

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
прикладной математики и  
информатики**

**А.М. Райгородский**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Машинное обучение и нейронные сети
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра когнитивных технологий
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составили:

А.В. Шешкус

С.А. Усилин

Программа обсуждена на заседании кафедры когнитивных технологий 04.06.2020

## Аннотация

Курс знакомит студентов с тем, как ставить задачи, если методы машинного обучения привлекаются к решению проблем, какие математические инструменты используются в алгоритмах обучения. Курс знакомит студентов с тем, как ставить задачи, если методы машинного обучения привлекаются к решению проблем, какие математические инструменты используются в алгоритмах обучения. Основное внимание уделено внутреннему устройству таких методов, оценке их параметров и свойств. Кроме этого, в результате прохождения курса студенты приобретут практическое понимание границ применимости различных методов машинного обучения.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- Знакомство с постановками задач машинного обучения;
- освоение математического аппарата;
- освоение основных алгоритмов обучения по прецедентам,
- освоение основных алгоритмов обучения по кластеризации;
- освоение основных алгоритмов обучения по классификации и распознаванию.

#### Задачи дисциплины

- Подготовка к изучению новых научных результатов для овладения навыками применения формальных методов при разработке ПО и изучения технологии VDM;
- подготовка к участию в научных семинарах, научно-технических конференциях и симпозиумах;
- подготовка к оказанию консалтинговых услуг по данной тематике;
- подготовка к участию в международных проектах по тематике дисциплины;
- подготовка к участию в разработке корпоративной политики и мероприятиях в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, включая разработку и реализацию решений, направленных на поддержку социально-значимых проектов;
- совершенствование и расширение общенаучной базы;
- повышение уровня общекультурного и нравственного совершенствования своей личности.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценить качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Фундаментальные концепции и профессиональные результаты, системные методологии в профессиональной области;
- современное состояние и принципиальные возможности языков и систем программирования.

уметь:

- Использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности;
- использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач.

владеть:

Основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Оптимизация нейронных сетей	1	1		1
2	Вычисления с фиксированной точкой	2	2		2
3	Каскады нейронных сетей	2	2		2
4	Нетипичные архитектуры, слои и функции ошибок	2	2		2
5	Методы анализа ошибок нейронных сетей	2	2		2
6	Методы построения каскадов с решающими деревьями	2	2		2
7	Использование бинарных классификаторов для решения задачи поиска объектов в режиме реального времени	2	2		2
8	Ансамбль решающих деревьев	2	2		2
Итого часов		15	15		15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 8 (Весенний)

##### 1. Оптимизация нейронных сетей

Баланс количества обучаемых параметров и требуемых для операций для выполнения сети; тензорное разложение слоев; квантование значений.

## 2. Вычисления с фиксированной точкой

Общие понятия;  
преобразование слоев;  
выбор битности;  
особенности обучения.

## 3. Каскады нейронных сетей

Мотивация;  
особенности обучения и архитектуры.

## 4. Нетипичные архитектуры, слои и функции ошибок

Полносверточные сети, критерий согласия Колмогорова-Смирнова;  
преобразование пространства промежуточных карт признаков;  
разнообразие функций активации.

## 5. Методы анализа ошибок нейронных сетей

ROC-кривая;  
матрица конфузии.

## 6. Методы построения каскадов с решающими деревьями

Классический каскад классификаторов;  
Soft-каскад;  
время работы каскадного классификатора в среднем и в худшем случаях.

## 7. Использование бинарных классификаторов для решения задачи поиска объектов в режиме реального времени

Метод Виолы и Джонса;  
особенности выбора семейства признаков;  
особенности обучения каскада.

## 8. Ансамбль решающих деревьев

Решающие списки, таблицы и леса.

# 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

## 6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Нейронные сети : полный курс = Neural Networks. A Comprehensive Foundation, [учебное пособие] /Саймон Хайкин ; [перевод с английского]. Санкт-Петербург, Диалектика, 2019

#### Дополнительная литература

1. Теория нейронных сетей [Текст]. Кн.1 : учеб. пособие для вузов / А. И. Галушкин .— М : Ред. журнала "Радиотехника", 2000 .— 416 с.

#### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

#### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Методические рекомендации позволяют студенту оптимальным образом организовать процесс обучения. В структуре учебного плана значительное время отводится на самостоятельное изучение данной дисциплины. В рабочей программе приведено примерное распределение часов аудиторной и внеаудиторной нагрузки по различным темам данной дисциплины.

Для успешного освоения данной дисциплины студенту необходимо:

- посещать лекции и семинары;
- выполнять задания, задаваемые преподавателем на лекциях и семинарах;
- написать промежуточную контрольную работу по дисциплине;
- написать итоговую контрольную работу по дисциплине;
- сдать дифференцированный зачет по дисциплине.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Информатика и вычислительная техника

**профиль подготовки:** Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики  
кафедра когнитивных технологий

**курс:** 4

**квалификация:** бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчики:**

А.В. Шешкус

С.А. Усилин

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценить качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Машинное обучение и нейронные сети» обучающийся должен:

### знать:

- Фундаментальные концепции и профессиональные результаты, системные методологии в профессиональной области;
- современное состояние и принципиальные возможности языков и систем программирования.

### уметь:

- Использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности;
- использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач.

### владеть:

Основами методологии научного познания и системного подхода при изучении различных уровней организации материи, информации, пространства и времени.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примеры заданий для промежуточного контроля:

1. Основы оптимизации нейронных сетей.
2. Общие понятия вычисления с фиксированной точкой.
3. Особенности обучения и архитектуры.
4. Критерий согласия Колмогорова-Смирнова.
5. ROC-кривая и матрица конфузии.
6. Soft-каскад.
7. Метод Виолы и Джонса.
8. Ансамбль решающих деревьев.

## 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Баланс количества обучаемых параметров и требуемых для операций для выполнения сети.
2. Преобразование слоев при проведении вычислений с фиксированной точкой.
3. Выбор битности при проведении вычислений с фиксированной точкой.
4. Особенности обучения каскадов нейронных сетей.
5. Полносверточные сети.
6. Преобразование пространства промежуточных карт признаков.
7. Матрица конфузии для анализа ошибок.
8. Классический каскад классификаторов.
9. ROC кривая при анализе ошибок.
10. Использование бинарных классификаторов для решения задачи поиска объектов в режиме реального времени.
11. Метод Виолы и Джонса
12. Решающие списки.

Билет 1:

1. Особенности обучения каскадов нейронных сетей;
2. ROC кривая при анализе ошибок.

Билет 2:

1. Матрица конфузии для анализа ошибок;
2. Классический каскад классификаторов.

#### Критерии оценивания

отлично (10) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

отлично (9) - выставляется студенту, показавшему свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера.

отлично (8) - выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся.

хорошо (7) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускается в ответе или в решении задач некоторые неточности.

хорошо (6) - выставляется студенту если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков.

хорошо (5) - выставляется студенту если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки.

удовлетворительно (4) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

удовлетворительно (3) - выставляется студенту в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены.

неудовлетворительно (2) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

неудовлетворительно (1) - выставляется студенту, который не освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**



Во время проведения дифференцированного зачета по дисциплине "Машинное обучение и нейронные сети" обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины. Дифференцированный зачет проходит путем специального опроса, проводимого в устной форме.