

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

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 7 от « 26 » января 20 21 г.  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Мустафина С.А.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета  
\_\_\_\_\_ / Ефимов А.М.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина \_\_\_\_\_ *Нейросетевое моделирование*

\_\_\_\_\_ *Обязательная часть*

**программа магистратуры**

Направление подготовки

\_\_\_\_\_ *01.04.02 Прикладная математика и информатика*

Направленность (профили) подготовки

\_\_\_\_\_ *"Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"*

Квалификация  
магистр

Разработчик (составитель) доцент, к.т.н., доцент	_____ <i>Полупанов Д.В.</i> (подпись, Фамилия И.О.)
---	--

Для приема: 2021

Уфа 2021 г.

Составитель к.т.н., доц. Полупанов Д.В.

РПД актуализирована на основании приказа Приказа Минобрнауки России от 26.11.2020 №1456 "О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования", Приказа БашГУ от 09.06.2021 №770 «О внесении изменений в образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата, программы специалитета и программы магистратуры», решения заседания Ученого совета факультета математики и информационных технологий – Протокол № 8 от 15.06.2021.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
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, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций <sup>1</sup> (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1. Обладает фундаментальными знаниями по математическим методам решения прикладных задач.	<i>Демонстрирует знания основных технологий нейронных сетей, машинного обучения и интеллектуального анализа данных</i>
		ОПК-2.2. Умеет использовать аппарат математических методов решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	<i>Выбирает подходящий инструментарий для реализации алгоритмов обучения нейронных сетей и интеллектуального анализа данных,</i>
		ОПК-2.3. Имеет навыки применения аппарата математических методов решения прикладных задач, его совершенствования и реализации новых методов при решении конкретных задач.	<i>Имеет практический опыт разработки и реализации нейросетевых систем машинного обучения и интеллектуального анализа данных на базе языков программирования</i>

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Нейросетевое моделирование*» входит в обязательную часть цикла Б1 Дисциплины (модули).

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 и 2 семестрах.

Целями освоения дисциплины "*Нейросетевое моделирование*" являются: является ознакомление магистрантов с основами построения, разработки и применения к различным научным и прикладным профессиональным задачам нейросетевых систем машинного обучения и интеллектуального анализа данных.

<sup>1</sup> Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

Объем дисциплины *«Нейросетевое моделирование»* составляет 5 ЗЕТ, или 180 академических часов, в том числе контактная работа с преподавателем 55,2 часа, самостоятельная работа – 72 часа, контроль – 52,8 часа.

### 3. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-2.1. Обладает фундаментальными знаниями по математическим методам решения прикладных задач.	<i>Демонстрирует знания основных технологий нейронных сетей, машинного обучения и интеллектуального анализа данных</i>	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных технологиях нейронных сетей, алгоритмах машинного обучения и интеллектуального анализа данных	Неполные представления об основных технологиях нейронных сетей алгоритмах машинного обучения и интеллектуального анализа данных	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных технологиях нейронных сетей, алгоритмах машинного обучения и интеллектуального анализа данных	Сформированные систематические представления об основных технологиях нейронных сетей, алгоритмах машинного обучения и интеллектуального анализа данных
ОПК-2.2. Умеет использовать аппарат математических методов решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	<i>Выбирает подходящий инструментарий для реализации алгоритмов обучения нейронных сетей и интеллектуального анализа данных,</i>	Отсутствие умений или фрагментарные умения реализовывать алгоритмы нейронных сетей и интеллектуального анализа данных на базе языков программирования	В целом успешное, но не систематическое умение реализовывать алгоритмы нейронных сетей и интеллектуального анализа данных на базе языков программирования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение реализовывать нейронных сетей обучения и интеллектуального анализа данных на базе языков программирования	Сформированное реализовать алгоритмы нейронных сетей и интеллектуального анализа данных на базе языков программирования
ОПК-2.3. Имеет навыки применения аппарата математических методов решения прикладных задач, его совершенствования и реализации новых методов при решении конкретных задач.	<i>Имеет практический опыт разработки и реализации нейросетевых систем машинного обучения и интеллектуального анализа данных на базе языков программирования</i>	Отсутствие или фрагментарное применение навыков реализации нейросетевых систем машинного обучения на базе языков программирования	В целом успешное, но не систематическое применение навыков реализации нейросетевых систем машинного обучения на базе языков программирования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков реализации нейросетевых систем машинного обучения на базе языков программирования	Успешное и систематическое применение навыков реализации нейросетевых систем машинного обучения на базе языков программирования

**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**

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочные средства</b>
ОПК-2.1. Обладает фундаментальными знаниями по математическим методам решения прикладных задач.	<i>Демонстрирует знания основных математических и инструментальных методов поддержки принятия решений, критериев выбора инструментов системы поддержки принятия решений</i>	Индивидуальный и групповой опрос, экзамен
ОПК-2.2. Умеет использовать аппарат математических методов решения прикладных задач в профессиональной деятельности.	<i>Формализует процесс обоснования и принятия решений; выбирает инструментарий для каждого этапа принятия решения; использует инструментарий мониторинга исполнения решений</i>	Индивидуальный и групповой опрос, лабораторные работы, экзамен
ОПК-2.3. Имеет навыки применения аппарата математических методов решения прикладных задач, его совершенствования и реализации новых методов при решении конкретных задач.	<i>Владеет навыками формулирования требований к системам поддержки принятия решений, разработки их отдельных элементов, оценки вариантов закупок, внедрения и эксплуатации систем в области принятия решений</i>	Лабораторные работы, экзамен

*Структура экзаменационного билета:*

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

*Образец экзаменационного билета:*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования <b>БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b> <i>Факультет математики и информационных технологий</i> <i>Кафедра математического моделирования</i>	
2 курс, 4 семестр, 20__/20__ учебный год	
Дисциплина <i>Нейросетевое моделирование</i> Прикладная математика и информатика <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</b>	
1. Основные алгоритмы и стратегии обучения нейронных сетей. Обучение «с учителем» 2. На языке Python разработайте скрипт, кластеризующий загруженные данные о размере урожая п сельхоз культур на определенные им кластеры, обозначенные определенными в программе лингвистическими метками. Максимальное количество меток задать самостоятельно	
Зав. кафедрой ММ	С.А. Мустафина

### *Примерный перечень вопросов к экзамену*

1. Ансамблевые методы машинного обучения. Б эггинг, бустинг, стекинг
2. Нейронные сети как инструментарий машинного обучения и искусственного интеллекта.
3. Классификация, основные архитектуры нейронных сетей
4. Основные алгоритмы и стратегии обучения нейронных сетей. Обучение «с учителем»
5. Основные алгоритмы и стратегии обучения нейронных сетей. Обучение «без учителя»
6. Основные алгоритмы и стратегии обучения нейронных сетей. Комбинирование стратегий
7. Сверточные нейронные сети
8. Нейронные сети глубокого обучения
9. Импульсные (спайковые) нейронные сети
10. Нечеткие нейронные сети
11. Нечеткие нейронные сети с генетическим проектированием

### **Шкала оценивания:**

- **«Отлично»** выставляется магистранту, если им дан полный, развернутый ответ на теоретический вопрос билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практического задания. Магистрант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«Хорошо»** выставляется магистранту, если им раскрыт в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части допущены несущественные ошибки;

- **«Удовлетворительно»** выставляется магистранту, если при ответе на теоретический вопрос допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретический вопрос в целом изложен достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Магистрант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **«Неудовлетворительно»** выставляется магистранту, если ответ на теоретический вопрос свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практического задания. Магистрант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### **Образцы заданий для индивидуального и группового опроса**

*Тест «Общие сведения об искусственном интеллекте и машинном обучении»*

1. Выберите верные утверждения
  - a) Одна из задач машинного обучения - научиться делать прогнозы для признаков
  - b) Объекты описываются с помощью признаков
  - c) Одна из задач машинного обучения - научиться делать прогнозы для объектов
  - d) Признаки описываются с помощью объектов
2. Какие из этих задач являются задачами классификации?
  - a) Прогноз температуры на следующий день
  - b) Разделение книг, хранящихся в электронной библиотеке, на научные и художественные
  - c) Поиск групп похожих пользователей интернет-магазина
  - d) Прогноз оценки студента по пятибалльной шкале на экзамене по машинному обучению в следующей сессии
3. Какие свойства данных препятствуют однозначному построению разделяющей поверхности?
  - a) Ортогональность
  - b) Мультиколлинеарность



с) Противоречивость

d) Категориальность

4. Какая способность людей и систем позволяет получать им новые знания по наблюдению отдельных прецедентов (примеров)?

a) Корректировать ошибку

b) Обобщать

с) Запоминать

d) Распознавать образы

5. Какая задача лучше всего подходит под следующее описание. Нахождение такой функции  $F$ , которая бы наилучшим образом

254

отображала неизвестные ранее объекты  $X$  в конечное множество целочисленных номеров (имен, меток), на основании обучающих пар  $(X, Y)$ ?

a) Прогнозирование денежных затрат

b) Кластеризация клиентов

с) Классификация образов

d) Выявление особенностей в данных

6. Почему для обучения моделей используются такие методы как Градиентный спуск?

a) Потому что метод позволяет корректировать параметры модели постепенно

b) Потому что аналитические решения не всегда дают корректное решение

с) Потому что такой подход позволяет получать более точные решения (Глобальный экстремум в отличие от локального)

d) Потому что при большой размерности входных данных подобные методы работают быстрее

7. Выберите верные утверждения

a) Метод Байеса - это во многом классический подход к классификации, основанный на оценке частоты встреч объектов со схожими признаками

b) Благодаря универсальности статистического подхода метод Байеса позволяет решать любые задачи без априорной информации

с) Данный метод позволяет очень хорошо обобщать высокоуровневые признаки

d) Закон, задающий распределение вероятностей, который используется в предсказательной модели сильно влияет на способ обобщения

*Тест «Нейронные сети»*

1. Выберите верные утверждения

a) НС проще подобрать под любую нелинейную задачу. Все что нужно сделать это увеличивать число слоев пропорционально числу признаков

b) НС позволяют обрабатывать более высокоуровневые признаки за счет нелинейной функции активации и последовательным слоям

с) По сравнению с Регрессией НС практически не подвержены Переобучению при любом количестве нейронов

d) С точки зрения математического аппарата НС это комбинация полиномиальной регрессии высокого порядка и формулы Байеса

e) НС может аппроксимировать любую нелинейную непрерывную функцию, но это еще не гарантирует 100% сходимости на произвольных данных

f) НС в отличие от регрессии может хорошо обрабатывать высокую степень мультиколлинеарности и противоречивости в данных

2. Сеть какого типа лучше использовать для прогнозирования временных рядов?

a) Сверточную

b) ART MAP

с) Импульсную

d) MLP

e) Рекуррентную

f) Когнитрон

3. Сеть какого типа лучше использовать для обработки трехмерных сцен?

- a) MLP
- b) Рекуррентную
- c) ART MAP
- d) Сверточную
- e) Когнитрон
- f) Импульсную

4. Сеть какого типа лучше использовать для решения задачи классификации клиентов по одиночному вектору их характеристик (с учетом того, что этот вектор содержит большое количество категориальных признаков)?

- a) Автокодировщик
- b) MLP
- c) Когнитрон
- d) ART MAP
- e) Сверточную
- f) Рекуррентную
- g) Импульсную

5. Сеть какого типа можно использовать в условиях постоянного изменения данных, когда точной выборки еще не существует и сеть приходится постоянно дообучивать на новых классах?

- a) MLP
- b) Сверточную
- c) Когнитрон
- d) Рекуррентную
- e) ART MAP
- f) Автокодировщик
- g) Импульсную

Описание методики оценивания:

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

Вопросы по теме «Генетические алгоритмы»

1. Поясните происхождение названия «генетические алгоритмы».
2. Опишите сферу применения генетических алгоритмов.
3. Дайте определение гену в контексте генетических алгоритмов.
4. Дайте определение хромосоме в контексте генетических алгоритмов.
5. Дайте определение популяции в контексте генетических алгоритмов.
6. Дайте определение степени приспособленности в контексте генетических алгоритмов.
7. Дайте определение кроссовера в контексте генетических алгоритмов.

### **Лабораторные работы**

Лабораторные работы посвящены программной реализации различных систем машинного обучения и решению с их помощью прикладных задач.

#### *Примеры лабораторных работ*

Лабораторная работа. Работа с файлом данных «Титаника»

Приведенные ниже задания основаны на данных 'titanic.csv', где содержатся сведения о пассажирах «Титаника».

Задачи:

1. Какое количество мужчин и женщин ехало на корабле? В качестве ответа приведите два числа через пробел.
2. Какой части пассажиров удалось выжить? Посчитайте долю выживших пассажиров. Ответ приведите в процентах (число в интервале от 0 до 100, знак процента не нужен), округлив до двух знаков.
3. Какую долю пассажиры первого класса составляли среди всех пассажиров? Ответ приведите в процентах (число в интервале от 0 до 100, знак процента не нужен), округлив до двух знаков.
4. Какого возраста были пассажиры? Посчитайте среднее и медиану возраста пассажиров. В качестве ответа приведите два числа через пробел.
5. Коррелируют ли число братьев/сестер/супругов с числом родителей/детей? Посчитайте корреляцию Пирсона между признаками SibSp и Parch.
6. Какое самое популярное женское имя на корабле? Извлеките из полного имени пассажира (колонка Name) его личное имя (First Name). Это задание – типичный пример того, с чем сталкивается специалист по анализу данных. Данные очень разнородные и шумные, но из них требуется извлечь необходимую информацию. Попробуйте вручную разобрать несколько значений столбца Name и выработать правило для извлечения имен, а также разделения их на женские и мужские.

Лабораторная работа. Генетические алгоритмы

1. На языке Python разработайте скрипт, который с помощью генетического алгоритма решает следующую задачу. Дано  $N$  наименований продуктов, для каждого из которых известно  $m$  характеристик. Необходимо получить самый дешевый рацион из  $k$  наименований, удовлетворяющий заданным медицинским нормам для каждой из  $m$  характеристик.
2. На языке Python разработайте скрипт, который с помощью генетического алгоритма решает следующую задачу. Дано  $n$  пунктов производства продуктов и  $k$  городов, которые в них нуждаются. Каждый город может потребить  $x$  продуктов, а каждый пункт произвести  $y$  продуктов. Необходимо получить оптимальный маршрут, так, чтобы все города получили нужный им объем продуктов без сильного его превышения, а транспортные расходы были минимальными.
3. На языке Python разработайте скрипт, который с помощью генетического алгоритма решает следующую задачу. Дано  $N$  наименований продуктов, для каждого из которых известно  $m$  характеристик. Необходимо получить самый лучший по характеристикам рацион из  $k$  наименований, удовлетворяющий заданным ценовым рамкам. Лучшим считается рацион с минимальным отклонением от нормы.
4. На языке Python разработайте скрипт, который с помощью генетического алгоритма решает следующую задачу. Дано  $n$  пунктов производства продуктов и  $k$  городов, которые в них нуждаются. Каждый город может потребить  $x$  продуктов, а каждый пункт произвести  $y$  продуктов. Необходимо получить оптимальный маршрут, так, чтобы все города получили нужный им объем продуктов с минимальным его превышением, а транспортные расходы укладывались в определенные рамки.
5. На языке Python разработайте скрипт, который с помощью генетического алгоритма решает следующую задачу. Дано  $N$  полей для  $i$  и  $k$  культур для посева. Для каждого поля известна характеристика урожайности каждой из  $k$  культур, а для каждой культуры – его закупочная стоимость. Необходимо получить самый лучший урожай за наименьшую стоимость.

*Описание методики оценивания:*

- **«Отлично»** выставляется, если все задачи решены верно, возможно допустить одну незначительную ошибку.
- **«Хорошо»** выставляется, если задачи решены в целом верно, но имеются две незначительные ошибки
- **«Удовлетворительно»** выставляется, если более половины задач решено верно.
- **«Неудовлетворительно»** выставляется, если менее половины задач решено верно

## Самостоятельная работа

Самостоятельная работа магистрантов 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. Нечеткие нейронные сети на основе нечетких нейронов
2. Нечеткие нейронные сети на основе нейронов, реализующих нечеткие операции
3. Нечеткие продукционные сети в нейронных сетях
4. Нечеткие ситуационные сети
5. Алгоритмы М.А. Айзермана и Э.М. Бравермана обучения нейронных сетей
6. Метод двойственности обучения нейронных сетей
7. Представление нейронных сетей с помощью ориентированных графов
8. Устойчивость нейронных сетей
9. Рекуррентные нейронные сети, имитирование конечных автоматов
10. Конструктивные алгоритмы обучения нейронных сетей
11. Самоорганизующиеся нейронные сети, конгитрон и неоконгитрон. Алгоритм обучения
12. Стохастические методы обучения нейронных сетей
13. Сигма-пи нейронные сети

### 1. 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. — М.: , 2016. — 358 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100684>. — Загл. с экрана.
2. Болотова, Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — М.: Финансы и статистика, 2012. — 664 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65936>. — Загл. с экрана.
3. Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. — Электрон. дан. — М.: Горячая линия-Телеком, 2012. — 284 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5126>. — Загл. с экрана.
4. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — М.: Горячая линия-Телеком, 2012. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5144>. — Загл. с экрана.
5. Ярушкина, Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/28372>. — Загл. с экрана.

##### Дополнительная литература:

6. Ежов, А.А. Нейрокомпьютеринг 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: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233761>
7. Коэльо, Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python [Электронный ресурс] / Л.П. Коэльо, В. Ричарт. — Электрон. дан. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82818>. — Загл. с экрана.
8. 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. — М.: Горячая линия-Телеком, 2013. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11843>. — Загл. с экрана.

9. Харахан, О.Г. Системы искусственного интеллекта. Практикум для проведения лабораторных работ [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — М.: Горная книга, 2006. — 80 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3508>. — Загл. с экрана.5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Microsoft Office

Python 3 – свободно распространяемый интерпретатор языка программирования Python

PyCharm - Свободно-распространяемая среда для разработки программного обеспечения

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Информационно-образовательные ресурсы в сети «Интернет»

1. Открытые информационные научные ресурсы ведущих научных центров и научных журналов.
2. Международный электронный архив научных статей <http://arxiv.org/>.
3. Открытый образовательный видеопортал UniverTV.ru. Образовательные фильмы на различные темы. Лекции в ведущих российских и зарубежных вузах. Научная конференция или научно-популярная лекция по интересующему вас вопросу. <http://univertv.ru/video/matematika/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе. <http://elibrary.ru>
5. Общероссийский математический портал. <http://www.mathnet.ru>
6. Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям. <http://parallel.ru/>

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
  - ЭБС издательства «Лань»;
  - ЭБС «Электронный читальный зал»;
  - БД периодических изданий на платформе EastView: «Вестники Московского университета», «Издания по общественным и гуманитарным наукам»;
  - Научная электронная библиотека;
  - БД диссертаций Российской государственной библиотеки.
- Также доступны следующие зарубежные научные ресурсы баз данных:
- Web of Science;
  - Scopus;
  - Издательство «Taylor&Francis»;
  - Издательство «Annual Reviews»;
  - «Computers & Applied Sciences Complete» (CASC) компании «EBSCO»

- Архивы научных журналов на платформе НЭИКОН (Cambridge University Press, SAGE Publications, Oxford University Press);
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>);
- справочно-правовая система Консультант Плюс;
- справочно-правовая система Гарант.

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 502 (физико-математический корпус - учебное).</p> <p><b>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 531 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 528 (физико-математический корпус - учебное).</p> <p><b>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 528 (физико-математический корпус - учебное).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 531 (физико-математический корпус - учебное).</p> <p><b>5. Помещения для самостоятельной работы:</b> читальный зал № 2 (физико-математический корпус), аудитория № 426 компьютерный класс (физико-математический корпус – учебное).</p>	<p><b>Аудитория № 502</b> Учебная мебель, доска</p> <p><b>Аудитория № 528</b> Учебная мебель, доска</p> <p><b>Аудитория № 531</b> Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор.ДА32</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p><b>Аудитория № 426</b> Учебная мебель, доска, персональные компьютеры LenovoThinkCentreA70zIntelPentiumE 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., шкаф TLKTPWP-065442-G-GY</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian.Windows Professional 8 Russian Upgrade; лицензии бессрочные, договор №104 от 17.06.2013 г</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензии бессрочные, договор №114 от 12.11.2014 г.</li> <li>3. Среда разработки Microsoft Visual Studio Community 2017 (Условия лицензии на программное обеспечение Microsoft Visual Studio Community 2017, свободное программное обеспечение).</li> <li>4. AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent AppWaveEnglish; договор №263 от 07.12.2012 г.</li> <li>5. Python 3.7 (лицензия Python SoftwareFoundationLicense, свободное программное обеспечение)</li> <li>6. Язык программирования Go (лицензия BSD, свободное программное обеспечение).</li> <li>7. Язык программирования PHP (The PHP License, version 3.01, свободное программное обеспечение).</li> <li>8. СУБД MySQL (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</li> <li>9. Web-сервер Apache (Apache License, свободное программное обеспечение).</li> <li>10. Lazarus (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</li> <li>11. Браузер Google Chrome (лицензия BSD, свободное программное обеспечение).</li> <li>12. Архиватор 7-Zip. (лицензия GNU LGPL, свободное программное обеспечение).</li> <li>13. Текстовый редактор Notepad++. (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</li> <li>14. Simply Linux x86_64 (лицензионный договор на программное обеспечение Simply Linux 8.2.0 и включенные для него программы для ЭВМ, свободное программное обеспечение)</li> </ol>

		<p>15. Коллекция компиляторов GCC. (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>16. Файловый менеджер GNU Midnight Commander (MC). (лицензия GNU GPL, свободное программное обеспечение).</p>
--	--	--

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплины «Нейросетевое моделирование» на 1 семестр

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	72
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52,8

Форма(ы) контроля:  
экзамен 3 семестр



№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Основные алгоритмы и стратегии обучения нейронных сетей. Обучение «с учителем»	2		4	8	Проработка лекционного материала, литературных источников	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторные работы
2.	Основные алгоритмы и стратегии обучения нейронных сетей. Обучение «без учителя»	2		4	8	Проработка лекционного материала, литературных источников	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторные работы
3.	Ансамблевые методы машинного обучения. Бэггинг, бустинг, стекинг	2		4	8	Проработка лекционного материала, литературных источников	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторные работы
4.	Сверточные нейронные сети	2		4	8	Проработка лекционного материала, литературных источников	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторные работы
5.	Нейронные сети глубокого обучения	2		4	8	Проработка лекционного материала, литературных источников	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторные работы
6.	Импульсные (спайковые) нейронные сети	2		4	8	Проработка лекционного материала, литературных источников	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторные работы
8.	Нечеткие нейронные сети	2		4	8	Проработка лекционного материала, литературных источников	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторные работы
9.	Генетические алгоритмы и их применение в обучении нейронных сетей	2		4	8	Проработка лекционного материала, литературных источников	Групповой и индивидуальный опрос, лабораторные работы
	<b>Всего часов:</b>	18		36	72		

