

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(Н И У « Б е л Г У »)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института инженерных и
цифровых технологии



К.А. Польщиков

18.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Нечеткие системы и мягкие вычисления

наименование дисциплины

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки Искусственный интеллект и наука о данных

Автор: доцент мат-мех факультета СПбГУ Пономарева Александра Юрьевна
должность, ученая степень, ученое звание, инициалы и фамилия

Программа одобрена Кафедрой прикладной информатики информационных технологий

Протокол заседания кафедры от 06.04.2022 № 8
дата

Программа согласована Кафедрой прикладной информатики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры от 06.04.2022 № 8
дата

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Получение обучающимися фундаментальных знаний, умений и навыков в области теоретических и алгоритмических основ теории нечетких множеств и нечёткой логики. Поставленная цель достигается путём решения следующих задач курса: изучение основных положений теории нечетких множеств и их применение в качестве инструмента для описания информационной неопределенности; изучение нечеткой логики как эффективного средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира; изучение и применение методов построения нечетких алгоритмов и компьютерных нечетких систем; изучение приемов и методов принятия решений при нечеткой исходной информации.

Поскольку в магистратуре обучается уже сформировавшийся профессионал с высшим образованием, цели, задачи, содержание дисциплины, формы взаимодействия и содержания контрольных мероприятий, а также иные аспекты учебной дисциплины и связанных с ней аспектов учебного процесса, включая содержание, процесс и формы аттестации по учебной дисциплине, могут по усмотрению преподавателя быть адаптированы в стремлении учесть частично или полностью индивидуальные цели и задачи подготовки в рамках магистерской программы каждого обучающегося и (или) группы/подгруппы обучающихся, а также индивидуальные и(или) групповые особенности обучающихся.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся знает основные математические дисциплины и основы моделирования, владеет базовыми навыками программирования на языке высокого уровня, математики, имеет представление о принципах проектной работы.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В процессе изучения дисциплины «Нечеткие системы и мягкие вычисления» обучаемые приобретают следующие

знания

- основы теории нечетких множеств;
- основных тенденций развития современного естествознания;
- современных методов моделирования динамических процессов;
- построение математических моделей и анализа данных;
- прикладные

умения

- использовать теоретические знания, законы и подходы к моделированию динамических процессов;
- использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями;
- критически переосмысливать свой опыт, адаптироваться к различным ситуациям, проявлять творческий подход, инициативу и настойчивость в достижении целей профессиональной деятельности.

навыки

- активного применения общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики в области прикладной математики, моделирования и информатики;
- работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных задач;
- взаимодействия с коллегами, работы в коллективе.

Дисциплина способствует **развитию** следующих компетенций:

- ПКП-4-ИИР-ПК-1 — Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
<p>ПКП-4-ИИР-ПК-1 — Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта</p>	<p>умеет: выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения</p> <p>знает: методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения</p>	<p>ПКП-4-ИИР-ПК-1.2. Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области</p>
<p>ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта</p>	<p>умеет: применять инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач</p> <p>знает: инструментальные среды, программно-технические</p>	<p>ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта</p>

	платформы для решения профессиональных задач	
--	--	--

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

В качестве основных интерактивных форм (общее количество 10 часов) предполагается проведение практических занятий, на которых обучающиеся будут обсуждать проблемы, связанные с применением различных архитектур нейронных сетей для решения задач моделирования.

Построение курса подразумевает постоянное взаимодействие с обучающимися в рамках полноты освоения материала, заострение внимания на наиболее сложных его разделах, решение учебных задач.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных учебных занятий	Трудоёмкость		
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии	сам. раб. с использованием	текущий контроль (сам. раб.)			промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 1	30		2	16				2					58		36		10	4
	1-10		1-10	1-10				1-10					1-1		1-1			
ИТОГО	30		2	16				2					58		36			4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации			
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)

	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения - очная						
Семестр 1			экзамен, устно, традицион ная форма	по графику промежущо й аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п.п.	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Кол-во часов
1	Тема 1. Основные понятия теории нечетких множеств.	лекции	3
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	9
2	Тема 2. Нечеткие отношения, основные понятия.	лекции	3
		семинары	0
		практические занятия	4
		по методическим материалам	9
3	Тема 3. Основы нечеткой логики.	лекции	6
		семинары	0
		практические занятия	0
		по методическим материалам	10
4	Тема 4. Системы нечеткого вывода.	лекции	8
		семинары	0
		практические занятия	4
		по методическим материалам	10
5	Тема 5. Нейронные и нейронечеткие сети	лекции	5
		семинары	0
		практические занятия	4
		по методическим материалам	10
6	Тема 6. Алгоритмы обучения нейронных сетей	лекции	5
		семинары	0
		практические занятия	4
		по методическим материалам	10
	Промежуточная аттестация	самостоятельная работа	36
		консультации	2
		экзамен	2
Итого			144

Тема 1. Основные понятия теории нечетких множеств.

Понятие нечеткого множества. Способы задания нечеткого множества. Основные характеристики нечетких множеств. Основные типы функций принадлежности. Операции

над нечеткими множествами. Альтернативные операции над нечеткими множествами. Нечеткие операторы

Тема 2. Нечеткие отношения, основные понятия.

Нечеткие отношения и их свойства. Основные характеристики нечетких отношений. Операции над нечеткими отношениями. Некоторые специальные виды бинарных нечетких отношений, заданных на одном универсуме.

Тема 3. Основы нечеткой логики.

Нечеткая арифметика. Нечеткое число. Принцип обобщения и α -уровневый принцип обобщения в теории нечетких множеств. Методы построения функций принадлежности. Метод статистической обработки экспертной информации. Построение функций принадлежности на основе парных сравнений. Построение функций принадлежности на основе множеств α -уровня. Нечеткие высказывания и операции с ними. Лингвистическая переменная. Нечеткие высказывания. Основные логические операции с нечеткими высказываниями.

Тема 4. Системы нечеткого вывода.

Правила нечетких продукций. Системы правил нечетких продукций. Классификация методов заключений. Формализация нечеткого условного высказывания. Композиционное правило нечеткого вывода Заде. Нечеткие алгоритмы. Архитектура систем нечеткого вывода. Нечеткие лингвистические высказывания. Правила нечетких продукций в системах нечеткого вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Использование нечеткого вывода в задачах управления. Нечеткий логический вывод для задач классификации. Приложения.

Тема 5. Нейронные сети.

Искусственные нейронные сети и классы проблем, решаемых с помощью ИНС. Искусственный нейрон и функции его активации. Классификация нейронных сетей, выбор ИНС в зависимости от решаемой задачи, теорема о полноте, оценка числа нейронов в слоях. Перцептрон Розенблатта, линейная разделимость функций, представляемых однослойной сетью. Нейронечеткие сети: нечеткие многослойный перцептрон. Нейронечеткие сети на основе нечетких нейронов.

Тема 6. Алгоритмы обучения нейронных сетей

Обучение перцептрона. Алгоритмы обучения с учителем. Градиентный спуск. Алгоритмы обучения без учителя. Алгоритм обратного распространения ошибки.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, монографий, учебников, Интернет-ресурсов, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов.

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой

информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую часть учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

К числу методических пособий относятся общие методические рекомендации и указания по самостоятельной работе.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий, обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимися осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Аппарат контроля за усвоением материала включает в себя разбор задач и продукционных систем нечеткого вывода для решения разных задач в течение семестра и экзамен по итогам курса.

Методика проведения экзамена.

Экзамен проводится в устной форме. Билет содержит 2 вопроса из списка вопросов к экзамену и одну продукционную систему нечеткого вывода, которую обучающийся должен подготовить в качестве домашнего задания к экзамену. В данной системе должно содержаться не менее двух входных и двух выходных переменных. При подготовке данной системы обучающийся обязан продемонстрировать знание всех этапов нечеткого вывода. На подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1,5-2 академических часов.

Сначала обучающийся рассказывает подготовленную дома продукционную систему, затем, после обсуждения задания переходит к ответу на вопросы билета. После ответов на вопросы билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен. В качестве дополнительных используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, формулировки теорем, основные алгоритмы.

Критерии выставления оценок за ответ на экзамене.

Оценка «отлично» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, показана полностью правильно описанная продукционная система нечеткого вывода с не менее чем двумя входными переменными, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. обучающийся правильно отвечает с необходимой степенью детализации на все дополнительные вопросы.

Таблица соответствия получаемых баллов на оценку «отлично»:

<i>Баллы</i>	<i>Критерии</i>
90-100 (оценка А)	1. Полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, не требующие уточнений преподавателя, включая доказательства утверждений. Свободное владение материалом. Продемонстрировано всестороннее, глубокое и систематическое знание учебного материала.

	<p>2. Правильно и полно составлена система нечеткого вывода, вывод при рассмотренных значениях входных переменных не является тривиальным.</p> <p>3. Правильные полные ответы с необходимой степенью детализации на все дополнительные вопросы. Обучающийся продемонстрировал понимание взаимосвязи основных понятий курса. Допускаются неполные ответы не более чем на 10% дополнительных вопросов.</p>
--	--

Оценка «хорошо» выставляется, если выполняются оба условия

1. обучающимся дан полный ответ на один из вопросов билета, показана полностью правильно описанная продукционная система нечеткого вывода с не менее чем двумя входными переменными, по второму вопросу написаны все определения, основные формулировки теорем (в случае наличия);

2. обучающийся правильно отвечает более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Таблица соответствия получаемых баллов на оценку «хорошо»:

<i>Баллы</i>	<i>Критерии</i>
80-89 (оценка В)	<p>1. Полный исчерпывающий ответ хотя бы на один вопрос билета, не требующий уточнений преподавателя, по второму вопросу написаны все определения, формулировки теорем (в случае их наличия), продемонстрировано понимание материала. Такой расклад может перераспределяться по обоим вопросам билета, если это не влечет невозможности сохранить логическую структуру ответа.</p> <p>2. Правильно и полно составлена система нечеткого вывода, вывод при рассмотренных значениях входных переменных не является тривиальным.</p> <p>3. Правильные ответы с необходимой степенью детализации более чем на 75% дополнительных вопросов, допускаются несущественные уточнения преподавателя.</p>
70-79 (оценка С)	<p>1. Полный ответ хотя бы на один вопрос билета, не требующий уточнений преподавателя, по второму вопросу написаны все основные определения, формулировки теорем (в случае их наличия), продемонстрировано понимание материала. Такой расклад может перераспределяться по обоим вопросам билета, если это не влечет невозможности сохранить логическую структуру ответа.</p> <p>2. Правильно составлена система нечеткого вывода, в случае наличия замечаний по выбору значений входных переменных – проведение повторного вывода с объяснением за 2-минутный промежуток времени.</p> <p>3. Правильные ответы с необходимой степенью детализации более чем на 75% дополнительных вопросов, допускаются несущественные уточнения преподавателя.</p>

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполняются оба условия

1. по обоим вопросам написаны все основные определения, формулировки теорем (в случае наличия), показана полностью правильно описанная продукционная система нечеткого вывода с не менее чем двумя входными переменными;

2. обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Таблица соответствия получаемых баллов на оценку «удовлетворительно»:

<i>Баллы</i>	<i>Критерии</i>
60-69 (оценка D)	<ol style="list-style-type: none"> 1. По обоим вопросам билета написаны все определения, формулировки теорем (в случае наличия), сохранена логическая структура ответа, продемонстрировано удовлетворительное понимание материала. 2. Система нечеткого вывода составлена, в случае наличия замечаний по выбору значений входных переменных – проведение повторного вывода с объяснением за 2-минутный промежуток времени. 3. Правильные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов, допускаются уточнения преподавателя.
50-59 (оценка E)	<ol style="list-style-type: none"> 1. По обоим вопросам билета написаны все основные определения, формулировки теорем (в случае наличия), сохранена логическая структура ответа, продемонстрировано удовлетворительное понимание материала. 2. Система нечеткого вывода составлена, в случае наличия замечаний по выбору значений входных переменных – проведение повторного вывода с объяснением за 2-минутный промежуток времени. 3. Правильные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов, допускаются уточнения преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Примерный краткий перечень вопросов к экзамену.

1. Основные типы функций принадлежности.
2. Альтернативные операции над нечеткими множествами, свойства алгебры нечетких множеств.
3. Принцип декомпозиции нечетких множеств. Нечеткие операторы.
4. Нечеткое число и операции над ним. Принцип обобщения и α -уровневый принцип обобщения в теории нечетких множеств.
5. Нечеткая переменная, Лингвистическая переменная.
6. Нечеткие числа и интервалы в форме (L-R) – функций. Операции над ними.
7. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы. Операции над ними.
8. Построение функций принадлежности. Метод статистической обработки экспертной информации. Построение функций принадлежности на основе парных сравнений.
9. Нечеткие высказывания. Основные логические операции с нечеткими высказываниями.
10. Правила нечетких продукций. Системы правил нечетких продукций. Классификация методов заключений.
11. Формализация нечеткого условного высказывания. Композиционное правило нечеткого вывода Заде.

12. Нечеткие алгоритмы.
13. Нечеткие лингвистические высказывания. Правила нечетких продукций в системах нечеткого вывода. Архитектура систем нечеткого вывода.
14. Основные этапы нечеткого вывода.
15. Использование нечеткого вывода в задачах управления.
16. Нечеткий логический вывод для задач классификации.
17. Искусственные нейронные сети и классы проблем, решаемых с помощью ИНС. Искусственный нейрон и функции его активации.
18. Классификация нейронных сетей, выбор ИНС в зависимости от решаемой задачи, теорема о полноте, оценка числа нейронов в слоях.
19. Персептрон Розенблатта, линейная разделимость функций, представляемых однослойной сетью. Обучение персептрона.
20. Нейронечеткие сети. Нечеткие нейроны.
21. Алгоритм обучения с учителем. Градиентный спуск.
22. Алгоритмы обучения без учителя. Алгоритм обратного распространения ошибки.

Проверяемые компетенции: ПКП-4-ИИР-ПК-1, ПКП-1-ИИР-ОПК-1

Критерии оценивания: обучающемуся даётся два билета и задаётся несколько дополнительных вопросов по курсу. Ответ на каждый вопрос билета и на дополнительные вопросы оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.

Дисциплина способствует **развитию** следующих компетенций:

- ПКП-8-ИИР-ПК-1 — Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта

Формируется дисциплиной.

Развивается дисциплиной.

Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию.

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта

Формируется дисциплиной.

Развивается дисциплиной.

Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию.

Примерный список тестов:

1. Композиционное правило вывода утверждает, что из двух нечетких множеств:

a. **A и B следует $C=A \circ B$**

b. A и B следует $C=A \Rightarrow B$

c. A и $A \Rightarrow B$ следует B

d. B и $A \Rightarrow B$ следует B

2. Если $C=A \circ B$, то на каких универсумах должны быть определены нечеткие множества A, B, C для того, чтобы выполнялось композиционное правило?

a. на множестве действительных чисел

b. на множестве натуральных чисел

c. **U, $U \times V$, V**

d. U, V, $U \times V$

3. Как называется система нечетких правил типа A1 и/или A2 и/или ... и/или Am, то B1 и/или ... и/или Bn?

a. **нечеткой базой данных**

- b. нечеткой экспертной системой
 - c. формализацией процесса нечеткого вывода
 - d. нечеткой формальной системой
4. На вход нечеткой экспертной системы могут подаваться:
- a. **числовые значения**
 - b. **лингвистические значения**
 - c. картинки
 - d. строки
5. Этап фаззификации заключается в:
- a. **определении степени уверенности, что значения входных лингвистических переменных принимают данные конкретные значения**
 - b. вывод из всех правил собираются в один вывод
 - c. в построение нечеткого множества, которое является выходным значением данной экспертной системы
 - d. построении нечетких множеств, соответствующих каждому правилу из нечеткой базы знаний
6. Этап фаззификации заключается в:
- a. определении степени уверенности, что значения входных лингвистических переменных принимают данные конкретные значения
 - b. **вывод из всех правил собираются в один вывод**
 - c. **в построение нечеткого множества, которое является выходным значением данной экспертной системы**
 - d. построении нечетких множеств, соответствующих каждому правилу из нечеткой базы знаний
7. Этап непосредственного нечеткого вывода заключается в:
- a. определении степени уверенности, что значения входных лингвистических переменных принимают данные конкретные значения
 - b. вывод из всех правил собираются в один вывод
 - c. в построение нечеткого множества, которое является выходным значением данной экспертной системы
 - d. **построении нечетких множеств, соответствующих каждому правилу из нечеткой базы знаний**
8. Все ли этапы процесса нечеткого логического вывода являются обязательными?
- a. Да
 - b. **Нет**
 - c. Возможно
 - d. Ничего из вышесказанного
9. Если на вход нечеткой экспертной системы подаются только четкие значения, нужен ли этап дефаззификации?
- a. Да
 - b. **Нет**
 - c. Возможно
 - d. Ничего из вышесказанного
10. Кто предложил основные идеи теории нечетких множеств?
- a. Лотфи Заде
 - b. Ричард Кенигсберг
 - c. Джарратано Эдварс
 - d. Николай Бруно

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки содержания и качества учебного процесса может применяться анкетирование или опрос в соответствии с методикой и графиком, утверждаемым в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Учебно-вспомогательный и инженерно-технический персонал должен иметь соответствующее образование и обладать навыками организации работы с пользовательскими программными продуктами в локальной сети компьютерного класса и в Интернете.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

По желанию преподавателя в аудитории должен быть компьютер и проекционное оборудование.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

По желанию преподавателя для подготовки к некоторым занятиям может потребоваться принтер, чтобы распечатать раздаточные материалы.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Специальных требований нет.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А3 (для блокнота-доски), канцелярские товары в объеме, необходимом для организации и проведения занятий по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки, белая бумага формата А4 и запасной картридж для печати на принтере.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 278 с. — ISBN 978-5-534-00734-3. — ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbib&AN=edsbib.D13AA4C5.655F.41BC.8E65.1D050BE0693B&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
2. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 157 с. — ISBN 978-5-534-07467-3. — ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbib&AN=edsbib.07A5A240.92A0.4AA4.B334.C026239D43E7&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
3. Горбаченко, В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети : учебное пособие для вузов / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 105 с. — ISBN 978-5-534-08359-0. — ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=>

[edsbib&AN=edsbib.03A2E5E2.1F9D.4357.A406.C980DE1A9914&lang=ru&site=eds-live&scope=site](https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cac07918a&AN=spsu.znanium342145&lang=ru&site=eds-live&scope=site)

4. Исаев, С.В. Интеллектуальные системы : учеб. пособие / С.В. Исаев, О.С. Исаева. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. - 120 с. - ISBN 978-5-7638-3781-0. – ЭР по подписке СПбГУ:

<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cac07918a&AN=spsu.znanium342145&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

5. Назаров, Д. М. Интеллектуальные системы: основы теории нечетких множеств : учебное пособие для вузов / Д. М. Назаров, Л. К. Конышева. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 186 с. — ISBN 978-5-534-07496-3. – ЭР по подписке СПбГУ:

<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbib&AN=edsbib.7D01F201.14B5.4505.A147.B104025F6DDD&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

<http://www.library.spbu.ru/>

- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

[http://www.library.spbu.ru/cgi-](http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

[bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:

http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

- Математика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

- Информатика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Пономарева Александра Юрьевна, доцент мат-мех факультета СПбГУ, a_ponomareva@mail.ru, тел. 428-41-53.

Хлобыстова Анастасия Олеговна, ассистент мат-мех факультета СПбГУ, aok@dscs.pro