

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра автоматизации физико-технических исследований**



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н
В.Е.Блинов
2022 г.

Рабочая программа дисциплины

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

направление подготовки: **03.04.02 Физика**
направленность (профиль): **Информационные процессы и системы**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	144	32		48	42	18	2			2
Всего 144 часа / 4 зачетные единицы, из них: - контактная работа 84 часа										
Компетенции ПК-2										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	3
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	4
5. Перечень учебной литературы	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине	8

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Целями освоения дисциплины «Нейронные сети и искусственный интеллект» являются:

- приобретение обучающимися навыков обучения и использования современных нейронных сетей;
- усвоение основных принципов построения искусственного интеллекта на современном уровне;
- получение базовых знаний о технологиях построения обучающихся систем на основе нейронных сетей.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен использовать специализированные знания в области физики при постановке и решении задач в научно-исследовательской деятельности с помощью современной аппаратуры и информационно-телекоммуникационных технологий в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	ПК -2.1. Проводит научные изыскания в избранной области экспериментальных и/или теоретических физических исследований с помощью современной аппаратуры и информационно-телекоммуникационных технологий в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать устройство и методы работы и обучения современных нейронных сетей; основные архитектуры нейронных сетей, применяющиеся на практике. Уметь применять нейронные сети для решения задач компьютерного зрения, обработки естественного языка и обучения с подкреплением; оценить для каких задач подходят ли методы искусственного интеллекта, основанные на нейронных сетях. Владеть доступным инструментарием для реализации и тренировки описанных методов; использованием GPU для уменьшения времени работы и тренировки.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейронные сети и искусственный интеллект» относится к циклу профессиональных дисциплин и реализуется в весеннем семестре 1-го курса для магистров, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Дисциплина «Нейронные сети и искусственный интеллект» непосредственно связана с дисциплинами математического и естественнонаучного цикла и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Магистранту необходимо знать математический анализ, линейную алгебру, основы функционального анализа и теории функций, введение в теорию вероятности, методы математической физики, а также технологии современного программирования и языка.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	144	32		48	42	18	2			2
Всего 144 часа / 4 зачетные единицы, из них: - контактная работа 84 часа										
Компетенции ПК-2										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- Текущий контроль: опрос студентов в начале каждого занятия, решение задач;
- Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **144** академических часов/4 зачетные единицы:

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- лабораторные занятия – 48 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 42 часа

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, лабораторные занятия, экзамен) составляет 84 часа.

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

Дисциплина «Нейронные сети и искусственный интеллект» представляет собой полугодовой курс, читаемый на 1 курсе физического факультета НГУ во 2 семестре. Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **144** академических часа / **4** зачетные единицы.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежу точная аттестация (в период сессии) (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции (кол-во часов)	Лаборатор ные работы (кол-во часов)		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в машинное обучение и нейросети	1	5	2	3		
2	KNN-классификатор, линейный классификатор.	2	5	2	3		
3	Основы работы нейросетей	3	8	2	3	3	
4	Сверточные нейронные сети	4	8	2	3	3	
5	Оптимизации и практическое использование нейросетей	5	8	2	3	3	
6	Библиотеки для работы с нейросетями	6	8	2	3	3	
7	Локализация объектов, сегментация, работа с видео	7	8	2	3	3	
8	Введение в обработку естественного языка.	8	8	2	3	3	
9	word2vec	9	8	2	3	3	
10	Рекуррентные нейронные сети, работа с последовательностями	10	8	2	3	3	
11	LSTM, Seq2Seq, современный машинный перевод.	11	8	2	3	3	
12	Введение в обучение с подкреплением. Policy gradients	12	8	2	3	3	
13	Алгоритмы обучения с подкреплением. DQN, Action-Critic. Пример использования - AlphaGo.	13	8	2	3	3	
14	Обзор современного состояния области.	14- 15- 16	24	6	9	9	
15	Подготовка к экзамену		18				18
	Консультация		2				2
	Экзамен		2				2
	Всего:		144	32	48	42	22

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1	Введение в машинное обучение и нейросети (2 часа)
2	KNN-классификатор, линейный классификатор (2 часа)
3	Основы работы нейросетей (2 часа)
4	Сверточные нейронные сети (2 часа)
5	Оптимизации и практическое использование нейросетей (2 часа)
6	Библиотеки для работы с нейросетями (2 часа)
7	Локализация объектов, сегментация, работа с видео (2 часа)
8	Введение в обработку естественного языка (2 часа)
9	word2vec (2 часа)
10	Рекуррентные нейронные сети, работа с последовательностями (2 часа)
11	LSTM, Seq2Seq, современный машинный перевод (2 часа)
12	Введение в обучение с подкреплением. Policy gradients (2 часа)
13	Алгоритмы обучения с подкреплением. DQN, Action-Critic. Пример использования – AlphaGo (2 часа)
14-15-16	Обзор современного состояния области. (6 часов)

Программа лабораторных занятий (48 часов)

1	Введение в машинное обучение и нейросети (3 часа)
2	KNN-классификатор, линейный классификатор (3 часа)
3	Основы работы нейросетей (3 часа)
4	Сверточные нейронные сети (3 часа)
5	Оптимизации и практическое использование нейросетей (3 часа)
6	Библиотеки для работы с нейросетями (3 часа)
7	Локализация объектов, сегментация, работа с видео (3 часа)
8	Введение в обработку естественного языка (3 часа)
9	word2vec (3 часа)
10	Рекуррентные нейронные сети, работа с последовательностями (3 часа)
11	LSTM, Seq2Seq, современный машинный перевод (3 часа)
12	Введение в обучение с подкреплением. Policy gradients (3 часа)
13	Алгоритмы обучения с подкреплением. DQN, Action-Critic. Пример использования – AlphaGo (3 часа)
14-15-16	Обзор современного состояния области (9 часов)

Самостоятельная работа студентов (60 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям	18
Решение задач	18
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	6
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы

1. Ростовцев, Владимир Сергеевич. Искусственные нейронные сети : учебник / В. С. Ростовцев. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 216 с., URL: <https://e.lanbook.com/book/122180>. ISBN 978-5-8114-3768-9
2. Яхьяева, Гульнара Эркиновна. Нечеткие множества и нейронные сети : учеб. пособие / Г. Э. Яхьяева. М. : Интернет-Университет информационных технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 315 с. : ил. (Основы информационных технологий) . ISBN 5-94774-510-0. ISBN 5-9556-0049-3. (1 экз)
3. Круглов, Владимир Васильевич. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети : [Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. информатика"] / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. М. : Физматлит, 2001. 224 с. : ил. ; 21 см. ISBN 5-94052-027-8.(1 экз)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016. <http://www.deeplearningbook.org/>
2. David Silver. UCL Course on RL <http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/d.silver/web/Teaching.html>
3. Andrej Karpathy, блог. <http://karpathy.github.io/>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет
- <http://wmw-magazine.ru/> - сайт научно-образовательного журнала Окно в микромир.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, а также проведения коротких самостоятельных работ в начале каждого занятия с решением типовых задач, разобранных на предыдущем занятии.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-2 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области нейронных сетей и искусственного интеллект в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК -2.1. Проводит научные изыскания в избранной области экспериментальных и/или теоретических физических исследований с помощью современной аппаратуры и информационно-	Знать устройство и методы работы и обучения современных нейронных сетей; основные архитектуры нейронных сетей, применяющиеся на практике.	Лабораторные занятия, экзамен.

телекоммуникационных технологий в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.		
ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Уметь применять нейронные сети для решения задач компьютерного зрения, обработки естественного языка и обучения с подкреплением; оценить для каких задач подходят ли методы искусственного интеллекта, основанные на нейронных сетях. Владеть доступным инструментарием для реализации и тренировки описанных методов; использованием GPU для уменьшения времени работы и тренировки.	Лабораторные занятия, экзамен.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Нейронные сети и искусственный интеллект».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

			негрубые ошибки.		
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 2.2	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры задач для самостоятельного решения

1. Использование алгоритма Policy Gradients для обучения с подкреплением
2. Усовершенствования алгоритма градиентного спуска. Регуляризация

Примеры экзаменационных билетов

Билет № 1

1. Линейный классификатор и его тренировка.
2. Алгоритм Actor-Critic для обучения с подкреплением.

Билет № 2

1. Базовый алгоритм тренировки нейросетей.
2. Deep Q-learning

Билет № 3

1. Сверточные нейронные сети.
2. Алгоритм Policy Gradients для обучения с подкреплением

Билет № 4

1. Усовершенствования градиентного спуска. Регуляризация
2. Устройство LSTM

Билет № 5

1. Fine-tuning, Batch Normalization
2. Рекуррентные нейронные сети

Билет № 6

1. word2vec.
2. Устройство AlphaGo

Билет № 7

1. Локализация объектов
2. Современный машинный перевод

Билет № 8

1. Отличия между библиотеками для работы с нейросетями.
2. Seq2Seq.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

