

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Фундаментальная математика»



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
Т.Р.Змызгова
«01» сентября 2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Нейрокомпьютерные системы

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета 01.05.01 – Фундаментальные математика и
механика

Направленность: Математическое и программное обеспечение
информационных систем

Форма обучения: очная

Курган 2022

Рабочая программа дисциплины «Нейрокомпьютерные системы»
составлена в соответствии с учебными планами по программе
специалитета Фундаментальные математика и механика (Математическое и
программное обеспечение информационных систем), утвержденными:
- для очной формы обучения «30» августа 2022 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры
«Фундаментальная математика» «31» августа 2022года, протокол № 1.

Рабочую программу составил
доцент кафедры ФМ



А.В. Чернышова

Согласовано:

Заведующий кафедрой «ФМ»
к.ф.-м.н., доцент




М.В.Гаврильчик

Специалист по учебно-методической работе
Учебно-методического отдела



Г.В.Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности



И.В. Григоренко

1. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ.

Всего: 4 зачетные единицы трудоёмкости (144 академических часа)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	46	46
Лекции	16	16
Лабораторные занятия	30	30
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	98	98
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	80	80
Контрольные работы	-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	144	144

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Нейрокомпьютерные системы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

Изучение дисциплины «Нейрокомпьютерные системы» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Информатика, Математический анализ, Численные методы, Алгоритмы и структуры данных, Языки программирования.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для успешного усвоения вузовских курсов Основы информационной безопасности, Распределенные вычислительные системы, Проектирование информационных систем и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Нейрокомпьютерные системы» является формирование знаний в области искусственных нейронных сетей и принципов их построения для задач обработки данных.

Задачами дисциплины являются: изучение современного состояния исследований в области искусственных нейронных сетей (ИНС); применения ИНС к задачам анализа данных; основ нейроинформатики для самостоятельной разработки новых моделей ИНС.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способностью разрабатывать, внедрять и адаптировать прикладное программное обеспечение (ПК-1);
- способностью выполнять работы по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы (ПК-3).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать: – основы анализа и синтеза информации, системный подход для решения поставленных задач; оптимальные способы решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; системный подход, современные математические методы и технологии для формализации решения прикладных задач; сетевое и прикладное программное обеспечение (ПК-1, ПК-3).

Уметь: – осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных

задач; определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; применять системный подход, современные математические методы и технологии для формализации решения прикладных задач; разрабатывать и проводить установку, настройку, оптимизацию функционирования сетевого и прикладного программного обеспечения (ПК-1, ПК-3).

Владеть: – знаниями основных методов и инструментов установки, настройки, оптимизации функционирования сетевого и прикладного программного обеспечения; методами тестирования компонентов программного обеспечения информационных систем, разработки, отладки, проверки работоспособности и рефакторинг программного кода (ПК-1, ПК-3).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

7 семестр

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение. Предмет и базовые понятия нейроинформатики	4	-	4
	2	ИНС. Обучение с учителем	4	-	9
		Рубежный контроль № 1	-	-	1
Рубеж 2	3	ИНС. Обучение без учителя	4	-	8
	4	Различные структуры ИНС	4	-	7
		Рубежный контроль № 2	-	-	1
Всего:			16	-	30

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Введение. Предмет и базовые понятия нейроинформатики

История развития нейрокомпьютерных систем (НС). Примеры применения НС. Биологический нейрон.

Модель формального нейрона. Виды функций активации. Ограниченность модели формального нейрона. Перцептрон Розенблатта. Ограниченность перцептрона Розенблатта. Обучение однослойного перцептрона.

Тема 2. ИНС. Обучение с учителем

Многослойный перцептрон: структура, алгоритм работы.

Проблема «исключающего «ИЛИ» и её решение. Подготовка входных и выходных данных для НС. Паралич сети. Выбор шагов по параметрам. Локальные минимумы.

Алгоритмы работы с учителем. Метод обратного распространения ошибки. Задача классификации.

Тема 3. ИНС. Обучение без учителя

Сеть Кохонена. Алгоритмы обучения без учителя.

Тема 4. Различные структуры ИНС

Структура. Обучение. Сети с обратными связями и их применение. Ассоциативная память. Сеть Хопфилда. Динамическое добавление нейронов. Способность НС к обобщению. Самоорганизующиеся сети и сети преобразования данных. Ассоциация образов. Описание ассоциативной памяти. Ассоциативная сеть Хопфилда.

4.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
7 семестр			
1	Введение. Предмет и базовые понятия нейроинформатики	Обучение однослойного перцептрона	4
2	ИНС. Обучение с учителем	Алгоритмы обучения с учителем. Метод обратного распространения ошибки. Многослойный перцептрон: структура, алгоритм работы. Проблема «исключающего «ИЛИ» и её решение. Задача классификации.	9
		Рубежный контроль № 1	1
3	ИНС. Обучение без учителя	Алгоритмы обучения без учителя. Сеть Кохонена. Кластер-анализ.	8
4	Различные структуры ИНС	Сеть RBF.	4
		Сети с обратными связями и их применение. Ассоциативная память. Восстановление образов.	3
		Рубежный контроль № 2	1
Всего:			30

4.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Не предусмотрены.

4.4. Контрольная работа

Не предусмотрена.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель. Перед лекцией необходимо повторить материал, выделить непонятные места в лекции, чтобы обсудить их на занятии.

Преподавателем запланировано применение на лекционных занятиях технологий коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций, групповая форма работы студентов на этапе повторения материала.

Лабораторные занятия проводятся на основе интерактивных методов в виде творческих заданий экспериментального характера, направленных не столько на закрепление уже изученного материала, сколько на изучение нового, и выполняемые студентами, объединяемыми в малые группы (2-3 человека). Задания не имеют однозначного решения и соответствуют целям обучения.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает подготовку к лабораторным занятиям, к рубежным контролям, подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	46
Многослойные сети сигмоидального типа	12
Градиентные алгоритмы обучения сети	12
Решение задач комбинаторной оптимизации рекуррентными сетями	12

Методы аппаратной реализации нейрокомпьютеров	10
Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часа на каждое занятие)	30
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4
Подготовка к зачету	18
Всего:	98

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Отчеты студентов по лабораторным работам.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям №1, №2
4. Вопросы к зачету.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание						
7 семестр								
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий, активность на занятиях	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачёт
		Балльная оценка:	До 16	-	До 30	До 12	До 12	До 30
	Примечания:	8 лекций по 2 балла	-	15 лабораторных занятий по 2 балла	На 7 лабораторном занятии	На 15 лабораторном занятии		

2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – незачёт 61...100 – зачтено
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы рубежного контроля и лабораторные работы и набрать не менее 50 баллов. Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов: - 61 балл для получения зачета «автоматически». По согласованию с преподавателем студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения заданий текущего и рубежного контроля, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо выполнить дополнительные задания, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лекционных и лабораторных занятий. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа); - выполнение лабораторных работ – до 5 баллов. Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме тестов.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты заданий для рубежных контролей № 1 и 2 состоят из 10 задач (Задачи 1-9 – по 1 баллу каждая, задача № 10 – 3 балла).

На каждую работу при рубежном контроле студенту отводится время не менее 40 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты рубежного контроля каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проводится в традиционной (устной) форме: студент выполняет задания, включающие два теоретических вопроса и одну задачу, и отвечает экзаменатору. Оцениваются полнота и правильность ответов студента на теоретические вопросы, его эрудиция в смежных вопросах, а также правильность решения задачи.

Вопросы к зачету доводятся до студентов на последней лекции в семестре. Каждый вопрос оценивается в 10 баллов. На подготовку ответа студенту отводится 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачёта

Рубеж 1

1. Какую из приведённых ниже способностей не имеет нейросеть?

- 1) обучаемость;
- 2) способность к обобщению;
- 3) способность к абстрагированию;
- 4) репродуктивность.

2. Технически обучение нейронной сети заключается в

- 1) нахождении коэффициентов связей между нейронами;
- 2) нахождении средних коэффициентов;
- 3) нахождении псевдослучайного числа;
- 4) вычислении среднеквадратичных отклонений.

3. Выберите из перечисленных слов название типа искусственной нейронной сети:

- 1) мертритрон;
- 2) перцептрон;
- 3) альтертрон;
- 4) пексептрон.

4. Назовите фамилию учёного, открывшего в 1958 году перцептрон:

- 1) Минский;
- 2) Розенблатт;
- 3) Пайперт;
- 4) Гильберт.

5. Тринадцатая проблема Гильберта гласит о

- 1) равностовности равновеликих многогранников;
- 2) представлении функций n -переменных в виде суперпозиции функций, зависящих только от двух переменных;
- 3) невозможности решения общего уравнения седьмой степени с помощью функций, зависящих только от двух переменных;
- 4) исследовании квадратичных форм с произвольными алгебраическими числовыми коэффициентами.

6. Изобретателями математической модели нейрона являются:

- 1) Вербос и Хезт-Нильсон;
- 2) Минский и Пайперт;
- 3) Мак-Каллок и Питс;

4) Румельхарт и Тобермори.

7. При выполнении какого условия возможно применение НС?

- 1) известны некоторые данные, на основе которых можно построить какие-либо рассуждения;
- 2) между известными входными значениями и неизвестными выходами имеется связь;
- 3) известен точный вид связей между входами и выходами;
- 4) нет ограничений.

8. В каких из приведённых задач рекомендуется применять НС?

- 1) прогноз на фондовом рынке;
- 2) расчёт арифметических операций;
- 3) управление;
- 4) аппроксимация функций.

9. Расставьте по порядку следующие этапы обучения сети:

- 1) обучение с помощью того или иного алгоритма управляемого обучения;
- 2) проверка способности моделирования (прогнозирования);
- 3) самообучение сети устанавливая связь между входными и выходными данными;
- 4) подготовка набора обучающих данных.

10. Какой пункт не является конструкционной частью нейрона?

- 1) мембрана;
- 2) дендрит;
- 3) катарсис;
- 4) аксон.

Рубеж 2

1. Какой элемент не является необходимой частью нейрона?

- 1) ядро;
- 2) мембрана;
- 3) митохондрия;
- 4) аксон.

2. Какое вещество встречается в нервной системе только высших животных?

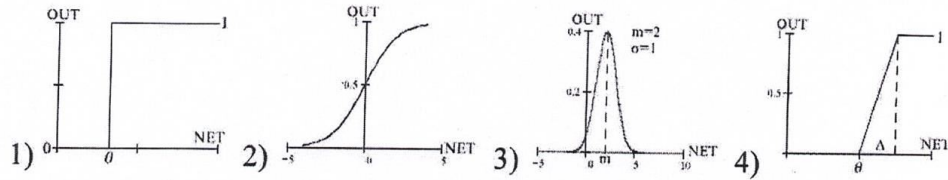
- 1) глицин;
- 2) миелин;
- 3) аланин;
- 4) эндорфин.

3. Какая из перечисленных функций активации применяется в задачах, где требуются выходы вероятностей?

- 1) экспонента;
- 2) гиперболический тангенс;
- 3) SOFTNIX-функция;
- 4) логистическая функция.

4. Установите соответствие:

- А) Гауссовская кривая.
- Б) Жёсткая ступенька.
- В) Ступенька с линейной частью.
- Г) Сигмоида.



5. Какие ограничения модели формального нейрона верны?

- 1) в модели есть различия между градуальными потенциалами и нервными импульсами;
- 2) нет чётких алгоритмов для выбора функции активации;
- 3) с помощью таких нейронов нельзя моделировать динамические системы, имеющие «внутреннее состояние»;
- 4) отсутствуют механизмы, регулирующие работы сети в целом.

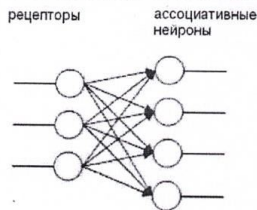
6. Сколько типов нейронов имеет перцептрон Розенблатта?

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

7. Какими свойствами обладает перцептрон Розенблатта?

- 1) линейная классификация;
- 2) ассоциативные нейроны используют сигмоидальную функцию преобразования;
- 3) может выделять в пространстве входов произвольные выпуклые односвязные области;
- 4) в качестве активационной функции используется ступенчатая функция.

8. Сколько слоёв имеет перцептрон, изображённый на рисунке?



- 1) 4;
- 2) 3;
- 3) 2;
- 4) 1.

9. Установите правильную последовательность обучения однослойного перцептрона:

- 1) посчитать ошибку E^s , сравнив 4^s и y^s ;

- 2) инициализировать веса и параметры функции в малые ненулевые значения;
- 3) подать на вход один образ и рассчитать выход;
- 4) изменить веса и параметры функции так, чтобы ошибка E^s уменьшилась.

10. Какие значения весов принимаются в начале обучения?

- 1) минимальные;
- 2) максимальные;
- 3) случайные;
- 4) случайные малые.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЁТУ

1. Что такое нейронные сети? Проблемы, возникающие при моделировании НС. Способы реализации НС.
2. История развития НС.
3. Примеры применения НС.
4. Биологический нейрон.
5. Модель формального нейрона.
6. Виды функций активации. Ограниченность модели формального нейрона.
7. Перцептрон Розенблатта. Ограниченность перцептрона Розенблатта.
8. Обучение однослойного перцептрона.
9. Многослойный перцептрон, структура, алгоритм работы.
10. Проблема «исключающего «ИЛИ» и её решение.
11. Перцептронная представляемость.
12. Формализация условий задачи для НС. Примеры.
13. Подготовка входных и выходных данных для НС.
14. Паралич сети. Выбор шага по параметрам. Локальные минимумы.
15. Алгоритмы обучения с учителем, без учителя.
16. Метод обратного распространения ошибки.
17. Задача классификации.
18. Сеть Кохонена.
19. Сети с обратными связями и их применение.
20. Ассоциативная память. Сеть Хопфилда.
21. Динамическое добавление нейронов. Способность НС к обобщению.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно – методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная литература

1. Ростовцев В.С. Искусственные нейронные сети [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В.С. Ростовцев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 216 с.
2. Барский, А.Б. Введение в нейронные сети [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.Б. Барский. – 2-е изд. – Москва: Доступ из ЭБС Лань, 2016. – 358 с.
3. Викуленко С.А. Практический курс по нейронным сетям [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Викуленко, А.А. Жихарева. – Санкт-Петербург: Доступ из ЭБС Лань, 2018. – 71 с.
4. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
5. Заенцев И.В. Учебное пособие к курсу «Нейронные сети». – Воронеж: ВГУ, 2009. – 89 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Хайкин С. Неуронные сети. Полный курс.. – М., Санкт-Петербург, Киев, 2006. – 1020 с.
2. Оссовский С. Неуронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 343 с.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Симахин В.А. Методические указания по использованию системы «Нейролаб», 2016, (эл. ресурс).

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Федеральный портал «Российское образование» URL: <https://edu.ru/>
2. Сайт дистанционного обучения в НОУ «ИНТУИТ». URL: <https://intuit.ru/>
3. ЭБС «Лань».
4. ЭБС «Консультант студента»
5. ЭБС «Znaniium.com»
6. «Гарант» – справочно-правовая система

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

При чтении лекций и работе на практических занятиях используются слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: Microsoft Windows7 Корпоративная, MicrosoftOffice, OpenOffice 4.1.3., система «Нейро-лаб», пакет R.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя учебные лаборатории и классы, оснащенные современными компьютерами (все – в стандартной комплектации для практических занятий и самостоятельной работы), объединенными локальными вычислительными сетями с выходом в Интернет, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран). Дисциплина должна быть поддержана соответствующими лицензионными программными продуктами.

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме он-лайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Нейрокомпьютерные системы

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

**Направленность (профиль) «Математическое и программное
обеспечение информационных систем»**

Формы обучения: очная

Трудоёмкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа)

Семестр: 7

Форма промежуточной аттестации: Зачёт.

Содержание дисциплины

Предмет и базовые понятия нейроинформатики. ИНС. Обучение с учителем. Обучение без учителя. Различные структуры ИНС.