

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Б1.В.08 Нейрокомпьютерные системы

Направление подготовки (специальность) 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль подготовки (специализация) “Интеллектуальные системы обработки информации и управления”

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Содержание

1. Организация самостоятельной работы.....	3
2. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы (проекта)	4
3. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов.....	5
4. Методические рекомендации по подготовке к занятиям.....	6

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1 Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы (из табл. 5.1 РПД)				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИБ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные понятия нейрокомпьютерных систем				1	1
2	Модели и архитектура нейрокомпьютерных систем				1	1
3	Однослойный персептрон. Обучение однослойного персептрона по дельта-правилу				1	1
4	Многослойный персептрон. Обучение многослойного персептрона методом обратного распространения ошибки				1	1
5	Самоорганизующиеся обучаемые системы Синапс Хебба и его свойства. Обучение нейрона по алгоритму Хебба.				1	1
6	Конкурентное обучение. Карты самоорганизации Кохонена				2	2
7	Нейросети Хемминга и Хопфилда				2	2

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)

Темы курсовых работ (проектов)

1. Нейронные сети. Решение задач распознавания образов.
2. Нейронные сети. Решение задач аппроксимации.
3. Нейронные сети. Решение задач кластеризации.

2.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта).

Цели курсового проектирования: систематизация, закрепление, расширение теоретических и практических знаний у студентов в исследуемой области; развитие у обучающихся навыков организации самостоятельной работы, применения методик исследования и решения поставленных в проекте проблем.

Задачи курсового проекта:

- углубление знаний у студентов по отдельным проблемам соответствующей специальности;
- выработка у обучающихся умения принимать решения;
- развитие у студентов навыков выполнения научно-исследовательских работ самостоятельного решения профессиональных задач;
- формирование у обучающихся умения раскрывать содержание теоретических положений, делать обобщения и самостоятельные выводы.

2.2 Порядок и сроки выполнения курсовой работы.

Курсовой проект (работа) выполняется самостоятельно по индивидуальному заданию выданному преподавателем.

Сроки выполнения курсового проекта указываются в индивидуальном задании, но не позднее трех недель до начала экзаменационной сессии.

Индивидуальное консультирование проводится преподавателем в дни и часы указанные в графике проведения консультаций.

2.3 Структура курсового проекта:

Например:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

2.4 Требования к оформлению курсовой работы.

1. Формат листа бумаги: А4.
2. Размер шрифта: основной текст - 14 пунктов, заголовки разделов 16 пунктов полужирный, заголовков подразделов 14 пунктов полужирный.
3. Название шрифта: TimesNewRoman.
4. Междустрочный интервал: полуторный.
5. Кол-во строк на странице: 28-30 строк (1800 печатных знаков).
6. Абзац: 1,5 см.
7. Поля (мм): Левое-30, правое, верхнее и нижнее – 20.
8. Общий объем без приложений: 30-40 с. машинописного текста.
9. Объем введения 1-2 с. машинописного текста.
10. Объем основной части 25-35 с. машинописного текста.
11. Объем заключения: 1-2 с. машинописного текста.
12. Нумерация страниц: сквозная, в нижней части листа, посередине. На титульном листе номер страницы не проставляется.
13. Последовательность приведения структурных частей работы: Титульный лист. Задание на выполнение курсового проекта. Аннотация. Содержание. Введение. Основная часть. Заключение. Список использованных источников. Приложения.
14. Оформление структурных частей работы: каждая структурная часть начинается с новой страницы. Наименования приводятся с абзаца с прописной (заглавной буквы). Точка в конце наименования не ставится.
15. Структура основной части: 5 разделов, 1-3 раздела соразмерные по объему 15-20 страниц, 4 и 5 разделы соразмерные по объему 15-20 страниц.

16. Состав списка использованных источников: 20-30 библиографических описаний документальных и литературных источников.

17. Наличие приложений: обязательно.

18. Оформление содержания: содержание включает в себя заголовки всех разделов, подразделов, приложений с указанием страниц начала каждой части.

19. Оформление иллюстраций/рисунков: рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице; нумерация сквозная арабскими цифрами; название помещают под рисунком по центру «Рисунок 1 — Структура АС»; при ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 1».

20. Оформление таблиц: название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире, например «Таблица 1 – Результаты экономического обоснования проекта»; при переносе части таблицы на другую страницу пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1».

21. Оформление приложений:

В приложение выносятся иллюстративный материал, не помещающийся на одной странице. Название приложения помещается по центру и обозначается прописными буквами, например, «Приложение А». Под приложением пишется его название. Кегль – 16.

Приложение А

Схема сети

22. Оформление формул:

Формулы в отчете следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Пример

$$A=a:b, \quad (1)$$

$$B=c:e. \quad (2)$$

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения начинаться со слов «где» без двоеточия после него.

Пример – Плотность каждого образца $\rho_0, \text{кг}/\text{м}^3$, вычисляются по формуле:

$$\rho_0 = \frac{m}{v},$$

где m - масса образца, в кг;

v - объем образца, в м^3 .

2.5 Критерии оценки:

- сроки сдачи;
- правильность и аккуратность оформления;
- соответствие оформление курсовой работы (проекта) установленным требованиям;
- умение работать с документальными и литературными источниками;
- умение формулировать основные выводы по результатам анализа конкретного анализа;

2.6 Рекомендованная литература.

2.6.1. Основная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для академического бакалавриата / Ф. А. Новиков. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 278 с. ЭБС «ЮРАЙТ»

2. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 130 с. ЭБС «ЮРАЙТ»

2.6.2. Дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 243 с. ЭБС «ЮРАЙТ»

2. Кудрявцев, В. Б. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 219 с. ЭБС «ЮРАЙТ»

3. Иванов, В. М. Интеллектуальные системы : учебное пособие для вузов / В. М. Иванов ; под науч. ред. А. Н. Сесекина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 91 с. ЭБС «ЮРАЙТ»

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

3.1 Виды исполнения нейрокомпьютерных систем.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на особенности функциональной структуры использования СИИ.

3.2 Классы нейросетевых архитектур.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на особенности построения базы знаний.

3.3 Проблемы, связанные с использованием однослойного персептрона. XOR-проблема.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на то что модель нейрона не учитывает воздействий функции частотной модуляции или синхронизирующей функции биологического нейрона.

3.4 Выбор числа нейронов в многослойном персептроне.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на то что сети, построенные на основе этой модели нейрона, обнаруживают свойства, сильно напоминающие биологическую систему.

3.5 Анализ главных компонентов на основе правила Хебба.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на особенности формирования пояснений на основе знаний, фреймов.

3.6 Сжатие информации с помощью SOM. Гибридные архитектуры.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на особенности решения задач распознавания образов, нейрокомпьютерной сети Кохонена.

3.7 Применение сетей Хопфилда для задач оптимизации.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на то что сетевые парадигмы весьма разнообразны, в основе почти всех их лежит эта модель нейрона.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ

4.1 Основные понятия нейрокомпьютерных систем

При подготовке к занятию обратить внимание на:

Интеллект — что означает ум, рассудок, разум, мыслительные способности человека.

Искусственный интеллект (ИИ) — обычно толкуется как свойство автоматических систем брать на себя отдельные функции интеллекта человека, например, выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних воздействий.

ИИ как наука существует около полувека. Первой ИИС считается программа «Логик-Теоретик», предназначенная для доказательства теорем. Ее работа впервые была продемонстрирована 9 августа 1956 г. В создании программы участвовали такие известные ученые, как А. Ньюэлл, А. Тьюринг, К. Шеннон, Дж. Лоу, Г. Саймон и др.

4.2 Модели и архитектура нейрокомпьютерных систем

При подготовке к занятию обратить внимание на:

На сегодняшний день не существует единого определения, которое однозначно описывает ИИ как научную область. Среди многих точек зрения на нее доминируют следующие три.

Исследования в области ИИ относятся к фундаментальным, в процессе которых разрабатываются новые модели и методы решения задач, традиционно считавшихся интеллектуальными и не поддававшихся ранее формализации и автоматизации.

Согласно второй точки зрения это связано с новыми идеями решения задач на ЭВМ, с разработкой новых технологий программирования и с переходом к компьютерам не фон-неймановской архитектуры.

Третья точка зрения, наиболее прагматическая, основана на том, что в результате исследований, проводимых в области ИИ, появляется множество прикладных систем, способных решать задачи, для которых ранее создаваемые системы были непригодны.

4.3 Однослойный перцептрон. Обучение однослойного перцептрона по дельта-правилу

При подготовке к занятию обратить внимание на:

Существуют два типа методов представления знаний (ПЗ):

1. Формальные модели ПЗ;
2. Неформальные (семантические, реляционные) модели ПЗ.

Очевидно, все методы представления знаний, которые рассмотрены выше, включая продукции (это система правил, на которых основана продукционная модель представления знаний), относятся к неформальным моделям. В отличие от формальных моделей, в основе которых лежит строгая математическая теория, неформальные модели такой теории не придерживаются. Каждая неформальная модель годится только для конкретной предметной области и поэтому не обладает универсальностью, которая присуща моделям формальным. Логический вывод - основная операция в СИИ - в формальных системах строг и корректен, поскольку подчинен жестким аксиоматическим правилам. Вывод в неформальных системах во многом определяется самим исследователем, который и отвечает за его корректность.

4.4 Многослойный перцептрон. Обучение многослойного перцептрона методом обратного распространения ошибки

При подготовке к занятию обратить внимание на:

Каждому из методов ПЗ соответствует свой способ описания знаний.

Логические модели. В основе моделей такого типа лежит *формальная система*, задаваемая четверкой вида: $M = \langle T, P, A, B \rangle$. Множество T есть *множество базовых элементов* различной природы, например слов из некоторого ограниченного словаря,

деталей детского конструктора, входящих в состав некоторого набора и т.п. Важно, что для множества T существует некоторый способ определения принадлежности или непринадлежности произвольного элемента к этому множеству. Процедура такой проверки может быть любой, но за конечное число шагов она должна давать положительный или отрицательный ответ на вопрос, является ли x элементом множества T . Обозначим эту процедуру $\Pi(T)$.

Множество P есть множество *синтаксических правил*. С их помощью из элементов T образуют *синтаксически правильные совокупности*. Например, из слов ограниченного словаря строятся синтаксически правильные фразы, из деталей детского конструктора с помощью гаек и болтов собираются новые конструкции. Декларируется существование процедуры $\Pi(P)$, с помощью которой за конечное число шагов можно получить ответ на вопрос, является ли совокупность X синтаксически правильной.

В множестве синтаксически правильных совокупностей выделяется некоторое подмножество A . Элементы A называются *аксиомами*. Как и для других составляющих формальной системы, должна существовать процедура $\Pi(A)$, с помощью которой для любой синтаксически правильной совокупности можно получить ответ на вопрос о принадлежности ее к множеству A .

Множество B есть множество *правил вывода*. Применяя их к элементам A , можно получать новые синтаксически правильные совокупности, к которым снова можно применять правила из B . Так формируется *множество выводимых* в данной формальной системе *совокупностей*. Если имеется процедура $\Pi(B)$, с помощью которой можно определить для любой синтаксически правильной совокупности, является ли она выводимой, то соответствующая формальная система называется *разрешимой*. Это показывает, что именно правило вывода является наиболее сложной составляющей формальной системы.

Для знаний, входящих в базу знаний, можно считать, что множество A образуют все информационные единицы, которые введены в базу знаний извне, а с помощью правил вывода из них выводятся новые *производные знания*. Другими словами формальная система представляет собой генератор порождения новых знаний, образующих множество *выводимых* в данной системе *знаний*. Это свойство логических моделей делает их притягательными для использования в базах знаний. Оно позволяет хранить в базе лишь те знания, которые образуют множество A , а все остальные знания получать из них по правилам вывода.

4.5 Самоорганизующиеся обучаемые системы Синапс Хебба и его свойства. Обучение нейрона по алгоритму Хебба.

При подготовке к занятию обратить внимание на:

Экспертная система (ЭС) – это программа, которая в определенных отношениях заменяет эксперта или группу экспертов в той или иной предметной области.

ЭС предназначены для решения практических задач, возникающих в слабо структурированных и трудно формализуемых предметных областях.

Исторически, ЭС были первыми системами искусственного интеллекта, которые привлекли внимание потребителей.

С ЭС связаны некоторые распространенные заблуждения.

Заблуждение первое: ЭС могут делать не более, а скорее даже менее того, чем эксперт, создавший данную систему.

Во-первых, существуют технологии синтеза самообучающихся ЭС, которые могут быть применены в предметной области, в которой вообще нет экспертов.

Во-вторых, технология ЭС позволяет *объединить* в одной системе знания *нескольких* экспертов, и, таким образом, в результате получить систему, которая может то, чего ни один из ее создателей не может.

Заблуждение второе: ЭС никогда не заменит человека-эксперта.

На практике часто ЭС могут создаваться и применяться для решения задач, в решении которых эксперты по ряду причин физического, юридического, финансового и организационного характера не могут принять *личного* участия, т.е. в точках, весьма удаленных от экспертов как в пространстве, так и во времени:

– знания могут извлекаться из научных работ или фактических данных, доступ к которым может обеспечиваться через Internet;

– доступ к ЭС и ее базе знаний также может быть получен через Internet.

4.6 Конкурентное обучение. Карты самоорганизации Кохонена

При подготовке к занятию обратить внимание на:

В настоящее время сложилась определенная технология разработки ЭС, которая включает следующие шесть этапов:

1. Идентификация.
2. Концептуализация.
3. Формализация.
4. Разработка прототипа.
5. Экспериментальная эксплуатация.
6. Разработка продукта.
7. Промышленная эксплуатация.

На этапе идентификации производится:

- неформальное осмысление задач, которые должна решать создаваемая ЭС;
- формирование требований к ЭС;
- определение ресурсов, необходимых для создания ЭС.

В результате идентификации *функционально* определяется что должна делать ЭС и что необходимо для ее создания.

Идентификация задачи заключается в составлении неформального (вербального, т.е. словесного) описания, в котором указываются:

- общие характеристики задачи;
- подзадачи, выделяемые внутри данной задачи;
- ключевые понятия (объекты), их входные и выходные данные;
- предположительный вид решения;
- знания, относящиеся к решаемой задаче.

В процессе идентификации задачи инженер по знаниям и эксперт работают в тесном контакте.

Начальное неформальное описание задачи, данное экспертом, затем используется инженером знаний для уточнения терминов и ключевых понятий.

Эксперт корректирует описание задачи, объясняет, как решать ее и какие рассуждения лежат в основе того или иного решения.

После нескольких циклов, уточняющих описание, эксперт и инженер по знаниям получают окончательное неформальное описание задачи.

При создании ЭС основными видами ресурсов являются:

- источники знаний (эксперты);
- инженеры знаний и программисты;
- инструментальные программные средства (экспертные оболочки);
- вычислительные средства;
- время разработки;
- объем финансирования.

4.7 Нейросети Хемминга и Хопфилда

При подготовке к занятию обратить внимание на:

Модель нейрон имитирует в первом приближении свойства биологического нейрона. На вход искусственного нейрона поступает некоторое множество сигналов, каждый из которых является выходом другого нейрона. Каждый вход умножается на

соответствующий вес, пропорциональный синаптической силе, и все произведения суммируются, определяя уровень активации нейрона.

Хотя сетевые парадигмы весьма разнообразны, в основе почти всех их лежит эта модель нейрона. Здесь множество входных сигналов, обозначенных x_1, x_2, \dots, x_N поступает на искусственный нейрон. Эти входные сигналы, в совокупности обозначаемые вектором X , соответствуют сигналам, приходящим в синапсы биологического нейрона.

Каждый сигнал умножается на соответствующий вес w_1, w_2, \dots, w_N и поступает на суммирующий блок, обозначенный Σ . Каждый вес соответствует «силе» одной биологической синаптической связи. Множество весов в совокупности обозначается вектором W . Суммирующий блок, соответствующий телу биологического элемента, складывает взвешенные входы алгебраически, создавая выход Y . Далее Y поступает на вход функции активации, определяя окончательный сигнал возбуждения или торможения нейрона на выходе. Этот сигнал поступает на синапсы следующих нейронов и т.д.

Рассмотренная простая модель нейрона игнорирует многие свойства своего биологического двойника. Например, она не принимает во внимание задержки во времени, которые воздействуют на динамику системы. Входные сигналы сразу же порождают выходной сигнал. И, что более важно, данная модель нейрона не учитывает воздействия функции частотной модуляции или синхронизирующей функции биологического нейрона, которые ряд исследователей считают решающими.

Несмотря на эти ограничения, сети, построенные на основе этой модели нейрона, обнаруживают свойства, сильно напоминающие биологическую систему. Только время и исследования смогут ответить на вопрос, являются ли подобные совпадения случайными или следствием того, что именно в этой модели нейрона верно схвачены важнейшие черты биологического прототипа.