

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

**Рабочая программа дисциплины
Научно-исследовательский семинар "Нейроинформатика"**

для образовательной программы «Программная инженерия»
направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»
уровень - бакалавр

Разработчик программы:
Харламов А.А., д.т.н., kharlamov@analyst.ru

Одобрена на заседании департамента программной инженерии «___»_____ 2016 г
Руководитель департамента Авдошин С.М.

Рекомендована Академическим советом образовательной программы
«___»_____ 2016 г., № протокола _____

Утверждена «___»_____ 2016 г.
Академический руководитель образовательной программы
Шилов В.В. _____

Москва, 2016

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.



1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа научно-исследовательского семинара «Нейроинформатика» устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов образовательной программы «Программная инженерия» направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», изучающих данную дисциплину.

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» (квалификация: Бакалавр), утвержденным в 2015 г.;
- Образовательной программой «Программная инженерия» направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»;
- Рабочим учебным планом по направлению 09.03.04 «Программная инженерия», утвержденным в 2016 г.

2 Цели освоения дисциплины

1 Приобретение знаний и практического опыта в области нейроинформатики – решения прикладных задач на основе понимания аналогичных процессов в мозге человека;

2 Изучение и обеспечение основ для последующих курсов, посвященных разработке современных искусственно-интеллектуальных методов и программ решения прикладных задач;

3 Приобретение навыков исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение специфических искусственно-интеллектуальных технологий, широко применяемых в различных областях современной науки и техники.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- теоретические основы нейроинформатики, искусственных нейронных сетей, нейрокомпьютеров;
- способы решения прикладных искусственно-интеллектуальных задач.

Уметь:

- синтезировать алгоритм решения прикладной искусственно-интеллектуальной задачи;
- читать и критически анализировать специальную литературу по искусственно-интеллектуальным и нейросетевым технологиям.

Иметь навыки (приобрести опыт):

- в планировании и проведении экспериментальных исследований с целью получения оптимальных параметров решений упомянутых прикладных задач.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ОС НИУ ВШЭ
Способен к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования	ПК-2
Способен обосновать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнение экспериментов по проверке их корректности и эффективности	ПК-4



Способен готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях

ПК-5

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к разделу Б.ПД – Практики, проектная и/или исследовательская работа.

Дисциплина предлагается студентам 1-4 курсов с 1-го по 3-й модуль. Зачетных единиц 3, всего часов 114, из них аудиторных 50, в том числе лекций 0, семинаров 50. Самостоятельная работа студентов 64 часа.

Текущий контроль: 2 контрольные работы, 1 домашнее задание.

Итоговый контроль – экзамен в 3-м модуле.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях студентами алгебры, геометрии и информатики в рамках учебной программы средней школы, умении применять математический аппарат при выборе метода решения задачи.

Дисциплина служит основой для выполнения курсовых, дипломных и исследовательских работ студентов.

5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	
1	Биология мозга: анатомия коры большого мозга, гиппокамп, физиология нейрона. Колонка коры. Ламель гиппокампа. Сенсорные системы: зрительный анализатор, слуховой анализатор.	10	0	4	0	6
2	Нейроподобные элементы с пространственной суммацией сигналов. Нейроподобные элементы с временной суммацией сигналов.	10	0	4	0	6
3	Нейроинформатика: обработка информации в коре. Ассоциативная обработка в колонке коры. Формирование словарей и синтаксических последовательностей. Иерархия словарей как одномодальная модель мира. Многомодальная модель мира.	24	0	10	0	14
4	Нейроинформатика: обработка информации в гиппокампе. Модель ситуации. Семантическая сеть как модель ситуации.	10	0	4	0	6
5	Слуховой анализатор. Автоматическое распознавание речи. Глубокая нейронная сеть.	12	0	6	0	6
6	Зрительный анализатор. Автоматический анализ изображений. Сверточные сети.	10	0	4	0	6
7	Текстовый анализатор. Автоматический смысловой анализ текстов. Тематическое моделирование.	14	0	6	0	8



8	Формирование семантической сети текста. Автоматическое сравнение текстов. Автоматическая классификация текстов. Автоматическое реферирование текстов.	12	0	6	0	6
9	Кортикоморфная ассоциативная память. Микроэлектронная реализация.	12	0	6	0	6
	Итого	114	0	50	0	64

6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	модули			Параметры
		1	2	3	
Текущий (неделя)	Контрольная работа	последняя неделя	последняя неделя		Письменная работа на 60 минут
	Домашнее задание			5-я неделя	Отчет по практической работе
Итоговый	Экзамен				Устный экзамен

6.1 Критерии оценки знаний, навыков

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

Текущий контроль: в первом и втором модуле предусматривается контрольная работа, в третьем модуле – контрольное домашнее задание.

Итоговый контроль: устный экзамен в конце 3-го модуля. Тесты контрольной работы содержат вопросы по теоретическому материалу текущего модуля. За тест выставляется нормированная по сложности теста оценка по 10-ти балльной шкале.

Контрольное домашнее задание включает экспериментальное исследование по заданной теме. По контрольному домашнему заданию оформляется отчет в бумажном виде. В установленный срок студент сдает полностью оформленный отчет, а также докладывает результаты на семинаре. За контрольное домашнее задание выставляется оценка по десятибалльной шкале.

Итоговый экзамен предусматривает компьютерное решение задач по изученным в дисциплине темам и тестирование на компьютере. В тест итогового экзамена входят вопросы по теоретическому и практическому материалу всех 3-х модулей. Оценки по тесту выставляются по 10-ти балльной шкале.

7 Содержание дисциплины

Раздел 1. Биология мозга человека

Тема 1. Анатомия коры большого мозга. Основные области коры головного мозга и их связи. Колонка коры.

Тема 2. Гиппокамп. Ламель гиппокампа.

Тема 3. Физиология основной единицы нервной системы – нейрона. Объединение нейронов – колонка.

Тема 4. Сенсорные системы: зрительный анализатор, слуховой анализатор.

Раздел 2. Нейроинформатика

Тема 5. Нейроподобные элементы с пространственной суммацией сигналов. Сети Хопфилда. Конкурентные сети.

Тема 6. Нейроподобные элементы с временной суммацией сигналов. Временная суммация – основа механизма избирательной адресации нейронов. Искусственные нейронные сети на основе нейроподобных элементов с временной суммацией сигналов.



Тема 7. Обработка информации в коре. Структурный нейросетевой подход к анализу информации. Ассоциативная обработка информации в колонке коры. Формирование словарей и синтаксических последовательностей.

Тема 8. Парадигматическая обработка информации. Многоуровневая лингвистическая иерархическая структура. Иерархия словарей как одномодальная модель мира. Многомодальная модель мира, синхронизированная с моделью языка.

Тема 9. Обработка информации в гиппокампе. Модель ситуации. Семантическая сеть как модель ситуации.

Раздел 3. Автоматическое распознавание речи

Тема 10. Автоматическое распознавание речи. Классы систем распознавания речи. Общая схема системы распознавания речи. Первичная обработка речевого сигнала. Принятие решения. Глубокая нейронная сеть в качестве устройства для первичной обработки сигналов. Скрытые Марковские модели.

Раздел 4. Автоматическое распознавание образов

Тема 11. Автоматический анализ изображений. Структурный подход к распознаванию изображений. Сверточные сети как устройство для формирования вектора признаков.

Раздел 5. Автоматический смысловой анализа текстов

Тема 12. Тематическое моделирование. Латентный семантический анализ. Вероятностный латентный семантический анализ. Скрытое распределение Дирихле.

Тема 13. Парадигматическая и синтагматическая обработка текстовой информации. Иерархия представлений текстовой информации. Система TextAnalyst. Формирование семантической сети текста. Автоматическое сравнение текстов. Автоматическая классификация текстов. Автоматическое реферирование текстов.

Раздел 6. Ассоциативная память

Тема 14. Кортикоморфная ассоциативная память. Микроэлектронная реализация.

8 Образовательные технологии

На практических занятиях проводится разработка, тестирование и разбор конкретных программ, реализующих изучаемые по соответствующей теме дисциплины структуры систем и устройств, решающих задачи из области нейроинформатики.

9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

9.1 Тематика заданий текущего контроля

Тематика контрольных работ

Набор заданий при тестировании соответствует материалу тем, изучаемых в дисциплине. Подбор заданий, их количество и уровни сложности обеспечивают успешное выполнение контрольной работы при достаточно глубоком усвоении материала.

Тематика контрольных домашних заданий

Домашние задания предлагаются преподавателем с учетом практического использования основного материала курса.

9.2 Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Анатомия коры большого мозга.
2. Основные области коры головного мозга и их связи.
3. Колонка коры.
4. Зрительный анализатор.
5. Слуховой анализатор.
6. Гиппокамп.
7. Ламель гиппокампа.



8. Физиология основной единицы нервной системы – нейрона.
9. Объединение нейронов – колонка.
10. Сенсорные системы: зрительный анализатор, слуховой анализатор.
11. Нейроподобные элементы с пространственной суммацией сигналов.
12. Сети Хопфилда.
13. Конкурентные сети.
14. Нейроподобные элементы с временной суммацией сигналов.
15. Временная суммация – основа механизма избирательной адресации нейронов.
16. Искусственные нейронные сети на основе нейроподобных элементов с временной суммацией сигналов.
17. Обработка информации в коре.
18. Структурный нейросетевой подход к анализу информации.
19. Ассоциативная обработка информации в колонке коры.
20. Формирование словарей и синтаксических последовательностей.
21. Парадигматическая обработка информации.
22. Многоуровневая лингвистическая иерархическая структура.
23. Иерархия словарей как одномодальная модель мира.
24. Многомодальная модель мира, синхронизированная с моделью языка.
25. Обработка информации в гиппокампе.
26. Модель ситуации.
27. Семантическая сеть как модель ситуации.
28. Автоматическое распознавание речи.
29. Классы систем распознавания речи.
30. Общая схема системы распознавания речи.
31. Первичная обработка речевого сигнала.
32. Принятие решения.
33. Глубокая нейронная сеть в качестве устройства для первичной обработки сигналов.
34. Скрытые Марковские модели.
35. Автоматический анализ изображений.
36. Структурный подход к распознаванию изображений.
37. Сверточные сети как устройство для формирования вектора признаков.
38. Тематическое моделирование.
39. Латентный семантический анализ.
40. Вероятностный латентный семантический анализ.
41. Скрытое распределение Дирихле.
42. Парадигматическая и синтагматическая обработка текстовой информации.
43. Иерархия представлений текстовой информации.
44. Система TextAnalyst.
45. Формирование семантической сети текста.
46. Автоматическое сравнение текстов.
47. Автоматическая классификация текстов.
48. Автоматическое реферирование текстов.
49. Кортикоморфная ассоциативная память.
50. Микроэлектронная реализация.

10 Порядок формирования оценок по дисциплине

По всем видам работ выставляется 10-балльная оценка.

Оценка текущего контроля в первом и втором модуле выставляется по результатам контрольной работы 1 и 2 - КТ1 и КТ2.



Результаты студента по выполнению контрольного домашнего задания в третьем модуле КДЗ учитываются при вычислении накопленной оценки, учитывается полнота и качество решения задания и качество презентации результатов.

Накопленная оценка (Он) по дисциплине (с округлением по правилам округления) вычисляется как взвешенная сумма:

$$O_{\text{н}} = 0.2 * K_{T1} + 0.2 * K_{T2} + 0.6 * K_{\text{ДЗ}}$$

Оценка итогового контроля в третьем модуле в форме экзамена определяется результатом контрольного тестирования Э1.

Результатирующая оценка по дисциплине О определяется по формуле (с округлением по правилам округления):

$$O = 0.6 * O_{\text{н}} + 0.4 * \text{Э1}.$$

11 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

11.1 Базовый учебник

Харламов А.А. Нейросетевая технология представления и обработки информации (естественное представление знаний). – М.: Радиотехника, 2006

<http://www.fizmatkniga.ru/catalog/section-143/product-4429/>

11.2 Основная литература

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учеб. пособие / Большакова Е.И. и др. – М.: МИЭМ, 2011.
<http://clschool.miem.edu.ru/uploads/swfupload/files/011a69a6f0c3a9c6291d6d375f12aa27e349cb67.pdf>
2. Гайворонский И.В. Функциональная анатомия нервной системы: уч. пособие для вузов/ Гайворонский И.В., Гайворонский А.И., Ничипорук Г.И. -7-е изд., перераб. и доп.-СПб.: СпецЛит, 2013.-350с.:ил.,табл. <http://www.twirpx.com/files/biology/anatomy/nervous/>
3. Модели и методы распознавания речи / Рязанов В.В. (отв. ред.).- М.: Вычислит. центр им. А.А.Дороницына, РАН., 2015.- 93 с. <http://www.twirpx.com/file/361879/>
4. Потапов А.С. Искусственный интеллект и универсальное мышление. – СПб., «Политехника», 2012. http://aideus.ru/research/doc/2012_Polytechnics_AI_UniThink-part.pdf

11.3 Дополнительная литература

1. Беритов И.С. Структура и функции коры большого мозга. М.: Наука, 1969
<http://online-bukvar.tk/erotika/liv-6576>
2. Виноградова О. С. Гиппокамп и память. М.: «Наука», 1975
<http://www.twirpx.com/file/1219248/>
3. Глезер В.Д. Зрение и мышление. -Л.: "Наука", 1985.
<http://voloveclib.ru/biznes/d9f87baf3fb4ef0d06b26c0e6a9918e3>
4. Жданов А.А. Автономный искусственный интеллект. – М.: «Бином», 2008.
http://robotics.com.ua/build_robot/books/404-autonomous_artificial_intelligence_zhdanov
5. Завалишин Н.В., Мучник И.Б. Модель зрительного восприятия и алгоритмы анализа изображений. М.: Наука, 1974.
<http://bukvaed.tk/proza/156c932abb6fa475597bb63be97ed2a8.php>
6. Кин Сэм. Дуэль нейрохирургов. Как открывали тайны мозга и почему смерть одного короля смогла перевернуть науку (пер. с англ.).- М.: Эксмо, 2015.- 433 с.: ил.- (Совершенный мозг). <http://books.adminxp.ru/skachat-knigu-duel-neyrohirurgov-kak-otkryivali-taunyi-mozga-i-pochemu-smert-odnogo-korolya-smogla-perevernut-nauku/>
7. Маркел Дж.Д., Грей А.Х. Линейное предсказание речи: Пер с англ. / Под ред. Ю.Х. Прохорова, В.С. Звезда. -М.: Связь, 1980. <http://www.twirpx.com/file/154357/>



8. Марр Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов. М.: Радио и связь, 1987
9. Попов Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке. М.: Наука, 1982.
<http://www.aiportal.ru/downloads/books/communicating-with-comp-in-natural-lang-by-popov.html>
10. Радченко А.Н. Информационные механизмы мозга. Ассоциативная память. Квазиголографические свойства. ЭЭГ-активность. Сон. С-пб.: Гелмкон Плюс, 2007.
http://ouppxpra.c4uhosting.com/cat_xmaojr_8/cleydd_150.html?ckattempt=1
11. Рахилина Е.В. Когнитивный анализ предметных имен: семантика и сочетаемость. М.: Русские словари, 2000. <http://www.twirpx.com/file/769196/>
12. Сусов И.П. Лингвистическая прагматика, 1989. <http://www.twirpx.com/file/827707/>
13. Ушакова Т.Н. Психолингвистика. – М.: ПЕР СЭ, 2006.
<http://nashol.com/2015012781991/psiholingvistika-uchebnik-dlya-vuzov-ushakova-t-n-2006.html>
14. Хайкин С. «Нейронные сети. Полный курс» – 2-е изд. Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. <http://www.aiportal.ru/downloads/books/neural-networks-full-course-2-edition-by-haykin.html>
15. Хокинс Дж., Блейкли С. Об интеллекте. – М.: «Вильямс», 2007.
http://archism.narod.ru/lib/bleikslisandra_ob_intellekte.pdf
16. XVII Всероссийская научно-техническая конференция "Нейроинформатика -2015": Сборник научных трудов. В 3-х частях. Ч. 3. М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – 220 с.
http://library.mephi.ru/data/scientific-sessions/2015/neiroinform_2015_ch3.pdf
17. Sullivan Dan Document Warehousing and Textmining. NY; Wiley publishing house, 2001, ISBN:0471399590. <http://www.amazon.com/Document-Warehousing-Text-Mining-Techniques/dp/0471399590>

11.4 Программные средства

Для успешного освоения дисциплины студент использует систему Caffe Matlab и MatConvNet Matlab.

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Проектор для лекций и практических занятий, классы для практических занятий с компьютерами.