**Программа учебной дисциплины**

Неопределенность и нечеткость при анализе данных и принятии решений

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_2017г.

|  |  |
| --- | --- |
| Авторы | д.ф.-м.н., доцент А.Г. Броневич, д.ф.-м.н., доцент А.Е. Лепский |
| Число кредитов | 4 |
| Контактная работа (час.) | 52 |
| Самостоятельная работа (час.) | 100 |
| Курс | 1 |
| Формат изучения дисциплины | без использования онлайн курса |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Целями освоения дисциплины «Неопределенность и нечеткость при анализе данных и принятии решений», в соответствии с Образовательным стандартом Государственного образовательного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Государственный университет – Высшая школа экономики», в отношении которого установлена категория «Национальный исследовательский университет», в рамках общей цели ВПО – подготовки в области основ математических и естественнонаучных знаний, получение высшего профессионального профилированного (на уровне магистра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда, – являются ознакомление студентов с основными понятиями и утверждениями теории нечетких множеств, теории возможностей, теории свидетельств и др. теорий моделирования неопределенности, объединенных общим названием «теория неточных вероятностей».

В результате освоения дисциплины студент должен:

* знать основные подходы описания неопределенности в рамках различных теорий неточных вероятностей и теории нечетких множеств;
* иметь представление об оценивании риска и принятии решений в условиях нечеткой, неточной и неполной информации;
* иметь навыки (приобрести опыт) решения некоторых задач описания неопределенности в рамках теории нечетких множеств и теорий неточных вероятностей и их применения при анализе данных и принятии решений.

Данная учебная дисциплина относится к вариативной части цикла дисциплин специализаций «Интеллектуальные системы и структурный анализ», «Технологии моделирования сложных систем».

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

* дискретная математика;
* геометрия и алгебра;
* математический анализ;
* теория вероятностей и математическая статистика;
* выпуклый анализ;
* методы оптимальных решений;
* анализ данных;
* принятие решений.

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть знаниями и компетенциями (в рамках учебных программ НИУ ВШЭ) по линейной алгебре, математическому анализу, теории вероятностей, математической статистике, дискретной математике, выпуклому анализу.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в следующих дисциплинах:

* современные методы принятия решений;
* методы машинного обучения и майнинга данных;

при подготовке и защите выпускной квалификационной работы (ВКР).

# Содержание УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1. Нечеткие множества и операции над ними**

1. Определение и способы задания нечетких множеств (НМ). Ядро и носитель НМ. Понятие α-уровня (α-среза) НМ. Теорема о декомпозиции. Синтез НМ.

2. Алгебраические операции над НМ и их свойства.

3. Способы построения функций принадлежности НМ. Прямые и косвенные способы построения. Использование метода парных сравнений (собственных значений) для построения функций принадлежности. Использование оптимизационного подхода для построения функций принадлежности.

4. Определение расстояния и относительного расстояния между НМ. Основные способы определения степени нечеткости НМ: метрический подход, энтропийный подход, аксиоматический подход.

**Тема 2. Обобщение операций над нечеткими множествами**

5. Понятие t-нормы и t-конормы. Примеры t-норм и t-конорм, их упорядоченность. Отношение двойственности между t-нормами и t-конормами. Архимедовы и строгие t-нормы. Описание t-норм в терминах генерирующих функций.

6. Понятие инвертора (нечеткого отрицания). Примеры инверторов. Описание инверторов в терминах генерирующих функций.

**Тема 3. Нечеткие отношения**

7. Понятие нечетких отношений (НО) и способы их задания. Операции над НО. Понятие (max−\*)-композиции бинарных НО и ее свойства, n-я степень композиции. Примеры.

8. Определения различных типов рефлексивности, симметричности и транзитивности НО на декартовом квадрате. Понятие транзитивного замыкания НО. Примеры.

9. Различные виды НО порядка. Критерий предпорядка, связь с отношением неразмытого порядка.

10. Понятие НО подобия, различия и сходства. Связь НО различия с ультраметрикой. Различные типы НО подобия. Примеры.

**Тема 4. Принцип обобщения Заде и нечеткие числа**

11. Принцип обобщения Заде и его применения.

12. Понятие нечетких чисел (НЧ) и операций над ними. Положительность, отрицательность и выпуклость НЧ. Теорема о связи выпуклости НЧ с выпуклостью срезов. Общий вид (выпуклого) НЧ. Примеры наиболее популярных НЧ.

13. Основное аналитическое свойство (выпуклых) НЧ. Правила интервальной арифметики. Преобразование (выпуклых) НЧ. Арифметические операции над (выпуклыми) НЧ и их свойства.

**Тема 5. Сравнение нечетких чисел**

14. Основные способы сравнения (ранжирования) НЧ. Способы сравнение с помощью построения функции (индекса) ранжирования. Примеры (индексы Адамо, Ягера и др.).

15. Методы сравнения НЧ, основанные на использовании меры близости. Примеры (индекс Керри).

16. Методы сравнения НЧ, основанные на вычислении индекса попарного сравнения НЧ. Примеры (индекс ранжирования Бааса-Квакернаака). Процедура нахождения доминирующих вариантов на матрице попарных сравнений.

**Тема 6. Принятие решений при нечетких данных**

17. Общая постановка многокритериальной задачи принятия решений при нечетких данных и методы решений.

18. Модель взвешенной суммы и ее нечеткий аналог. Модель взвешенного произведения и ее нечеткий аналог. Метод TOPSIS и его нечеткий аналог.

**Тема 7. Нечеткая классификация и кластеризация**

19. Нечеткая классификация: нечеткие классы – четкие объекты, нечеткие классы – нечеткие объекты. Аксиоматика мер близости нечетких множеств.

20. Нечеткая кластеризация: алгоритм c-means.

**Тема 8. Нечеткая оптимизация**

21. Неразмытые и нечеткие задачи оптимизации.

22. Нечеткое линейное программирование.

**Тема 9. Нечеткая регрессия**

23. Классическая задача регрессии и линейная регрессия с нечеткими параметрами.

24. Линейная регрессия с нечеткими данными.

**Тема 10. Виды неопределенности при принятии решений и анализе данных**

25. Виды неопределенности при принятии решений и анализе данных. Классическая схема принятия решений, основанная на максимизации ожидаемой полезности. Риск при принятии решений. Модели принятия решения, основанные на минимизации риска.

26. Задачи, приводящие к моделям неточных вероятностей. Кредальные множества.

27. Основные теоретические сведения о выпуклых множествах и экстремальных точках.

**Тема 11. Монотонные меры**

28. Монотонные меры. Выпуклость множества монотонных мер. Отношения порядка и двойственности на множестве монотонных мер.

29. Примитивные меры. Описание примитивных мер с помощью фильтров алгебры множеств. Связь с булевыми функциями и классами Поста.

30. Основная теорема об экстремальных точках выпуклого множества монотонных мер.

31. Нижние и верхние вероятности и их свойства. Теорема об эквивалентности моделей нижних вероятностей и интервальных вероятностей.

**Тема 12. Основные классы монотонных мер.**

32. Согласованные верхние и нижние вероятности и их свойства. Естественное продолжение.

33. Методы решения систем линейных неравенств для задач теории неточных вероятностей.

34. Статистическое порождение монотонных мер. Связь с теорией Демпстера-Шейфера.

35. 2-монотонные меры и их свойства.

36. Меры доверия и правдоподобия и их свойства.

37. Меры необходимости и возможности и их свойства.

**Тема 13. Другие модели неточных вероятностей**

38. Модель согласованных нижних (верхних) средних.

39. Точные нижние и верхние оценки математического ожидания для 2-монотонных мер.

40. Модель желательных решений.

**Тема 14. Моделирование неопределенности при принятии решений.**

41. Модели принятия решений на основе теории неточных вероятностей и парадокс Эллсберга.

42. Выбор модели принятия решений на основе аксиом.

**Тема 15. Интегралы по монотонной мере.**

43. Интеграл Шоке. Определение, свойства и вычисление.

44. Интеграл Сугено. Определение, свойства и вычисление.

45. Применение интегралов Шоке и Сугено для агрегирования информации.

**Тема 16. Обновление информации в теории неточных вероятностей.**

46. Модели условных неточных вероятностей.

47. Расчет оценок условных вероятностей для 2-монотонных мер.

**Тема 17. Принципы независимости в теории неточных вероятностей.**

48. Обобщение понятия независимости случайных величин для теории неточных вероятностей: полная иррелевантность и независимость, маргинальная иррелевантность и независимость, стохастическая иррелевантность и независимость.

49. Определение совместного описания неточно определенных случайных величин по маргинальным описаниям при условии их независимости. Понятие сильной независимости.

50. Независимость случайных величин (множеств) в теории Демпстера-Шейфера. Прямое произведение функций доверия.

**Тема 18. Измерение неопределенности в теории неточных вероятностей.**

51. Классические меры неопределенности: энтропия Шеннона и мера Хартли.

52. Аксиоматическое определение меры неопределенности в теории вероятностей.

53. Виды неопределенности в теории неточных вероятностей: конфликт (стохастическая неопределенность) и неспецифичность (неточность) и их измерение (максимальная и минимальная энтропия, обобщенная мера Хартли).

# ОЦЕНИВАНИЕ

Формы контроля знаний студентов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип контроля** | **Форма контроля** | **модули** | | **Параметры** |
| **1** | **2** |
| Текущий  (неделя) | Контрольная работа | 5 |  | задание на 150 мин. |
| Домашняя работа |  | 2-6 | самостоятельный разбор методов по статейному материалу с применением к реальным и/или тестовым данным и презентацией результатов, на 4 недели |
| Итоговый | Экзамен |  | ✓ | письменное задание на 150 мин. |

В таблице для текущего контроля указана неделя модуля, на которой проводится контроль, для промежуточного и итогового – отметка ✓, в каком модуле проводится.

При текущем контроле студент должен продемонстрировать общее понимание пройденного теоретического материала и владение методами решения соответствующих задач курса. В домашних заданиях предлагается набор практических и вычислительных задач, закрепляющий навык решения задач, разбираемых на семинарских занятиях.

На зачете и на итоговом экзамене студенту предлагается письменно ответить на ряд вопросов теоретически-практического содержания, в ходе выполнения которых студенту необходимо продемонстрировать как владение теоретическим материалом по курсу, так и навыком решения практических задач.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Оценка всех форм контроля знаний осуществляется по 10-ти бальной шкале с точностью до 0.1 и не округляются. Промежуточная и итоговая оценки вычисляются с учетом неокругленной накопленной. Для выставления в ведомость накопленная и итоговая оценки округляется до целых по правилам:

* если дробная часть итоговой оценки находится в пределах [0, 0.3], то – в меньшую сторону;
* если дробная часть итоговой оценки находится в пределах [7, 0.99], то – в большую сторону;
* если дробная часть итоговой оценки находится в пределах (0.3, 0.7), то – на усмотрение преподавателя в зависимости от посещения занятий и работе на занятиях.

При этом если итоговая оценка до округления окажется в пределах (3, 4), то она округляется до 3-х баллов.

Формула расчета итогового балла:

О**Промежут(Итог)** = 0,6·О**Накопл** + 0,4·О**Экз**,

где О**Накопл** = 0,5·О**КР** + 0,5·О**ДЗ**, О**КР** ‒ оценка за контрольную работу, О**ДЗ** ‒ оценка за домашнее задание, О**Экз** – оценка, полученная на экзамене.

# ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Дайте определение и приведите примеры нечеткого множества (НМ), опишите способы его задания.
2. Что такое ядро и носитель НМ, α-уровень (α-срез) НМ?
3. Сформулируйте теорему о декомпозиции.
4. Как вводятся алгебраические операции над НМ? Какими свойствами обладают эти операции?
5. Какие способы построения функции принадлежности нечеткого множества вы знаете?
6. Как можно использовать метод парных сравнений для построения функции принадлежности?
7. Как ставится оптимизационная задача для построения функции принадлежности?
8. Как определяется расстояние и относительное расстояние между НМ?
9. Опишите метрический подход к определению степени нечеткости НМ.
10. Опишите энтропийный подход к определению степени нечеткости НМ.
11. Опишите аксиоматический подход к определению степени нечеткости НМ.
12. Дайте определение и приведите примеры t-норм.
13. Что такое архимедова и сильная t-норма?
14. Как определяется n-я степень НМ с помощью t-норм?
15. Как моделируются НМ, задаваемые с помощью качественных прилагательных и определительных наречий, с помощью t-норм?
16. Дайте определение и приведите примеры t-конорм.
17. Как описываются t-нормы в терминах генерирующих функций?
18. Дайте определение и приведите примеры инвертора (нечеткого отрицания).
19. Как описывается инвертор в терминах генерирующих функций?
20. Дайте определение и приведите примеры нечеткого отношения (НО), опишите способы его задания.
21. Как вводятся операции над НО?
22. Дайте определение (max−\*)-композиции бинарных НО и перечислите ее свойства.
23. Дайте определения рефлексивности, симметричности и транзитивности НО на декартовом квадрате.
24. Что такое транзитивное замыкание НО? Приведите примеры.
25. Дайте определения различных видов НО порядка.
26. Какова связь НО с отношением неразмытого порядка?
27. Дайте определения НО подобия, различия и сходства.
28. Какова связь НО различия с ультраметрикой?
29. Сформулируйте принцип обобщения Заде для преобразования одной переменной.
30. Сформулируйте принцип обобщения Заде для преобразования многих переменных.
31. Дайте определение нечеткой величины, положительной, отрицательной и выпуклой нечетких величин.
32. Сформулируйте и докажите теорему о связи выпуклости нечеткой величины с выпуклостью её срезов.
33. Дайте определение нечеткого числа (НЧ) и приведите примеры НЧ.
34. Приведите примеры наиболее популярных НЧ.
35. Сформулируйте теорему об основном аналитическом свойстве НЧ.
36. Сформулируйте правила интервальной арифметики.
37. Как выполняются арифметические операции над НЧ, какими свойствами они обладают?
38. Назовите и коротко опишите основные способы сравнения (ранжирования) НЧ.
39. В чем состоит сравнение НЧ с помощью построения функции (индекса) ранжирования.
40. Как сравниваются НЧ с помощью индексов Адамо и Ягера.
41. В чем состоит сравнение НЧ с помощью использования меры близости?
42. Как сравниваются НЧ с помощью индекса Керри?.
43. В чем состоит сравнение НЧ с помощью вычисления индекса попарного сравнения НЧ?
44. Как сравниваются НЧ с помощью индекса ранжирования Бааса-Квакернаака?
45. Приведите примеры процедур нахождения доминирующих вариантов на матрице попарных сравнений.
46. Как ставится задача многокритериального принятия решений в случае нечетких частных критериев и нечетких важностей критериев?
47. Опишите общую схему метода нечеткой взвешенной суммы многокритериального принятия решений в случае нечетких частных критериев и нечетких важностей критериев.
48. Опишите общую схему метода TOPSIS многокритериального принятия решений в случае нечетких частных критериев и нечетких важностей критериев.
49. Как ставится задача нечеткой классификации в случае нечетких классов и четких объектов?
50. Как ставится задача нечеткой классификации в случае нечетких классов и нечетких объектов?
51. Сформулируйте аксиоматику мер близости НМ.
52. Что такое нечеткое разбиение множества?
53. Сформулируйте общую постановку задачи нечеткой кластеризации.
54. Опишите алгоритм нечеткой кластеризации c-means.
55. Из каких элементов состоит классическая модель принятия решения на основе минимизации ожидаемой полезности?
56. Какие существуют модели описания неопределенности?
57. Как соотносится риск к критерию ожидаемой полезности?
58. Дайте определение кредального множества. Приведите примеры описания неопределенности с помощью кредальных множеств.
59. Дайте определение выпуклого множества и его экстремальных точек. Объясните, в каком случае выпуклое множество представляется в виде выпуклой линейной комбинации его экстремальных точек.
60. Дайте определение монотонной меры. Приведите примеры монотонных мер. Является ли вероятностная мера монотонной мерой? В каких разделах математики используется конструкция монотонной меры (функции множества)?
61. Какими свойствами обладают операции выпуклой суммы монотонных мер, и отношения двойственности и порядка на множестве монотонных мер? Является ли вероятностная мера самодвойственной монотонной мерой, и если да, то исчерпывается ли класс самодвойственных мер вероятностными мерами?
62. Какая монотонная мера называется примитивной и как она связана с фильтрами алгебры? Приведите примеры примитивных мер и опишите их фильтры с помощью минимальных элементов. Опишите все примитивные меры, которые являются вероятностными мерами. Как задается соответствие между примитивными мерами и булевыми функциями? К каким классам Поста относятся булевы функции, в которые отображаются примитивные меры?
63. На примере покажите, как можно разложить монотонную меру в выпуклую сумму примитивных мер. Будет ли это разложение единственным в общем случае, а если нет, то приведите пример, когда такое разложение не будет единственным.
64. Дайте определение меры нижней вероятности и меры верхней вероятности. Как такие меры связаны между собой отношением двойственности? Опишите модель неточных вероятностей, базирующуюся на интервальных вероятностях. На примере покажите. как можно эквивалентным образом перейти от модели интервальных вероятностей к модели верхних (нижних) вероятностей.
65. Дайте определение мер согласованных верхних и нижних вероятностей. Как они связаны между собой отношением двойственности? Пусть  - мера нижней вероятности. Какими свойствами обладают меры , и . Как интерпретируются меры , и , если  вероятностная мера?
66. Дайте определение естественного продолжения для модели нижних вероятностей. Как определить, что мера нижней вероятности является согласованной нижней вероятностью с помощью естественного продолжения? Приведите пример расчета естественного продолжения для нижних вероятностей.
67. Опишите задачи неточных вероятностей, которые сводятся к решению систем линейных неравенств. Предложите методы их решения и оцените их вычислительную эффективность.
68. Опишите классическую модель эксперимента, рассматриваемую в теории вероятностей. Как такая модель эксперимента обобщается, если наблюдения исходов эксперимента неточны, противоречивы? Как для описания этого можно использовать монотонные меры? В каком случае для описания результатов эксперимента используется теория Демпстера-Шейфера?
69. Дайте определение 2-монотонной меры. Как называются меры, двойственные к 2-монотонным мерам, и какое их характеристическое свойство?
70. Дайте определение функции веса для монотонной меры. Какими свойствами она обладает для монотонных мер, для вероятностных мер и для 2-монотонных мер?
71. Докажите теорему, согласно которой каждая 2-монотонная мера является согласованной нижней вероятностью. При каком размере базового множества каждая согласованная нижняя вероятность является 2-монотонной?
72. Как усилить определение меры согласованной нижней вероятности, основанное на существовании вероятностной меры для каждого события , так чтобы получился необходимый и достаточный признак 2-монотонности?
73. Сформулируйте теорему, в которой описываются все экстремальные точки кредального множества, построенного по 2-монотонной мере. В частности, опишите экстремальные точки кредального множества .
74. Дайте определение меры доверия. Опишите характеристическое свойство меры доверия через неравенство, обобщающее принцип включения-исключения для вероятностных мер.
75. Дайте определение меры правдоподобия. Опишите характеристическое свойство меры правдоподобия через неравенство, обобщающее принцип включения-исключения для вероятностных мер.
76. Дайте определение фокального элемента для меры доверия. При каком наборе фокальных элементов мера доверия является вероятностной мерой?
77. Докажите, что всякая мера доверия является 2-монотонной. При какой мощности базового множества каждая согласованная нижняя вероятность является мерой доверия?
78. Дайте определения мер необходимости и возможности. Покажите их двойственность.
79. Дайте определение функции распределения возможностей. Покажите, что функция распределения возможностей определяет меру возможности однозначно.
80. Докажите, что мера доверия является мерой необходимости в том и только том случае, если множество фокальных элементов линейно упорядочено отношением включения множеств.
81. Сформулируйте определение интеграла Шоке и опишите его свойства. В каких случаях выполняется свойство аддитивности для данного интеграла? Как можно рассчитать данный интеграл, используя преобразование Мёбиуса для подынтегральной монотонной меры?
82. Как обобщается задача принятия решения, если последствия каждого действия случайны и описываются неточными вероятностями. Какие стратегии принятия решения можно использовать в данном случае?

## Примеры заданий контрольной работы

1. Опишите в явном виде нечеткое множество, если оно представимо с помощью алгебраических операций других нечетких множеств, функции принадлежности которых заданы.

2. Найдите показатель размытости нечеткого множества относительно заданного функционала.

3. Найдите функцию принадлежности нечеткого множества заданного с помощью определительного наречия и прилагательного, описывающего другое нечеткое множество, функция принадлежности которого известна. Новое нечеткое множество нужно сформировать с помощью заданной степени t-нормы.

4. Найдите функцию принадлежности нечеткому множеству по экспертной информации о парных сравнениях значений функции принадлежности, заданной в виде матрицы одним из двух методов: а) методом собственных значений; б) оптимизационным методом.

5. Найдите в явном виде нечеткое отношение, если оно представимо с помощью алгебраических операций других нечетких отношений, функции принадлежности которых заданы.

6. Найдите транзитивное замыкание нечеткого отношения.

7. Найдите заданную функцию от одного или нескольких нечетких чисел.

8. Сравните заданные нечеткие числа указанными методами (индексы Ягера, Керри, Бааса-Квакернаака и др.).

9. Сделайте один шаг методом c-means при кластеризации на два кластера данных

10. Классифицируйте нечеткий образ с помощью заданной меры близости по двум заданным нечетким классам.

1. **РЕСУРСЫ**
   1. **Основная литература**
2. Wang X., Ruan D., Kerre E.E. Mathematics of Fuzziness – Basic Issues. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. (база данных электронных книг Springer Book электронной библиотеки НИУ ВШЭ)
3. Уткин Л.В. Анализ риска и принятие решений при неполной информации. Санкт-Петербург: Наука, 2007. <http://www.levvu.narod.ru/BID.pdf>
   1. **Дополнительная литература**
4. Classic Works of the Dempster-Shafer Theory of Belief Functions. – Editors R.R. Yager, L. Liu, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008, (база данных электронных книг Springer Book электронной библиотеки НИУ ВШЭ)
5. Grabisch M. Fuzzy integral in multicriteria decision making// Fuzzy Sets and Systems, 69(3), 1995, pp.279-298. (база данных электронных ресурсов **Science Direct** электронной библиотеки НИУ ВШЭ)
6. Grabisch M., Nicolas J.-M. Classification by fuzzy integral: Performance and tests// Fuzzy Sets and Systems, 65(2–3), 1994, pp.255-271. (база данных электронных ресурсов **Science Direct** электронной библиотеки НИУ ВШЭ)
7. Zadeh L.A. Fuzzy sets// Information and Control, 1965, 8, pp.338-353. (база данных электронных ресурсов **Science Direct** электронной библиотеки НИУ ВШЭ)
8. Baas S.M., Kwakernaak H. Rating and ranking of multiple-aspect alternatives using fuzzy sets// Automatic 13, 1977, pp.47-58. (база данных электронных ресурсов **Science Direct** электронной библиотеки НИУ ВШЭ)
9. Lee K.H. First Course on Fuzzy Theory and Applications – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. (база данных электронных книг Springer Book электронной библиотеки НИУ ВШЭ)
10. The Society for Imprecise Probability: Theories and Applications/ электронный ресурс http://www.sipta.org/index.php
    1. **Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
| 1. | Microsoft Windows 7 Professional RUS  Microsoft Windows 10  Microsoft Windows 8.1 Professional RUS | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 2. | Microsoft Office Professional Plus 2010 | *Из внутренней сети университета (договор)* |

* 1. **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
|  | ***Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*** | |
| 1. | Консультант Плюс | *Из внутренней сети университета (договор)* |
| 2. | Электронно-библиотечная система Юрайт | URL: https://biblio-online.ru/ |
|  | ***Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)*** | |
| 1.  2. | Открытое образование  The Society for Imprecise Probability: Theories and Applications | URL: <https://openedu.ru/>  <http://www.sipta.org/index.php> |

* 1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

мультимедийный проектор с дистанционным управлением.