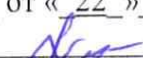



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Актуализировано:
на заседании кафедры
протокол № 11 от « 22 » июня 2017 г.
Зав. кафедрой  / Болотнов А.М.

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института

 / Ефимов А.М.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Нейроинформатика

(наименование дисциплины)

Цикл Б1.В.ДВ Вариативная часть, дисциплины по выбору

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

09.03.03 «Прикладная информатика»

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки


«Информационные и вычислительные технологии»

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) доцент кафедры ИТ и КМ, к.т.н., доц. (должность, ученая степень, ученое звание)	 / <u>Полупанов Д.В.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для приема: 2016

Уфа 2017 г.

Составитель: доцент кафедры ИТ и КМ, к.т.н., доц. Полупанов Д.В.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики протокол от « 22 » июня 2017 г. № 11

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики
Внесены изменения в список литературы
протокол № 10 от « 25 » июня 2018 г.

Заведующий кафедрой

 / Болотнов А.М./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 __ г.

Заведующий кафедрой

_____/_____/Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 __ г.

Заведующий кафедрой

_____/_____/Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 __ г.

Заведующий кафедрой

_____/_____/Ф.И.О./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
 - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1 Знать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии	ОПК-3: способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	
	2. Знать основные методы и способы применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	ПК-23: способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	
Умения	Уметь применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии	ОПК-3: способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	
	2. Уметь проектировать алгоритмы решения прикладных задач на основе системного подхода и математических методов в формализации решения	ПК-23: способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1 Иметь опыт применения основных законов естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности	ОПК-3: способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	
	2. Обладать опытом применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	ПК-23: способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Нейроинформатика*» относится к *вариативной* части Б1 Дисциплины (модули).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

Целями изучения дисциплины «*Нейроинформатика*» является ознакомление с основами построения, разработки и обучения нейронных сетей и их применения о к различным научным и прикладным проблемам.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математический анализ, вычислительные методы и программирование, дискретная математика, информатика и программирование, теория вероятностей и математическая статистика, экспертные системы и их приложения, математическое программирование

2. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы по семестрам представлено в Приложении № 1.

Объем дисциплины «Нейроинформатика» составляет 8 ЗЕТ или 288 академических часа. В том числе контактная работа с преподавателем - 113,9 часов и самостоятельная работа студентов – 139,3 часов. Из них в 7 семестре 3 ЗЕТ (108 ак. часов), контактная работа 36,2 - часов, самостоятельная работа студентов – 71,8 часов; в 8 семестре 5 ЗЕТ (180 ак. часов), контактная работа - 77,7 часов, самостоятельная работа студентов – 67,5 часов.

3. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для зачета

Код и формулировка компетенции ОПК-3: способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии	Фрагментарные, неполные, несистематические представления об основных законах естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, возможно содержащее незначительные пробелы, систематические представления об основных законах естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий
Второй этап (уровень)	Уметь применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии	Фрагментарные, неполные, несистематические умения в использовании в профессиональной деятельности современных информационно-коммуникационных технологий	Сформированное, возможно содержащее незначительные пробелы, умение использовать в профессиональной деятельности современных информационно-коммуникационных технологий
Третий этап (уровень)	Иметь опыт применения основных законов естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности	Фрагментарное, неполное, несистематическое владение навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности	Успешное и систематическое, возможно содержащее незначительные пробелы, применение навыков применения основных законов естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности

Код и формулировка компетенции ПК-23: способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Незачтено»	«Зачтено»
Первый этап (уровень)	Знать основные методы и способы применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Фрагментарные, неполные, несистематические представления об основных методах и способах применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Сформированные, возможно содержащее незначительные пробелы, систематические представления об основных методах и способах применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.

Второй этап (уровень)	Уметь разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	Фрагментарные, неполные, несистематические умения разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	Сформированное, возможно содержащее незначительные пробелы, умение разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач
Третий этап (уровень)	Обладать опытом применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	Фрагментарное, неполное, несистематическое владение навыками применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	Успешное и систематическое, возможно содержащее незначительные пробелы, применение навыков применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач

Для экзамена

Код и формулировка компетенции: ОПК-3 — способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных законах естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологиях.	Неполные представления об основных законах естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных законах естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий.	Сформированные систематические представления об основных законах естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий.
Второй этап (уровень)	Уметь: применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.	Отсутствие умений или фрагментарные умения применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.	В целом успешное, но не систематическое умение применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.	Сформированное умение применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.
Третий этап	Владеть: методикой использования	Отсутствие или фрагментарное	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое

(уровень)	основных законов естественных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	владение методикой использования основных законов естественных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	математическое владение методикой использования основных законов естественных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	пробелы, владение методикой использования основных законов естественных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	владение методикой использования основных законов естественных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.
-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Код и формулировка компетенции: ПК-23 — способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Второй этап (уровень)	Знать: основные методы и способы применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных методах и способах применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Неполные представления об основных методах и способах применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных методах и способах применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Сформированные систематические представления об основных методах и способах применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.
	Уметь: разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Отсутствие умений или фрагментарные умения разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Сформированное умение разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.

	Обладать: опытом применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Отсутствие или наличие фрагментарного опыта применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	Наличие фрагментарного опыта применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	Наличие опыта, содержащего отдельные пробелы, применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	Наличие опыта систематического применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии	ОПК-3	Групповой и индивидуальный опрос Экзамен
	2. Знать основные методы и способы применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	ПК-23	Групповой и индивидуальный опрос Экзамен
2-й этап Умения	Уметь применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии	ОПК-3	Домашние задания Лабораторные работы Экзамен
	2. Уметь проектировать алгоритмы решения прикладных задач на основе системного подхода и математических методов в формализации решения	ПК-23	Домашние задания Лабораторные работы Экзамен

3-й этап Владения навыками/ обладание опытом	1 Иметь опыт применения основных законов естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности	ОПК-3	Лабораторные работы Экзамен
	2. Обладать опытом применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач	ПК-23	Лабораторные работы Экзамен

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет содержит в себе два вопроса. Первый вопрос – теоретический, второй – практический.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Понятие искусственного нейрона. Основные элементы искусственного нейрона. Свойства нейронных сетей.
2. Формальная математическая модель нейронной сети.
3. Теорема Колмогорова.
4. Теорема Стоуна-Вейерштрасса.
5. Обобщение теоремы Стоуна. Теорема А.Н. Горбаня о полноте.
6. Нейронные сети как универсальный аппроксиматор функций. Теорема о вычислении функций нейронными сетями.
7. Персептрон Розенблата. Задача обучения однослойного персептрона.
8. Проблема «Исключающего ИЛИ» и её нейросетевое решение
9. Многослойный персептрон. Основные виды активационных функций.
10. Обучение многослойного персептрона. Алгоритм обратного распространения ошибки
11. Теоремы об ошибке обучения в алгоритме обратного распространения ошибки
12. Другие алгоритмы обучения многослойного персептрона. Градиентные методы. Конструктивные алгоритмы
13. Применения многослойного персептрона в задачах прогнозирования и установления функциональных зависимостей.
14. Звезды Гроссберга. Математические модели «входных» и «выходных» звезд.
15. Модель Липпмана-Хемминга. Принцип «Победитель забирает все». Обучение нейронной сети Липпмана-Хемминга.
16. Обучение на основе самоорганизации. Карта самоорганизации Кохонена.
17. Нейронная сеть встречного распространения Хехт-Нильсена. Обучение нейронных сетей встречного распространения.
18. Гибридная нейронная сеть самоорганизации на основе конкуренции. Архитектура гибридной сети, обучение гибридной сети.
19. Нейронная сеть Хопфилда. Модель функционирования нейронной сети Хопфилда
20. Правило обучения Хебба. Модификация правила Хебба.
21. Двухнаправленная ассоциативная нейронная сеть Барта Коско.
22. Применение модели Хопфилда. Задача распознавания образов. Задача комбинаторной оптимизации.
23. Радиально-базисные нейронные сети как особый класс нейронных сетей. Радиальные активационные функции
24. Теорема Ковера о распознавании образов
25. Задача аппроксимации функции радиально-базисной сетью.
26. Архитектура радиально-базисной сети. Гиперрадиальная нейронная сеть.
27. Методы обучения радиально-базисных нейронных сетей. Гибридный алгоритм обучения.
28. Методы обучения радиально-базисных нейронных сетей. Градиентный алгоритм обучения

Образец экзаменационного билета:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Факультет математики и информационных технологий
Кафедра информационных технологий и компьютерной математики*

4 курс, 8 семестр, 2018/2019 учебный год

Дисциплина *Нейроинформатика*

Направление *09.03.03 - Прикладная информатика*

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Формальная математическая модель нейронной сети
2. Нейрон j получил на вход сигнал от четырех других нейронов уровни возбуждения, значения которых равны 10, -20, 5, 4 и соответствующие веса связей равны 0.8, 0.5, 0.7 и -0.5 соответственно. Вычислите сигнал на выходе данного нейрона в случае если функция активации нейронов есть гиперболический тангенс (параметр $\alpha=0,5$).

Зав. кафедрой ИТ и КМ

А.М. Болотнов

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

25 – 30 баллов выставляется студенту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

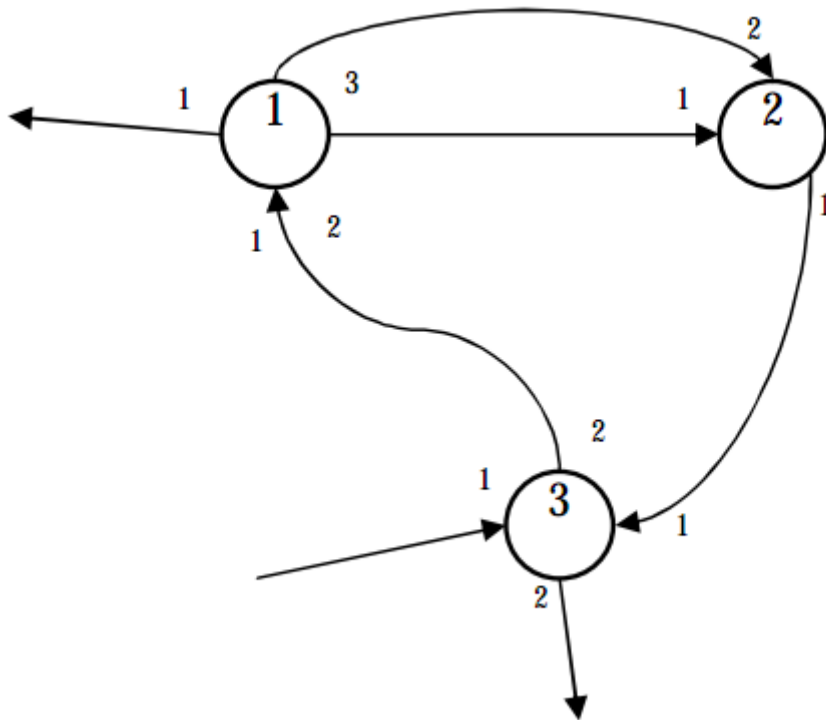
17 – 24 баллов выставляется студенту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

10 – 16 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

1 – 10 баллов выставляется студенту, если его ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос

Образцы заданий для группового опроса (контрольной работы)

1. Укажите возможные значения весов и порога однослойного персептрона с двумя входами, реализующего логическую функцию OR.
2. Выведите производную активационной функции гиперболический тангенс через саму функцию
3. Нейрон j получил на вход сигнал от четырех других нейронов уровни возбуждения, значения которых равны -10, 20, 15, 4 и соответствующие веса связей равны 0.5, 0.8, -0.7 и -0.5 соответственно. Вычислите сигнал на выходе данного нейрона в случае если функция активации нейронов есть логистическая сигмоида (параметр $\alpha=0,5$).
4. Можно ли применять гауссову функцию активации при методе обучения обратного распространения ошибки?
5. Выпишите матрицу внешних связей, если нейроны связаны, как показано на рисунке



6. Дайте формулировку теоремы об универсальной аппроксимации нейросетями. Какой вывод из этой теоремы нельзя сделать?

7. В чем заключается "обучение без учителя"?

Описание методики оценивания:

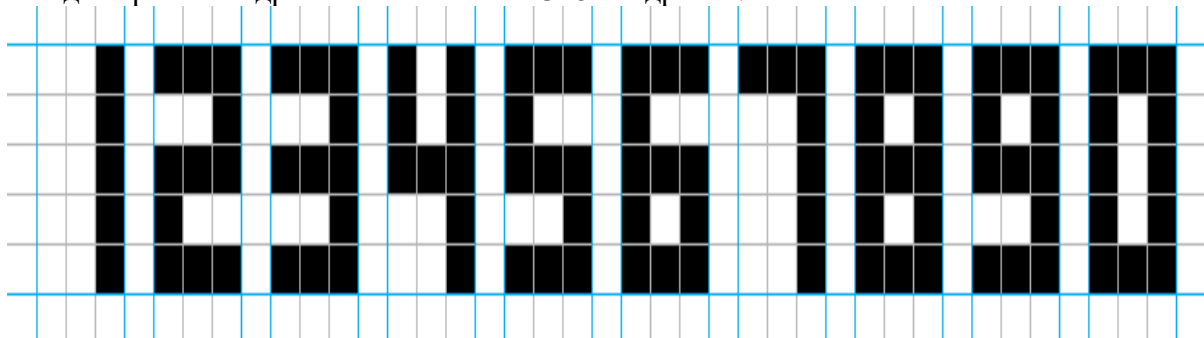
- «**Отлично**» выставляется студенту, если более 90% заданий выполнены верно.
- «**Хорошо**» выставляется студенту, если более 75% заданий выполнены верно.
- «**Удовлетворительно**» выставляется студенту, если более половины заданий выполнены верно.
- «**Неудовлетворительно**» выставляется студенту, если менее половины заданий выполнены верно.

Задания для лабораторных работ

Лабораторные работы посвящены программной реализации различных нейросетевых архитектур и решению с их помощью прикладных задач.

Лабораторная 1 Распознавание цифр с помощью перцептрона Розенблатта.

Описание задач. Требуется распознать черно-белые цифры от 0 до 9, представленные в виде черных квадратиков в табличке 3×5 квадратов.



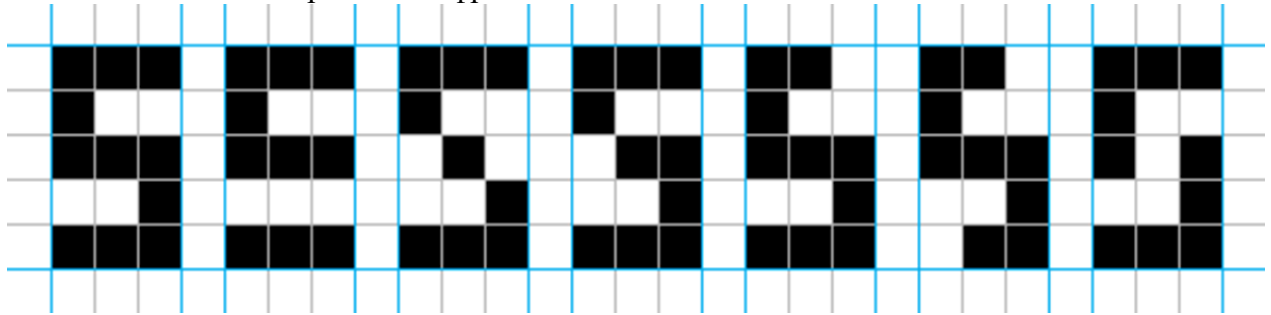
Каждая цифра представляет собой всего пятнадцать квадратиков, причем только двух возможных цветов. За белый квадрат отвечает 0, а черный квадратик – 1. Можно представить цифры в виде последовательности нулей и единиц

0 → 111101101101111

1 → 001001001001001

2 → 111001111100111
 3 → 111001111001111
 4 → 101101111001001
 5 → 111100111001111
 6 → 111100111101111
 7 → 111001001001001
 8 → 111101111101111
 9 → 111101111001111

Необходимо разработать программу, эмулирующую персептрон Розенблатта с 15 входами и одним выходом, позволяющего распознать по одной цифре. В качестве примера приведем слегка искаженные варианты цифры 5



111100111000111
 111100010001111
 111100011001111
 110100111001111
 110100111001011
 111100101001111

Лабораторная работа 2. Проблема «Исключающего ИЛИ» и её нейросетевая реализация

Как известно, М. Минский и С. Пайперт в 1969 году показали, что однослойный персептрон Розенблатта не способен на аппроксимацию простой логической функции «Исключающего ИЛИ» (XOR). Для решения этой задачи нужен дополнительный скрытый слой НС. Требуется построить программу, реализующую многослойный персептрон, для реализации функции XOR.

Лабораторная работа 3. Оценка итогов выборов президентов США с помощью нейронных сетей

Описание задачи. Данная задача давно является тестовой при создании новых программных реализаций нейронных сетей, обучающихся с учителем. Оказывается, чтобы ответить, кто станет президентом США – кандидат от правящей партии или кандидат от оппозиционной партии, достаточно знать ответы на нижеследующие 12 вопросов.

Разумеется, предполагается, что предвыборные компании кандидатов отработаны добросовестно и все участники сделали все возможное.

Вот эти вопросы:

- 1) Правящая партия у власти более 1 срока?
- 2) Правящая партия получила больше 50 % на прошлых выборах?
- 3) В год выборов была активна третья партия?
- 4) Была серьезная конкуренция при выдвижении кандидата от правящей партии?
- 5) Кандидат от правящей партии был президентом в год выборов?
- 6) Был ли год выборов временем спада или депрессии?
- 7) Был ли рост среднего национального валового продукта на душу населения более 2,1%?
- 8) Произвел ли правящий президент существенные изменения в политике?
- 9) Во время правления были существенные социальные волнения?
- 10) Администрация правящей партии виновна в серьезной ошибке или скандале?
- 11) Кандидат правящей партии - национальный герой?
- 12) Кандидат оппозиционной партии - национальный герой?

Данные представлены в файле lab3.txt.

Требуется построить программы, реализующую многослойный перцептрон, для предсказания итогов выборов.

Лабораторная работа 4. Кластеризация «ирисов Фишера».

В 1936 году Р. Фишер предложил метод дискриминантного анализа, проиллюстрированный им на базе данных, позже названной «ирисы Фишера». Это данные о 150 экземплярах ириса, по 50 экземпляров из трёх видов:

Ирис щетинистый (*Iris setosa*);

Ирис разноцветный (*Iris versicolor*);

Ирис виргинский (*Iris virginica*).

Для каждого экземпляра измеряются четыре характеристики:

x1 длина чашелистика ;

x2 ширина чашелистика;

x3 длина лепестка;

x4 ширина лепестка.

Традиционным стало испытывать новые методы классификации и кластеризации на данной выборке. Данные представлены в файле lab4.txt.

Требуется построить программу, реализующую самоорганизующуюся карту Кохонена. Осуществить кластеризацию объектов и интерпретацию результатов.

Лабораторная работа 5. Сегментация клиентов телекоммуникационной компании с помощью самоорганизующихся карт Кохонена

Описание задачи. Телекоммуникационная компания, предоставляющая услуги мобильной связи, ставит перед собой задачу сегментации абонентской базы для улучшения положения на рынке.

Данные за последние месяцы представляют собой таблицу со следующими полями:

- Возраст абонента;
- Среднемесячный расход;
- Средняя продолжительность разговора;
- Количество звонков днем за месяц;
- Количество звонков вечером за месяц;
- Количество звонков ночью за месяц;
- Звонки в другие города;
- Звонки в другие страны;
- Доля звонков на стационарные телефоны;
- Количество SMS в месяц;

Отобраны только активные абоненты, которые регулярно пользовались услугами сотовой связи за последний период.

Исходные данные представлены в файле lab4.txt

Требуется построить программу, реализующую самоорганизующуюся карту Кохонена. Осуществить кластеризацию объектов и интерпретацию результатов.

Лабораторная работа 6. Оценка итогов выборов президентов США с помощью радиально-базисных нейронных сетей

Описание задачи. Работа совпадает с лабораторной работой № 3, в отличие от которой требуется программная реализация другого типа нейронной сети – с радиально-базисной функцией активации. Данная задача давно является тестовой при создании новых программных реализаций нейронных сетей, обучающихся с учителем. Оказывается, чтобы ответить, кто станет президентом США – кандидат от правящей партии или кандидат от оппозиционной партии, достаточно знать ответы на нижеследующие 12 вопросов.

Разумеется, предполагается, что предвыборные компании кандидатов отработаны добросовестно и все участники сделали все возможное.

Вот эти вопросы:

- 1) Правящая партия у власти более 1 срока?
 - 2) Правящая партия получила больше 50 % на прошлых выборах?
 - 3) В год выборов была активна третья партия?
 - 4) Была серьезная конкуренция при выдвижении кандидата от правящей партии?
 - 5) Кандидат от правящей партии был президентом в год выборов?
 - 6) Был ли год выборов временем спада или депрессии?
 - 7) Был ли рост среднего национального валового продукта на душу населения более 2,1%?
 - 8) Произвел ли правящий президент существенные изменения в политике?
 - 9) Во время правления были существенные социальные волнения?
 - 10) Администрация правящей партии виновна в серьезной ошибке или скандале?
 - 11) Кандидат правящей партии - национальный герой?
 - 12) Кандидат оппозиционной партии - национальный герой?
- Данные представлены в файле lab3.txt.

Требуется построить программы, реализующую радиально-базисную нейронную сеть, для предсказания итогов выборов.

Лабораторная работа 7. Оценка эффективности массовой рассылки клиентам с помощью радиально-базисной нейронной сети

Описание задачи.. Торговая компания, осуществляющая продажу товаров, располагает информацией о своих клиентах и их покупках. Компания провела рекламную рассылку 135-4 клиентам и получила отклик в 14,5% случаев. Необходимо построить модель отклика и проанализировать результаты, с целью предложить способы минимальных издержек на новые рассылки.

Имеются данные о клиентах, содержащие такие сведения как пол, возраст, сколько лет данная персона клиент компании, суммарная стоимость заказов клиента, общее число покупок, факты обращения в службу поддержки. Также известны расходы на одну рассылку, издержки на обслуживание клиента, ожидаемая выручка с одного заказа. Данные представлены в файле lab7.txt.

Требуется построить программу, реализующую радиально-базисную нейронную сеть, для предсказания отклика рассылки.

Лабораторные работы 8 – 12

Требуется выполнить задания лабораторных работ 2 – 7, используя какую-нибудь из нейросетевых библиотек Python

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к занятиям и выполнении зачетных заданий с использованием рекомендованной учебно-методической литературы. В качестве дополнительных заданий предлагаются следующие темы докладов или рефератов:

1. Представление нейронных сетей с помощью ориентированных графов
2. Алгоритмы М.А. Айзермана и Э.М. Бравермана обучения нейронных сетей
3. Метод двойственности обучения нейронных сетей
4. Теорема о сходимости персептрона
5. Теорема об универсальной аппроксимации. Результаты G. Cybenko, K. Funahashi, K. Hornik и др.
6. Устойчивость нейронных сетей
7. Теорема Ковера о разделимости образов. Выводы из теоремы
8. Радиально-базисные функции. Теорема Мичелли
9. Универсальная теорема об аппроксимации для радиально-базисных нейронных сетей
10. Нейродинамическое программирование. Теоремы Ляпунова
11. Теорема Коэна-Госсберга. Модель Хопфилда как частный случай теоремы Коэна-Гроссберга
12. Рекуррентные нейронные сети, имитирование конечных автоматов

13. Конструктивные алгоритмы обучения нейронных сетей
14. Нейросетевые нечеткие системы
15. Аппаратная реализация нейрокомпьютеров
16. Самоорганизующиеся нейронные сети, конгитрон и неоконгитрон. Алгоритм обучения
17. Стохастические методы обучения нейронных сетей
18. Надежность нейронных сетей

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Барский, А.Б. Введение в нейронные сети [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 358 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100684>. — Загл. с экрана.
2. . Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5144>. — Загл. с экрана.
- и управление [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 801 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84106>. — Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

3. Ежов, А.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе / А.А. Ежов, С.А. Шумский ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006. - 268 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233761](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233761)
4. Коэльо, Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python [Электронный ресурс] / Л.П. Коэльо, В. Ричарт. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82818>. — Загл. с экрана.
5. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер.с польск. И.Д.Рудинского [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11843>. — Загл. с экрана..

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

<http://neuronus.com>

<https://basegroup.ru>

Microsoft Office

Python 3 – свободно распространяемый интерпретатор языка программирования Python

PyCharm - Свободно-распространяемая среда для разработки программного обеспечения

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Аудитория</i>	<i>Лекции</i>	<i>Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска</i>
<i>Компьютерный класс</i>	<i>Лабораторные работы</i>	<i>Компьютеры с установленным MS Office, компилятором Python,</i>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Нейроинформатика» на 7 семестр
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	18
контроль самостоятельной работы (КСР)	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	71,8

Форма(ы) контроля:

Зачет 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение в нейроинформатику. Искусственный нейрон.	2			7,8	[1], [2], [3]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
2.	Искусственный нейрон – возможности и ограничения. Идеи обучения НС	2			8	[1], [2], [3]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос
3.	От искусственного нейрона к перцептрон Розенблатта. Проблема «исключающего ИЛИ» (XOR)	2		6	8	[1], [2], [4]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
4.	Основные теоремы нейроинформатики	2			8	[1], [2], [3]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос,
5.	Многослойный перцептрон. Общий подход к обучению «с учителем». Проблемы.	2			8	[2], [3], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос

6.	Обратное распространение ошибки. Общий подход	2			8	[1], [2], [3], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос
7.	Детальное изложение алгоритма обратного распространения ошибки	2			8	[1], [2], [3], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос
8.	Детальное изложение алгоритма обратного распространения ошибки	2			8	[1], [2], [3], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос
9.	Объектно-ориентированная модель и программная реализация многослойного персептрона	2		12	8	[2], [4], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
	Всего часов:	18		18	71,8			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Нейроинформатика» на 8 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	22
практических/ семинарских	
лабораторных	54
контроль самостоятельной работы (КСР)	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	67,5+34,8

Форма(ы) контроля:

Экзамен 8 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Обучение нейронных сетей на основе принципов самоорганизации. Задача кластеризации	2			5	[1], [2], [3]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
2.	Звезды Гроссберга. Сети Кохонена.	2			5	[1], [2], [3]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
3.	Самоорганизующиеся карты Кохонена.	2			5	[1], [2], [3]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
4.	Обучение самоорганизующихся карт Кохонена	2			5	[1], [2], [3]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
5.	Объектно-ориентированная модель и программная реализация сетей и карт Кохонена	2		12	5	[2], [4], [5],	Проработка лекционного материала, литературных ис-	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа

							точников. Выполнение домашнего задания.	
6.	Радиально-базисные нейронные сети	2			5	[1], [2], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
7.	Гибридный и градиентный алгоритмы обучения радиально-базисных нейронных сетей	2			5	[1], [2], [5],	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
8.	Объектно-ориентированная модель и программная реализация радиально-базисных нейронных сетей	2		12	5	[1], [2], [4], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа
9.	Нейронные сети Хопфилда. Правило обучения Хебба	2			5	[1], [2], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос
10.	Генетические алгоритмы и их применение к обучению нейронных сетей	2			5	[1], [2], [3], [5]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос
11.	Нейросетевые библиотеки в Python. PyBrain, Neurolab, PyNN	2		30	5	[2], [4]	Проработка лекционного материала,	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторная работа

							литературных источников. Выполнение домашнего задания.	
12.	РГР				7,5	[1], [2], [3], [4], [5]	Выполнение расчетно-графической работы	
13.	Экзамен				34,8		Проработка лекционного материала, литературных источников.	
	Всего часов:	22		54	105,3			

Рейтинг–план дисциплины**Нейроинформатика**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность 09.03.03. Прикладная информатикакурс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1. Математические основы нейроинформатики				
Текущий контроль				
1. Лабораторные работы	5	5	0	25
Рубежный контроль				
1. Контрольные работы	5	5	0	25
Модуль 2. Нейронные сети прямого распространения, обучающиеся «с учителем»				
1. Лабораторные работы	5	5	0	25
Рубежный контроль				
1. Тестовый контроль	5	5	0	25
Поощрительные баллы				
1. Задания повышенной сложности				10
2. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов			0	10
3. Публикация статей			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение лабораторных занятий			0	-10

Рейтинг–план дисциплины

Нейроинформатика

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность 09.03.03. Прикладная информатика

курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 3. Сети и карты Кохонена				
Текущий контроль				
1. Лабораторные работы	5	5	0	25
Рубежный контроль				
1. Контрольные работы	1	25	0	25
Модуль 2. Радиально-базисные нейронные сети, сети Хопфилда и другие архитектуры				
1. Лабораторные работы	5	5	0	25
Рубежный контроль				
1. Контрольные работы	5	5	0	25
Поощрительные баллы				
1. Задания повышенной сложности				10
2. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов			0	10
3. Публикация статей			0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
3. Посещение лекционных занятий			0	-6
4. Посещение лабораторных занятий			0	-10
Итоговый контроль				
1. Экзамен			0	30