

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Утверждено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 30.08.2021 № 2-8/2022

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Введение в Нечеткие Интеллектуальные Системы
(ВНИС)**

название дисциплины

для направления подготовки

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

образовательная программа

Большие данные и машинное обучение в задачах атомной энергетики

код и название направления подготовки

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Яцало Б.И. *Нечеткие интеллектуальные системы*. Курс лекций. Учебное пособие. –М., НИЯУ МИФИ. 2021 (Электронный учебник, pdf-формат).
2. Яцало Б.И. Основные понятия, методы МКАР и руководство пользователя по практическому применению системы поддержки принятия решений DecernsMCDA. 2018. (Электронный учебник, pdf-формат).

б) дополнительная учебная литература:

1. К.Н. Lee. First Course on Fuzzy Theory and Applications, volume Advances in Soft Computing. Springer-Verlag, Berlin, 2005 (pdf формат)
2. М. Hanss. Applied Fuzzy Arithmetic. Springer-Verlag, 2005. (pdf формат)
3. В. Yatsalo, A. Korobov, and L. Mart'inez. Fuzzy multi-criteria acceptability analysis: A new approach to multi-criteria decision analysis under fuzzy environment. Expert Systems With Applications, 84:262–271, 2017. (pdf формат)
4. В. Yatsalo, A. Korobov, B. Oztaysi, C. Kahraman, and L. Mart'inez. A general approach to Fuzzy TOPSIS based on the concept of Fuzzy Multicriteria Acceptability Analysis. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 38:979–995, 2020. (pdf формат)
5. А. Пегат. Нечеткое моделирование и управление. –М. Лаборатория знаний. 2020.

2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Следующие ресурсы, содержащие информацию о методах МКАР и СППР, не являются обязательными, однако могут быть рекомендованы отдельным учащимся для подготовки рефератов, НИР а также самостоятельной работы студентов.

1. Ресурс разработчика СППР *DecernsMCDA*: // www.decerns.com .
2. <https://eusflat.org>
3. <https://fuzzysystems.org>
4. Ресурсы портала «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» / Математические методы принятия решений // <http://window.edu.ru/resource/017/22017>
5. Ресурсы электронно-библиотечной системы Центра информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ // www.library.mephi.ru (по подписке)
6. Ресурсы электронно-библиотечной системы издательства «Лань» // www.e.lanbook.com (по подписке)
7. Ресурсы электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий // www.iqlib.ru (по подписке)*

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если са-

	<p>мостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии и лабораторной работе.</p> <p>Уделить внимание следующим базовым понятиям: многокритериальный анализ (МКАР), дерево критериев, таблица характеристик, доминирование альтернатив, методы МКАР, весовые коэффициенты, функция ценности, общая схема реализации процесса решения многокритериальной задачи, групповой и индивидуальный подход к решению задачи МКАР, анализ чувствительности, анализ неопределенностей, вероятностные методы МКАР, Системы Поддержки Принятия Решений, принятие решений и ЛПР.</p>
Практические занятия	Работа с конспектом лекций и семинаров, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретических основ МКАР, ППР, особенностей методов, и функциональных возможностей систем, получение навыков применения различных методов МКАР и СППР для исследования/анализа конкретных научно-прикладных задач с целью их последующего применения при выполнении лабораторных работ.
Контрольная работа	Работа с конспектами лекций, знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.
Лабораторная работа	<p>При выполнении лабораторных работ необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и практические занятия.</p> <p>Лабораторная работа считается выполненной после ее успешной защиты, включающей:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрацию на компьютере проекта решаемой задачи с разъяснением и обоснованием методов, средств и функций, реализуемых с помощью СППР, используемой в рамках лабораторной работы; – собеседование с преподавателем для выявления уровня освоения теоретических основ МКАР и ППР, и умения применять на практике методы анализа и ППР с использованием СППР, необходимых для реализации данной работы.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, семинарские и лабораторные работы, а также рекомендуемую литературу.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,

7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

4.1. Перечень информационных технологий

- Операционные системы Windows 10, Linux (OpenSUSE);
- Компьютерная система (СППР) *DecernsMCDA*;
- Java Runtime Environment (JRE) v.1.6 (<http://www.java.com>);
- Microsoft Word и PowerPoint для подготовки реферата и презентации;

4.2. Перечень программного обеспечения

www.decerns.com – сайт разработчиков системы МКАР *DecernsMCDA*;

F-CalcRank – нечеткая система для оценки функций и ранжирования нечетких чисел.

Доступ к рабочей версии системы *DecernsMCDA* представляется студентам, изучающим данный курс в ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

4.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется

5. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- Компьютерный класс сетевых технологий. Класс оснащен 10 компьютерами (Intel Core i5/8GB/1 TB) и 1 компьютером (Intel Celeron 1.6 GHz, 2 GB RAM, 250 GB) с операционной системой Windows 10, а также мультимедийным проектором. Есть доступ к WiFi.
- Аудиторный класс, оборудованный проекционным экраном, мультимедийным проектором и персональным компьютером (AMD, ATHLON64, 2.7 GHz, 4 GB RAM, 250 GB). Есть доступ к WiFi.

6. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

6.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проходят с обсуждением учебного материала, демонстрируемого в форме презентаций на экране с использованием мультимедиа-проектора. Все *практические/ семинарские и лабораторные занятия* проводятся в интерактивной форме при тесном контакте студентов с преподавателем.

В рамках лабораторных работ студенты выполняют задания, призванные дать представление о широких возможностях МСППР как инструментария для решения самых разнообразных практических задач. Лабораторные работы проводятся при активном взаимодействии студентов и преподавателя, в ходе которого обсуждаются детали создания проекта задачи МКАР с использованием СППР, проблемы и ошибки, возникающие на всех этапах их разработки, ведется совместный поиск оптимальных путей для их устранения, идет проверка корректности результатов анализа при решении прикладных задач.

6.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Самостоятельно изучаются разделы методов МКАР и СППР, кратко затрагиваемые в лекционных курсах, а также выбранные студентами в качестве тем рефератов. Контроль освоения материала осуществляется в ходе приема лабораторных работ, семинарских занятий, а также в докладах студентов на открытом семинаре (защита курсовой работы/ реферата).

Тема	Часть, изучаемая (осваиваемая) самостоятельно
1.1. Введение в интеллектуальные системы и нечеткие множества. История возникновения и становления	Публикации в интернете по нечетким интеллектуальным системам, истории развития интеллектуальных систем.
1.2. Базовые понятия теории нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами	Вопросы многозначной логики и связь с нечеткими множествами. Примеры приложений операций над нечеткими множествами.
	Чтение статей на английском: примеры использования метода МАУТ/
2.1 Понятие нечеткого числа (НЧ). Функции от НЧ: принцип расширения, арифметические операции, стандартная нечеткая арифметика, методы трансформации	Чтение русскоязычных и зарубежных книг/статей по теории нечетких чисел; сравнение определений; методы трансформации в зарубежных публикациях. Анализ нечетких систем для оценки функций от нечетких чисел.
2.2 Методы ранжирования нечетких чисел	Анализ статей по ранжированию нечетких чисел. Анализ нечетких систем для ранжирования нечетких чисел.
2.3. Нечеткий Многокритериальный Анализ Решений	Анализ статей по НМКАР. Другие модели НМКАР. Нечеткие системы, реализующие НМКАР.
2.4. Гранулирование информации: Лингвистические переменные, Вычисления со словами	Применение лингвистических переменных в практических задачах. Проработка методов теории “Вычисления со словами”.
2.5 Введение в нечеткую логику	Примеры задач с использованием нечеткой логики.
2.6 Введение в нечеткие нейронные сети и нечеткие генетические алгоритмы	Примеры практических задач с применением нечетких генетических алгоритмов и нечетких нейронных сетей.

Контроль освоения самостоятельно изученного теоретического материала осуществляется в виде собеседования во время защиты лабораторных, в виде устного опроса на практических занятиях и экзамене, на открытом семинаре с презентациями рефератов.

Кроме этого, студенты также самостоятельно выполняют большую часть предусмотренных практических работ, промежуточный результат которых представляется на практических и лабораторных занятиях, а конечный результат - на защите лабораторных и курсовой работ.

Вопросы для самоконтроля:

- История и ученые, внесшие вклад в многозначную логику.
- История и ученые, внесшие вклад в теорию нечетких множеств.
- Приведите примеры гранулирования информации.
- Приведите примеры использования лингвистических переменных в научно-прикладных задачах.
- Привести 3 примера применения нечеткой логики в приложениях.
- Прокомментируйте этапы создания НМКАР-проекта для решения конкретной задачи НМКАР на базе используемой СППР DecernsFMCDА.
- Приведите примеры новых (неклассических) нечетких множеств.
- Приведите примеры практического использования нечетких генетических алгоритмов и нечетких нейронных систем.

6.3. Краткий терминологический словарь акронимов

Приводятся русские, а также общепринятые акронимы на английском языке

НМ	– Нечеткое Множество,
FS	– Fuzzy Set,
НЧ	– Нечеткое Число,
FN	– Fuzzy Number
АР	– Анализ Решений,
DA	– Decision Analysis.
МКАР	– МногоКритериальный Анализ Решений,
MCDA	– Multi-Criteria Decision Analysis?
НМКАР	– Нечеткий МКАР,
FMCDА	– Fuzzy MCDA
ППР	– Поддержка Принятия Решений,
DS (DMS)	– Decision Support (Decision-Making Support).
СППР	– Система Поддержки Принятия Решений,
DSS	– Decision Support System.
DecernsMCDA	– Многокритериальная СППР <i>Decerns</i>
MAVT	- Multi-Attribute Value Theory, Много-Атрибутивная Теория Ценности
TOPSIS	- Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution
АНР	- Analytic Hierarchy Process, Процесс Аналитической Иерархии
PROMETHEE	- Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations
FlowSort	- Sorting method with the use of Net Flows
MAUT	- Multi-Attribute Utility Theory, Много-Атрибутивная Теория Полезности
MAA	- Multicriteria Acceptability Analysis, Многокритериальный Анализ Приемлемости
ProMAA	- Probabilistic MAA, Вероятностный Многокритериальный Анализ Приемлемости

7. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

Б.И. Яцало,

Д.т.н., проф. ОИКС ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Рецензент (ы):

С.О. Старков,
д.ф.-м.н., проф. ОИКС ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Д.А. Камаев,
д.т.н., зав. Отделом Математического моделирования
НПО ТАЙФУН

....

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Программа рассмотрена на заседании отделения Интеллектуальных кибернетических систем (протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 09.04.02 «Информационные системы и технологии» «__» _____ 20__ г. _____ Б.И. Яцало Начальник отделения Интеллектуальных кибернетических систем «__» _____ 20__ г. _____ С.О. Старков</p>
---	--