

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Российский государственный гуманитарный университет»  
(ФГБОУ ВО «РГГУ»)**

Институт информационных наук и технологий безопасности

Факультет информационных систем и безопасности

Кафедра математики, логики и интеллектуальных систем в гуманитарной сфере

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор-

проректор по научной работе

О.В. Павленко



**НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА, НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА,  
СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА**

Рабочая программа дисциплины для подготовки аспирантов

Направление подготовки 10.06.01 «Информационная безопасность»

Направленность программы подготовки научно-педагогических кадров в  
аспирантуре «Методы и системы защиты информации, информационная  
безопасность» (факультатив)

Москва 2019

Нечеткие множества, нечеткая логика, системы нечеткого вывода  
Рабочая программа дисциплины для подготовки аспирантов  
Направление подготовки 10.06.01. «Информационная безопасность» Направление программ  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре «Методы и системы защиты  
информации, информационная безопасность» (*факультатив*).

Составители: д.ф.-м.н., проф. О.М.Аншаков,  
к.т.н., доц. А.Д.Козлов

Программа утверждена  
на заседании кафедры математики, логики и интеллектуальных  
систем в гуманитарной сфере  
28 августа 2019 г., протокол № 1

Программа утверждена  
на заседании Совета института  
30 августа 2019 г., протокол № 1

Программа утверждена  
на заседании Научно-методического совета  
по аспирантуре и докторантуре  
28 ноября 2019 г., протокол № 1

## АННОТАЦИЯ

Курс «Нечеткие множества, нечеткая логика, системы нечеткого вывода» является факультативной дисциплиной направленности «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Рабочая программа дисциплины разработана кафедрой математики, логики и интеллектуальных систем в гуманитарной сфере.

Содержание дисциплины включает исследования в области искусственного интеллекта – нечеткой логике в широком смысле этого слова, включающей различные аспекты понятия нечеткости и изучение различных объектов, к которым применимо это понятие: нечетких множеств, нечетких логических операций, лингвистических переменных и систем нечеткого вывода.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника аспирантуры:

### **универсальные (УК):**

способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1),

готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3),

способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5),

способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6),

### **общепрофессиональные (ОПК):**

способность формулировать научные задачи в области обеспечения информационной безопасности, применять для их решения методологии теоретических и экспериментальных научных исследований, внедрять полученные результаты в практическую деятельность (ОПК-1);

способность разрабатывать частные методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности для решения конкретных исследовательских задач в области обеспечения информационной безопасности (ОПК-2),

### **профессиональные (ПК):**

способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в сфере защиты информации, используя современные научный инструментарий и информационно-коммуникативные практики, принимая во внимание специфику объектов обеспечения информационной безопасности во всех сферах деятельности (ПК-1).

Общая трудоёмкость освоения дисциплины для направленности программы «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» составляет 2 зачётные единицы, 72 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (10 часов) и самостоятельная работа аспиранта (62 часа).

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля освоения дисциплины: интерактивный текущий контроль в форме лекций с обратной связью, промежуточный контроль в форме зачета.



## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### **Цель дисциплины:**

Углубление знаний и совершенствование умений в области теории и приложений нечетких множеств и нечеткой логики.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование у аспирантов системы понятий, необходимых для углубленного изучения нечеткой логики и ее приложений;
- изучение теоретических основ нечеткой логики;
- изучение принципов и алгоритмов работы систем нечеткого вывода и нечеткого управления.

### **Место дисциплины в структуре программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре:**

Данный курс является факультативной дисциплиной вариативной части направленности «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Читается во 2-м полугодии (1 год обучения).

### **Требования к результатам освоения дисциплины:**

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника аспирантуры:

#### **универсальные (УК):**

способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1),

готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3),

способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5),

способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6),

#### **общепрофессиональные (ОПК):**

способность формулировать научные задачи в области обеспечения информационной безопасности, применять для их решения методологии теоретических и экспериментальных научных исследований, внедрять полученные результаты в практическую деятельность (ОПК-1);

способность разрабатывать частные методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности для решения конкретных исследовательских задач в области обеспечения информационной безопасности (ОПК-2),

#### **профессиональные (ПК):**

способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в сфере защиты информации, используя современные научный инструментарий и информационно-коммуникативные практики, принимая во внимание специфику объектов обеспечения информационной безопасности во всех сферах деятельности (ПК-1).

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить теоретические основы нечеткой логики и технологию разработки прикладных систем нечеткого вывода,

#### **знать:**

определения основных понятий, относящихся к нечетким множествам (функции принадлежности, ядра, носителя альфа-среза и т.п.) (УК-1, ОПК-1),

- определения основных операций над нечеткими множествами (УК-3, ОПК-2),
- аксиомы t-норм и s-норм, основные результаты о t-нормах и s-нормах (УК-1, УК-5),
- структуру и основной алгоритм работы системы нечеткого вывода (УК-3),
- объектную модель системы нечеткого вывода (УК-1, УК-6, ПК-1)

**уметь:**

- реализовывать системы нечеткого вывода разных видов для решения прикладных программирования или с помощью языков программирования и/или инструментальных средств (УК-1, УК-3, УК-6);

**владеть:**

- навыками применения полученных знаний и умений в процессе разработки прикладных программ и научно-исследовательской работе (УК-1, УК-3, УК-6).

Изучение курса проводится в форме лекций и самостоятельной работы аспирантов.

Построение курса соответствует ФГОС ВО УВО подготовки кадров высшей квалификации по направлению подготовки 10.06.01 Информационная безопасность.

## 2. Структура дисциплины (тематический план)

Общая трудоёмкость освоения дисциплины для направленности программы «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» составляет 2 зачётные единицы, 72 часа.

| № п/п | Раздел Дисциплины             | Полу-годие обучения | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоёмкость (в часах) |                |                   | Формы текущего контроля успеваемости |
|-------|-------------------------------|---------------------|---|----------------|-------------------|--------------------------------------|
|       |                               |                     | Лекции  | Практ. Занятия | Самостоят. работа | Форма промежуточной аттестации       |
| 1     | Нечеткие множества            | 2                   | 2   |                | 10                | интерактив                           |
| 2     | Нечеткие логические операции. |                     | 2   |                | 10                | интерактив                           |
| 3     | Лингвистические переменные.   | 2                   | 2   |                | 10                | интерактив                           |
| 4     | Системы нечеткого вывода.     | 2                   | 2   |                | 10                | интерактив                           |
| 5     | Реализация нечеткой логики    | 2                   | 2   |                | 14                | интерактив                           |
| 6     | Подготовка к зачету           | 2                   |   |                | 8                 |                                      |
|       | <b>ИТОГО:</b>                 |                     | <b>10</b>   |                | <b>62</b>         | <b>Зачет</b>                         |

Структура дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

### 3. Содержание дисциплины

#### Тема 1. Нечеткие множества и нечеткие логические операции

Основные понятия теории нечетких множеств и нечеткой логики: универсум, нечеткое множество, функция принадлежности, альфа-срез и т.п. Понятия нечеткого числа и нечеткого отношения.

#### Тема 2. Нечеткие логические операции

Аксиомы t-норм и s-норм. Примеры t-норм и s-норм. Теоремы о t-нормах и s-нормах. Определения нечеткого отрицания и алгебры нечеткой логики.

#### Тема 3. Лингвистические переменные

Понятие лингвистической переменной по Л.А.Заде. Примеры лингвистических переменных.

#### Тема 4. Системы нечеткого вывода

Структура и основной алгоритм работы системы нечеткого вывода. Различные методы дефаззификации (центроидный, первого, последнего и среднего максимума) и разновидности систем нечеткого вывода (Мамдани, Цукамото, Ларсен, Сугено).

#### Тема 5. Реализация нечеткой логики.

Логическая семантика нечеткой логики (математическая структура). Программная реализация нечеткой логики (объектно-ориентированная система).

Сферы применения систем нечеткого вывода.

### 4. Информационные и образовательные технологии

Дисциплина включает лекционные занятия, однако из-за небольшого количества аспирантов в группе по сути занятия представляют собой совместную коллективную работу. Главная форма – совместное обсуждение ключевых вопросов, выносимых на занятие и в большинстве случаев опирающихся на предварительную подготовку аспирантами индивидуальных докладов и рефератов. Активно используются электронные ресурсы.

В учебном процессе широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий:

#### Лекции:

- с использованием мультимедийной техники, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция с применением техники обратной связи.

#### Доклад-презентация по теме.

Пример задания: подготовка реферата и презентации по теме доклада. Темы должны быть согласованы с преподавателем.

Критерии оценки: полнота раскрытия темы, корректность использования методов и представленных выводов, уместное использование терминологии, использование источников и литературы, не включённых в основной список, в том числе, литературы на иностранных языках, качество ответов на вопросы аудитории, соблюдение регламента

презентации.

#### **Самостоятельная подготовка**

Целями самостоятельной подготовки является углубление теоретического знания, полученного на лекционных занятиях, анализ специальной литературы. Предлагается перечень тем, по которым слушатели могут изучить и проанализировать темы, вынесенные на самостоятельное рассмотрение. Самостоятельная работа аспирантов в виде аннотирования и реферирования научной литературы, статей отечественных и зарубежных авторов.

### **5. Система текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Система текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов по дисциплине предполагает интерактивные формы учебной работы в формате обратной связи и промежуточную аттестацию (зачет) по итогам выполнения задания по разработке систем нечетного вывода, решающих учебные прикладные задачи.

Аспиранты сами выбирают прикладную задачу и согласуют ее с преподавателем.

Системы нечеткого вывода порождают интегральную оценку (значение выходной переменной), зависящую от значений не менее двух независимых параметров (входных переменных). Аспиранты должны разработать системы нечеткого вывода двух типов (Мамдани и Сугено-Такаги).

#### **Критерии оценки за реферат**

| Оценка              | Содержание  |
|---------------------|---|
| Отлично             | Реферат написан четко и грамотно. Тема реферата хорошо раскрыта. Приведена качественно подобранная российская и зарубежная литература. Ответы на дополнительные вопросы по реферату правильные. |
| Хорошо              | Реферат написан четко и грамотно. Тема реферата раскрыта не полностью. Приведена российская и зарубежная литература. Ответы на дополнительные вопросы по реферату правильные.                   |
| Удовлетворительно   | Тема реферата раскрыта не полностью. Ответы на дополнительные вопросы по реферату правильные, но неполные.  |
| Неудовлетворительно | Тема реферата не раскрыта. Ответы на дополнительные вопросы по реферату неправильные.   |

#### **Критерии оценки по итогам промежуточной аттестации**

| Оценка  | Содержание  |
|---------|---|
| Зачтено | Аспирант способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры. |

|            |  |
|------------|--|
|            | <p>Ответ аспиранта правильный, но неполный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение аспиранта недостаточно четко выражено.</p> <p>Ответ правильный в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, отсутствует собственное мнение аспиранта, есть ошибки в деталях.</p> |
| Не зачтено | В ответе аспиранта существенные ошибки в основных аспектах темы.   |

**6. Фонд оценочных средств  
для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения  
дисциплины**

Примерные варианты учебных задач:

| № пп | Примерная тематика рефератов  | Формируемые компетенции |
|------|---|-------------------------|
| 1.   | Вычисление цены подержанного автомобиля.  | УК-1, УК-6              |
| 2.   | Вычисление цены квартиры.   | УК-2                    |
| 3.   | Вычисление цены аренды квартиры.  | УК-2                    |
| 4.   | Вычисление оценки за ответ обучаемого.  | УК-2                    |
| 5.   | Вычисление зарплаты сотрудника.   | УК-2                    |
| 6.   | Общая оценка состояния больного.  | УК-1, УК-2              |
| 7.   | Оценка степени соответствия претендента на должность требованиям работодателя.  | УК-1, УК-2, УК-6        |
| 8.   | Определение цены книги (в букинистическом магазине).  | УК-1, УК-2              |
| 9.   | Определение цены предмета (в антикварном магазине).   | УК-1, УК-2              |
| 10.  | Определение цены билета на спектакль.   | УК-1, УК-2              |
| 11.  | Определение места на конкурсе:<br>фильмов,<br>спектаклей,<br>произведений современного искусства,<br>дизайнерской одежды. | УК-1, УК-2, УК-6        |

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

| № пп | Перечень вопросов к зачету  | Формируемые компетенции |
|------|---|-------------------------|
| 1.   | Нечеткие множества. Функция принадлежности. Сравнение обычных (четких) и нечетких множеств. | УК-1, УК-2, УК-6        |
| 2.   | Операции над нечеткими множествами. Включение нечетких множеств.                            | УК-1, УК-2, УК-6        |
| 3.   | Альфа-срез, ядро и носитель нечеткого множества.  | УК-1, УК-2, УК-6        |



|     |  |                  |
|-----|--|------------------|
| 4.  | Свойства нечетких множеств в универсуме вещественных чисел. Нечеткие интервалы и нечеткие числа. Различные подходы к определению нечетких чисел. Нечеткие числа и нечеткие интервалы L-R-типа. | УК-1, УК-2, УК-6 |
| 5.  | Нечеткая логика, t-нормы и s-нормы. Примеры t-норм и s-норм. Свойства t-норм и s-норм.   | УК-1, УК-2, УК-6 |
| 6.  | Нечеткое отрицание и нечеткая импликация.  | УК-1, УК-2, УК-6 |
| 7.  | Системы нечеткого вывода. Математическая модель.   | УК-1, УК-2, УК-6 |
| 8.  | Системы нечеткого вывода. Основные этапы работы.   | УК-1, УК-2, УК-6 |
| 9.  | Методы дефазификации.  | УК-1, УК-2, УК-6 |
| 10. | Разновидности систем нечеткого вывода.   | УК-1, УК-2, УК-6 |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Список литературы

#### Основная литература

1. Джонс Тим М. Программирование искусственного интеллекта в приложениях : [пер. с англ.] / Джонс Тим М. ; М. Тим Джонс. - М. : ДМК Пресс, 2004. - 311 с. : рис.,табл.

2. Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика (по областям)" / Круглов Владимир Васильевич, Дли Максим Иосифович, Голунов Роман Юрьевич. - М. : Физматлит, 2001. - 224 с. : рис.,табл.

3. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учеб. пособие / Г. Э. Яхьяева. - 2-е изд., испр. - М. : Интернет-Ун-т информ. технологий : БИНОМ, Лаб. знаний, 2008. - 315 с. : рис. ; 22 см.

#### 4. Дополнительная литература

1. Dubois, D., Prade, H. Possibility theory and its application: Where do we stand? // *Mathware and Soft Computing*, 2011, 18(1), 18–31. (Доступно в Интернет по адресу: <http://www.irit.fr/~Didier.Dubois/Papers1208/possibility-EUSFLAT-Mag.pdf>)

2. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети : теория и практика / Круглов Владимир Васильевич, Борисов Вадим Владимирович ; В. В. Круглов, В. В. Борисов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2002. - 377 с. : рис.

3. Кузькин А.А. Оценивание показателей эффективности и результативности ИТ-процессов с использованием гибридных нейро-нечетких сетей / Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 1, 2014. – режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/57TVN114.pdf>.

4. Тейз А. Логический подход к искусственному интеллекту : от модальной логики к логике баз данных / Тейз Андре, Грибомон Паскаль, Юлен Ги ; [А. Тейз и др.] ; пер. с фр. Г. П. Гаврилова [и др.] ; под ред. Г. П. Гаврилова. - М. : Мир, 1998. - 493 с.

## Ресурсы Интернет

1. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику.  
<http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>
2. Яхьяева Г.Э. Основы теории нечетких множеств.  
<http://www.intuit.ru/studies/courses/87/87/info>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины предполагает использование академической аудитории для проведения лекционных занятий с необходимыми техническими средствами (компьютер, проектор, доска):

Мультимедийный компьютерный класс

Локальная сеть, 13 компьютеров, подключенных к Интернет (Процессор Atom 1,6 GHz. Оперативная память: 2Гб. Объем жесткого диска: 160Gb. Дискковод DVD, Web-камера, звуковая гарнитура), проектор.

ПО: Windows XP, MS Office 2003, Visual Studio2005, Matlab R2010a, Autodesk AutoCAD 2010, Autodesk 3DSMAX Design 2010, Adobe Photoshop CS4, Turbo Delphi 2010, Adobe Extend Script Toolkit CS4, Adobe After Effects CS4, Adobe Dreamweaver CS4.

Проекционная аудитория

1 компьютер (Процессор: Pentium 4 3GHz. Оперативная память: 512Mb. Объем жесткого диска: 80Gb. Дискковод DVD), проектор, звуковые колонки.

ПО: Windows XP, MS Office 2003

**Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:** обеспечивается возможность беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, лифтов, наличие специальных кресел и других приспособлений).

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и обучающихся инвалидов с разными видами ограничений здоровья:

- с нарушениями зрения:
  - устройство для сканирования и чтения с камерой SARA CE;
  - дисплей Брайля PAC Mate 20;
  - принтер Брайля EmBraille ViewPlus;
- с нарушениями слуха:
  - автоматизированное рабочее место для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
- с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижные, регулируемые эргономические парты СИ-1;
  - компьютерная техника со специальным программным обеспечением.

## 9. Рекомендации по организации самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов организуется в форме аннотирования и реферирования научной литературы, статей отечественных и зарубежных авторов. По итогам самостоятельной работы аспиранты готовят реферат, лучшие из которых заслушиваются на научном семинаре кафедры.

Готовя рефераты, аспиранты должны показать навыки научного поиска, используя литературу и источники, которые не нашли отражения в данной программе.

Очень важно в рамках самостоятельной работы выявлять связующие линии компоненты информационной безопасности как в содержательном плане, так и в контексте исследовательского инструментария, теоретических и методологических разработок направления.

В ходе самостоятельной деятельности необходимо принимать во внимание векторы развития современных технологий, информатизации, особенно в плане использования междисциплинарного инструментария.

Организация самостоятельной работы аспирантов направлена на осуществление научно-исследовательской работы, подготовку научных статей, диссертационной работы, подготовку к преподавательской деятельности.

**Сведения об авторах (составителях) рабочей программы**

Нечеткие множества, нечеткая логика, системы нечеткого вывода

Авторы (составители):

Профессор, д.ф.-м.н., профессор О.М.Аншаков

---

подпись                      расшифровка подписи

Профессор, к.т.н., доцент                      А.Д.Козлов

---

подпись                      расшифровка подписи

## Лист изменений

в рабочей программе дисциплины для подготовки аспирантов

### Нечеткие множества, нечеткая логика, системы нечеткого вывода

| № п/п | Дата внесения изменений | Дата и № протокола заседания кафедры      | Содержание изменения   | Подпись                                 |
|-------|-------------------------|---|--|---|
| 1.    | 08.05.2020              | Приказ РГГУ от 08.05.2020 г. № 01-229/осн | <p>Зачет проводится в дистанционной форме устно в утвержденные даты и время согласно расписанию промежуточной аттестации.</p> <p>Перед началом зачета аспирант устанавливает с доступного ему устройства видеоконференцсвязь с преподавателем посредством ПО.</p> <p>До начала зачета аспирант демонстрирует через камеру преподавателю отсутствие посторонних лиц в помещении, где он находится, и посторонних предметов перед монитором (экраном) и камерой своего устройства.</p> <p>Преподаватель передает аспиранту в рамках конференцсвязи содержание вопросов, на которые ему необходимо ответить и дает время для подготовки ответа.</p> <p>В процессе подготовки ответа аспирант должен находиться перед камерой своего устройства так, чтобы преподаватель мог его видеть все время подготовки к ответу.</p> <p>В случае неполного</p> | Управление аспирантурой и докторантурой |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  | <p>или некорректного ответа преподаватель имеет право задавать аспиранту дополнительные вопросы в рамках материалов дисциплины.</p> <p>По окончании ответа преподаватель озвучивает аспиранту итоги зачета и вносит соответствующие сведения в электронную аттестационную ведомость, которую по итогам сдачи зачета передает в Управление аспирантурой и докторантурой в электронном виде.</p> <p>Возможны различные варианты сдачи зачета: устный, письменный или комбинированный (письменно+устно).</p> <p>Для визуальной и голосовой коммуникации возможно использование Zoom, Skype, WhatsApp и т.п.</p> <p>Для отправки выполненных заданий в письменной форме возможно использование электронной почты, WhatsApp и т.п.</p> <p>Всю необходимую информацию о проведении зачета каждый преподаватель должен довести до аспирантов в письменной форме по электронной почте.</p> |  |
|--|--|--|--|--|



