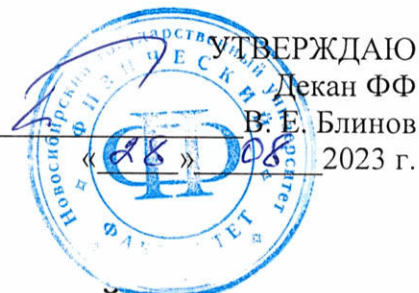


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

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

д.ф.-м.н. _____



Рабочая программа дисциплины

ВВЕДЕНИЕ В НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Физическая информатика**

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
6	180	32	48		76	18	4			2
Всего 180 часов / 5 зачетных единиц, из них: - контактная работа 86 часов										
Компетенции ОПК-3										

Ответственный за образовательную программу
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2023

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.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
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.	8
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 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 выпускника следующей компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	<p>ОПК - 3.1. Применяет различные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.</p> <p>ОПК – 3.2. Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартными и специализированными программными продуктами при решении профессиональных задач.</p> <p>ОПК – 3.3. Применяет методологию поиска научной и технической информации в сети Интернет и специализированных базах данных.</p>	<p>Знать устройство и методы работы и обучения современных нейронных сетей; основные архитектуры нейронных сетей, применяющиеся на практике; основные архитектуры нейронных сетей, применяющиеся на практике.</p> <p>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.</p> <p>Пользоваться доступным инструментарием для реализации и тренировки описанных методов; использовать GPU для уменьшения времени работы и тренировки.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс относится к циклу профессиональных дисциплин и реализуется в весеннем семестре 3-го курса для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Дисциплина «Введение в нейронные сети и искусственный интеллект» непосредственно связана с дисциплинами математического и естественнонаучного цикла и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. Слушателям необходимо знать в объеме компетенций бакалавра высшую математику, включающую следующие разделы: математический анализ, линейную алгебру, основы функционального анализа и теории функций, введение в

теорию вероятности, методы математической физики, а также технологии современного программирования и языки.

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
6	180	32	48		76	18	4			2
Всего 180 часов / 5 зачетных единиц, из них: - контактная работа 86 часов										
Компетенции ОПК-3										

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

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 180 академических часов / 5 зачетных единиц:

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- практические занятия – 48 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 76 часа;
- самостоятельная работа, подготовка к экзамену – 18 часов;
- консультации – 4 часа;
- промежуточная аттестация (экзамен) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, экзамен) составляет 86 часов.

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

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **180** академических часов / **5** зачетных единиц.

Материал лекционного курса увязывается с передовыми исследованиями всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов. Специально указываются темы, активно

обсуждаемые в текущей профессиональной научной литературе. Все практические занятия проводятся в интерактивной форме. Каждый студент группы решает задачи, при этом преподаватель отслеживает ход решения каждого студента и корректирует его индивидуально по мере необходимости. Практикуется коллективное обсуждение решений, когда студент пытается донести одноклассникам правильность своего решения (отличного от их решения). Умение сходу отвечать на вопросы сокурсников и преподавателя развивает профессиональные навыки, которые будут незаменимы в дальнейшей профессиональной деятельности. Важным элементом является сдача заданий, на котором происходит индивидуальное обсуждение задач с каждым студентом. Это позволяет вовремя выявлять и исправлять недопонимание тех или иных теоретических и практических вопросов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции (кол-во часов)	Практические занятия (кол-во часов)		
1	2	3					
1	Введение в машинное обучение и нейросети	1	8	2	3	3	
2	KNN-классификатор, линейный классификатор.	2	8	2	3	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	11	3	4	4	
12	Введение в обучение с подкреплением. Policy gradients	12	13	3	5	5	
13	Алгоритмы обучения с подкреплением. DQN, Action-Critic. Пример использования - AlphaGo.	13	13	3	5	5	
14	Обзор современного состояния области.	14-15-16	11	3	4	4	

15	Итоговый проект	13-16	28			28	
16	Групповая консультация		4				4
18	Самостоятельная подготовка обучающегося к промежуточной аттестации		18				18
	Экзамен		2				2
	Итого:		180	32	48	76	2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

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

Программа практических занятий (48 часов)

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

Самостоятельная работа студентов (76 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
-------------------------	------------

Подготовка к практическим занятиям.	36
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	40

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](https://e.lanbook.com/book/122180.ISBN%20978-5-8114-3768-9)
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, Fei-Fei Li, Justin Johnson, Convolutional Neural Networks for Visual Recognition, курс Стенфордского университета, <http://cs231n.stanford.edu/>
4. Richard Socher. Deep Learning for Natural Language Processing, курс Стенфордского университета. <http://cs224d.stanford.edu/>
5. 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, семинарских занятий и промежуточной аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, презентационным оборудованием (мультимедиа-проекторы), а также звуковой системой для проведения видеоконференций.

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

Перечень результатов обучения по дисциплине «Введение в нейронные сети и искусственный интеллект» и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

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 ОПК-3 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 ОПК-3.

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
ОПК - 3.1. Применяет различные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.	Знать устройство и методы работы и обучения современных нейронных сетей; основные архитектуры нейронных сетей, применяющиеся на практике; основные архитектуры нейронных сетей, применяющиеся на практике.	Решение задач, экзамен.
ОПК – 3.2. Применяет основные приемы, возможности и правила работы со стандартными и специализированными программными продуктами при решении профессиональных задач. ОПК – 3.3. Применяет методологию поиска научной и технической информации в сети Интернет и специализированных базах данных.	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. Пользоваться доступным инструментарием для реализации и тренировки описанных методов; использовать GPU для уменьшения времени работы и тренировки.	Решение задач, экзамен.

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

Таблица 10.2

Критери и оценива ния результат ов обучени я	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	ОПК 3.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстриру ет общие знания базовых понятий по темам/раздел ам 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 аргументирован но отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ОПК 3.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет	Продемонстр ированы частично основные	Продемонстриров аны все основные умения. Решены все основные	Продемонстриро ваны все основные умения. Решены

		решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ОПК 3.3	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

Пример задач для решения.

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

Пример итогового проекта (проект выбирается студентом и согласовывается с преподавателем)

1. Реализация линейного классификатора и его тренировка.
2. Реализация алгоритма Actor-Critic для обучения с подкреплением.
3. Реализация базовых алгоритмов тренировки нейросетей.

Перечень вопросов к экзамену.

1. Линейный классификатор и его тренировка.
2. Алгоритм Actor-Critic для обучения с подкреплением.
3. Базовый алгоритм тренировки нейросетей.
4. Deep Q-learning
5. Сверточные нейронные сети.
6. Алгоритм Policy Gradients для обучения с подкреплением
7. Усовершенствования градиентного спуска. Регуляризация
8. Устройство LSTM.
9. Fine-tuning, Batch Normalization
10. Рекуррентные нейронные сети
11. word2vec.
12. Устройство AlphaGo
13. Локализация объектов.
14. Современный машинный перевод.
15. Отличия между библиотеками для работы с нейросетями.
16. 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.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Введение в нейронные сети и искусственный интеллект»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Физическая информатика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного