для анализа решений в условиях неопределенности. Субъективные вероятности используются в экспертных системах для обработки неопределенности. Субъективные вероятности учитывают индивидуальные особенности восприятия информации.

**16. Байесовское оценивание.** Байесовское оценивание – это метод обновления вероятностей на основе новых данных. Теорема Байеса – основа байесовского оценивания. Априорная вероятность – вероятность события до получения новых данных. Апостериорная вероятность – вероятность события после получения новых данных. Правдоподобие – вероятность наблюдения данных при данном событии. Байесовское оценивание используется в машинном обучении. Байесовское оценивание применяется в статистике. Байесовское оценивание используется в экспертных системах. Байесовское оценивание позволяет учитывать новую информацию. Байесовское оценивание – мощный инструмент для анализа данных. Байесовское оценивание – основа для многих алгоритмов машинного обучения. Байесовское оценивание – альтернатива частотному подходу к статистике.

**17. Теорема Байеса как основа управления неопределенностью.** Теорема Байеса позволяет обновить априорные вероятности на основе новых данных. Теорема Байеса используется для учета неопределенности в экспертных системах. Теорема Байеса – математическая основа байесовского вывода. Теорема Байеса позволяет комбинировать информацию из разных источников. Теорема Байеса – важный инструмент для принятия решений в условиях неопределенности. Теорема Байеса используется в диагностике заболеваний. Теорема Байеса применяется в фильтрации спама. Теорема Байеса используется в распознавании образов. Теорема Байеса – основа для байесовских сетей. Байесовские сети – графическая модель для представления вероятностных зависимостей.

**18. Коэффициент уверенности.** Коэффициент уверенности – это числовая мера доверия к некоторому утверждению. Коэффициент уверенности принимает значения от -1 до 1. -1 означает полную уверенность в ложности утверждения. 1 означает полную уверенность в истинности утверждения. 0 означает полное отсутствие уверенности. Коэффициент уверенности используется в экспертных системах для представления неопределенности. Коэффициент уверенности позволяет комбинировать информацию из разных источников. Коэффициент уверенности – альтернатива вероятности. Коэффициент уверенности – субъективная мера. Коэффициент уверенности может быть основан на экспертных оценках. Коэффициент уверенности используется в системах поддержки принятия решений. Коэффициент уверенности – важный инструмент для работы с неопределенностью.

**19. Методология нечеткого моделирования.** Нечеткое моделирование используется для описания систем со сложной и неопределенной информацией. Первый этап нечеткого моделирования – определение входных и выходных переменных. Формализация лингвистических переменных – важный шаг в нечетком моделировании. Функции принадлежности описывают степень принадлежности элементов к нечетким множествам. База правил – основа нечеткой модели, содержащая нечеткие правила вывода. Фаззификация – преобразование четких значений входных переменных в нечеткие множества. Нечеткий вывод – процесс получения нечетких заключений на основе базы правил и нечетких входных данных. Дефаззификация – преобразование нечетких результатов в четкие значения. Нечеткое моделирование позволяет обрабатывать неточности и неопределенности. Методы нечеткого моделирования применяются в различных областях, таких как управление, медицина и экономика. Программные инструменты существуют для упрощения процесса нечеткого моделирования. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox – один из популярных инструментов для нечеткого моделирования. Нечеткое моделирование – мощный инструмент для решения задач с неопределенностью. Выбор подходящих функций принадлежности и правил – ключ к успешному моделированию. Верификация и валидация модели – важные этапы нечеткого моделирования.

**20. Основные понятия и определения теории нечетких множеств.** Нечеткое множество – это обобщение классического множества, допускающее частичную принадлежность элементов. Функция принадлежности определяет степень принадлежности элемента к нечеткому множеству. Значения функции принадлежности лежат в интервале  $[0, 1]$ . Носитель нечеткого множества – это множество элементов с ненулевой степенью принадлежности. Высота нечеткого множества – это максимальное значение функции принадлежности. Ядро нечеткого множества – это множество элементов с функцией принадлежности, равной 1. Нечеткие множества используются для моделирования неопределенности и неточности. Операции над нечеткими множествами включают объединение, пересечение и дополнение. Объединение нечетких множеств определяется с помощью t-конормы. Пересечение нечетких множеств определяется с помощью t-нормы. Дополнение нечеткого множества определяется с помощью функции отрицания. Нечеткая логика – это расширение классической логики, основанное на теории нечетких множеств. Нечеткая логика позволяет работать с неточными и неопределенными высказываниями. Лингвистические переменные – переменные, значениями которых являются нечеткие множества.

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Осипов, Г. С. Методы искусственного интеллекта: монография / Г. С. Осипов. - Москва : Физматлит, 2011. - 296 с. - ISBN 978-5-9221-1323-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544787> – Режим доступа: по подписке.
2. Сергеев, Н. Е. Системы искусственного интеллекта. Часть 1: Учебное пособие / Сергеев Н.Е. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. - 118 с.: ISBN 978-5-9275-2113-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/991954> . – Режим доступа: по подписке.
3. Теоретические основы информатики / Царев Р.Ю., Пупков А.Н., Самарин В.В [ и др.]. - Краснояр: СФУ, 2015. - 176 с.: ISBN 978-5-7638-3192-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549801>. – Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература**

1. Вышегуров, С. Х. Информатика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак.; сост.: И.И. Некрасова, С.Х. Вышегуров. - Новосибирск: Золотой колос, 2014. - 105 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/516070>. – Режим доступа: по подписке.
2. Ермакова, А.Н. Информатика [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Ермакова, С.В. Богданова. - Ставрополь: Сервисшкола, 2013. - 184 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/514863> – Режим доступа: по подписке.
3. Каймин, В. А. Информатика: Учебник / Каймин В. А. - 6-е изд. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 285 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-010876-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/504525>. – Режим доступа: по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки 15.03.06 : Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Физические основы мехатроники и робототехники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Программное обеспечение: операционная система Windows, Microsoft office, PyCharm, Kaspersky Free для Windows

Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM»

Электронная библиотечная система Издательства «Лань»

Электронная библиотечная система «Консультант студента»