

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.07**

Нейронные сети для анализа биомеханики движений

Учебный план: 2025-2026 29.04.05 ИТМ Биомеханический анализ движ. чел. ОО №2-1-162.plx

Кафедра:

**46**

Конструирования и технологии изделий из кожи им. проф. А.С. Шварца

Направление подготовки:  
(специальность)

29.04.05 Конструирование изделий легкой промышленности

Профиль подготовки:  
(специализация)

Биомеханический анализ движения человека в проектировании обуви

Уровень образования:

магистратура

Форма обучения:

очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
4	УП	18	36	63	27	4	Экзамен
	РПД	18	36	63	27	4	
Итого	УП	18	36	63	27	4	
	РПД	18	36	63	27	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.04.05 Конструирование изделий легкой промышленности, утвержденным приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 970

Составитель (и):

доктор технических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Аксенов Андрей Юрьевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой конструирования и технологии изделий из кожи им. проф. а.с. шварца

\_\_\_\_\_

Щербаков Сергей  
Валерьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Щербаков Сергей  
Валерьевич

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** приобретение теоретических знаний в области машинного обучения для решения задач анализа данных в области биомеханики движений.

**1.2 Задачи дисциплины:**

Изучение архитектуры нейронных сетей, алгоритмов их обучения и оптимизации, формирование навыков использования нейронных сетей для решения практических задач.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Моделирование взаимодействия человека с техническими системами

Моделирование движения в виртуальной среде

Системы захвата и анализа движений

Конструирование и выполнение в материале изделий из кожи

Обработка данных биомеханики движения человека

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-1: Способен определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области проектирования обувных и кожевенно-галантерейных изделий на основе анализа движения человека</b>
--

<b>Знать:</b> архитектуру нейронных сетей, основные принципы обучения, особенности подготовки данных и алгоритмы обучения нейронных сетей
---

<b>Уметь:</b> проводить подготовку данных, обучение нейронных сетей, минимизировать ошибки обучения
---

<b>Владеть:</b> навыками использования нейронных сетей для решения практических задач в области проектирования объектов легкой промышленности на базе анализа биомеханики движений человека
---

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля	
		Лек. (часы)	Пр. (часы)				
Раздел 1. Машинное обучение. Обучение без учителя.	4					О,С	
Тема 1. Введение		1			ИЛ		
Тема 2. Машинное обучение. Связь понятий машинное обучение, нейронные сети, глубокое обучение. Типы машинного обучения. Решаемые задачи и проблемы машинного обучения. Практическое занятие 1 – Statistics and Machine Learning Toolbox в Matlab.		2	2	6	ИЛ		
Тема 3. Обучение "без учителя". Методы уменьшение размерности данных. Метод главных компонент (МГК, PCA), метод независимых компонент (МНК, ICA) и линейный дискриминант Фишера (линейный дискриминантный анализ) (ЛДФ, LDA). Практическое занятие 2 – Метод главных компонент. Метод независимых компонент. Линейный дискриминант Фишера.		4	6	6			
Раздел 2. Однослойные нейронные сети							
Тема 4. Нейронные сети. Строение нейрона, принцип работы. Модель искусственного нейрона. Связи и слои. Обучение с учителем. Практическое занятие 3 - Deep Learning Toolbox.		2	4	6			С
Тема 5. Однослойная нейронная сеть. Тренировка однослойной нейронной сети: дельта-правило. Ограничения однослойной сети. Практическое занятие 4 – Тренировка однослойной нейронной сети и дельта-правило. Стохастический радиентный спуск. Батч метод (пакетный метод).Сравнение методов.		2	10	14			
Раздел 3. Многослойные нейронные сети							
Тема 6. Многослойные нейронные сети. Метод обратного распространения ошибки (Back-Propagation Algorithm). Практическое занятие 5 – Алгоритм обратного распространения ошибки. Алгоритм рекурсивных наименьших квадратов.		2	6	24	ИЛ		С
Тема 7. Функция стоимости и обучающее правило (Cost Function and Learning Rule). Функция потерь перекрестной энтропии (Cross Entropy Function). Практическое занятие 6 – Сравнение функций стоимости. Функция потерь перекрестной энтропии.		2	6				
Раздел 4. Классификация							
Тема 8. Классификация. Бинарная классификация.	1		2		С		

Тема 9. Мультиклассификация. Практическое занятие 7 – Классификация в Matlab		1	2	5		
Тема 10. Заключение		1				
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		18	36	63		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		56,5		87,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Раскрывает организацию архитектуры нейронных сетей	Вопросы для устного собеседования
	Представляет алгоритм подготовки данных, обучения сетей, обеспечивающих минимизацию ошибок	Практическое задание
	Использует нейронные сети для решения задач в области проектирования изделий легкой промышленности	Практическое задание

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу	
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Ответ в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки	
3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины.	

	<p>Многочисленные грубые ошибки.          Непонимание заданного вопроса.          Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины.          Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).</p>	
--	--	--

**5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

**5.2.1 Перечень контрольных вопросов**

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 4	
1	Нейронная сеть.
2	Связь понятий нейронная сеть, машинное обучение и глубокое обучение.
3	Типы машинного обучения.
4	Задачи, решаемые методами машинного обучения.
5	Классификация и регрессия.
6	Обучение без учителя. Метод главных компонент. Геометрический смысл.
7	Обучение без учителя. Линейный дискриминант Фишера. Геометрический смысл.
8	Модель нейрона и персептрона.
9	Весовой вектор. Весовая функция.
10	Функция активации.
11	Архитектура слоя
12	Однослойная нейронная сеть
13	Обучение с учителем.
14	Многослойная сеть.
15	Метод обратного распространения ошибки.
16	Функция стоимости и обучающее правило.
17	Функция потерь перекрестной энтропии (Cross Entropy Function).
18	Особенности подготовки данных.
19	Решение задачи классификации. Бинарная классификация
20	Решение задачи классификации. Мультиклассификация
21	Использование нейронных сетей для выделения циклов шагов.
22	Использование нейронных сетей для выделения дыхания
23	Переобученность нейронных сетей.
24	Глубокое обучение.

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Загрузите fisheriris.

Используйте набор данных ирисов Фишера для создания модели классификации. Ваша задача — правильно классифицировать три различных типа ирисов (setosa, versicolor и virginica) на основе их характеристик: длины и ширины чашелистиков и лепестков. Используйте метод главных компонент.

2. Загрузите fisheriris.

Используйте набор данных ирисов Фишера для создания модели классификации. Ваша задача — правильно классифицировать три различных типа ирисов (setosa, versicolor и virginica) на основе их характеристик: длины и ширины чашелистиков и лепестков. Используйте линейный дискриминант Фишера.

3. Загрузите breastcancerdataset.

Создайте модель для классификации опухолей на злокачественные и доброкачественные.

4. Загрузите bostonhousing.

разработайте модель регрессии для прогнозирования цен на жилье на основе характеристик недвижимости.

5. Загрузите fisheriris.

Классифицируйте виды рыб на основе измерений.

6. Загрузите wine.

Используйте данные для классификации вин по их химическим характеристикам.

7. Загрузите carsmall.

Оцените зависимость расхода топлива от характеристик автомобилей, таких как мощность двигателя и вес.

8. Загрузите diabetes.

Используйте данные для определения факторов риска развития диабета.

9. Загрузите airquality.

Создайте модель для прогнозирования уровней загрязнения воздуха на основе исторических данных.

10. Загрузите meas.

Используйте данные о размерах частей растений для классификации различных типов растений.

11. Загрузите glassdata.

Разработайте модель для классификации типов стекла на основе их химического состава.

12. Загрузите discrim.mat.

Используйте данные для выделения городов с наиболее высоким уровнем жизни.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Особенности проведения (экзамена, зачета и защиты курсовой работы)

• Не допускается использование текста лекций и других справочных материалов при проведении экзамена

• Время на подготовку ответа на экзамене не превышает 40 минут.

• Для выполнения практико-ориентированного задания используется компьютер

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Плещинская, И. Е., Гитов, А. Н., Бадертдинова, Е. Р., Дуев, С. И.	Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/62173.html">http://www.iprbookshop.ru/62173.html</a>

Горожанина, Е. И.	Нейронные сети	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/75391.html">http://www.iprbookshop.ru/75391.html</a>
Вакуленко С.А., Жихарева А.А.	Нейронные сети	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2019	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20199346">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20199346</a>
Барский, А. Б.	Введение в нейронные сети	Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/89426.html">http://www.iprbookshop.ru/89426.html</a>
Барский, А. Б.	Логические нейронные сети	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/97547.html">http://www.iprbookshop.ru/97547.html</a>
Вакуленко, С. А., Жихарева, А. А.	Нейронные сети	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/102447.html">http://www.iprbookshop.ru/102447.html</a>
Павлова, А. И.	Искусственные нейронные сети	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2021	<a href="http://www.iprbookshop.ru/108228.html">http://www.iprbookshop.ru/108228.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Семенова, Т. И., Шакин, В. Н., Юсков, И. О., Юскова, И. Б.	Введение в математический пакет Matlab	Москва: Московский технический университет связи и информатики	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/61469.html">http://www.iprbookshop.ru/61469.html</a>
Смоленцев Н. К.	MATLAB. Программирование на Visual C#, Borland C#, JBuilder, VBA	Саратов: Профобразование	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63595.html">http://www.iprbookshop.ru/63595.html</a>
Яхьяева, Г. Э.	Нечеткие множества и нейронные сети	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/97552.html">http://www.iprbookshop.ru/97552.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)

База данных Минэкономразвития РФ «Информационные системы Министерства в сети Интернет» [Электронный ресурс]. URL: <http://economy.gov.ru/minec/about/systems/infosystems/>

База данных исследований Центра стратегических разработок [Электронный ресурс]. URL: <https://www.csr.ru/issledovaniya/>

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>

Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

Официальный интернет-портал правовой информации (федеральная государственная информационная система) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru>

Министерство экономического развития Российской Федерации. Федеральная государственная информационная система территориального планирования [Электронный ресурс]. URL: <https://fgistp.economy.gov.ru/>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

MATLAB

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска