

**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**



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

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 в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	144	16		32	8	64	18	4			2
Всего 144 часа / 4 зачетные единицы, из них: - контактная работа 62 часа											
Компетенции ОПК-3											

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

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

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

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 выпускника следующей компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<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>

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс 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.

2. 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 в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	144	16		32	8	64	18	4			2
Всего 144 часа / 4 зачетные единицы, из них: - контактная работа 62 часа											
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, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: опрос студентов в начале каждого занятия, решение задач.

Промежуточная аттестация: экзамен.

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

- занятия лекционного типа – 16 часов;
- лабораторные занятия – 32 часа;
- консультации в период занятий – 8 часов;
- самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации – 18 часов;
- консультации перед экзаменом – 4 часа;
- промежуточная аттестация (экзамен) – 2 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 64 часа

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, лабораторные занятия, дифференцированный зачет) составляет 62 часа.

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

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)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)		
				Лекции	Лаб. работы	Консультации в период занятий			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Введение в машинное обучение и нейросети	1	4	1	2		4		
2.	KNN-классификатор, линейный классификатор.	2	4	1	2		4		
3.	Основы работы нейросетей	3	4	1	2		4		
4.	Сверточные нейронные сети	4	4	1	2		4		
5.	Оптимизации и практическое использование нейросетей	5	4	1	2		4		
6.	Библиотеки для работы с нейросетями	6	4	1	2	2	4		
7.	Локализация объектов, сегментация, работа с видео	7	4	1	2		4		
8.	Введение в обработку естественного языка.	8	4	1	2		4		
9.	word2vec	9	5	1	2	2	4		
10.	Рекуррентные нейронные сети, работа с последовательностями	10	5	1	2		4		
11.	LSTM, Seq2Seq, современный машинный перевод.	11	5	1	2		4		
12.	Введение в обучение с подкреплением. Policy gradients	12	5	1	2	2	4		
13.	Алгоритмы обучения с подкреплением. DQN, Action-Critic. Пример использования - AlphaGo.	13	5	1	2	2	4		
14.	Обзор современного состояния области.	14-15-16	13	3	6		12		
15.	Групповая консультация		4					4	
16.	Самостоятельная подготовка обучающегося к промежуточной аттестации		18						18
17.	Экзамен		2						2
	Всего:		108	16	32	8	64	4	20

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

Длительность каждого занятия – 1 ак. час.

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 лабораторных занятий (32 часа)

Длительность каждого занятия – 2 ак. 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.

Самостоятельная работа студентов (82 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям.	52
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	12
Подготовка к экзамену	18

4. Перечень учебной литературы

1. Andrej Karpathy, Fei-Fei Li, Justin Johnson, Convolutional Neural Networks for Visual Recognition, курс Стенфордского университета, <http://cs231n.stanford.edu/>
2. Richard Socher. Deep Learning for Natural Language Processing, курс Стенфордского университета. <http://cs224d.stanford.edu/>
3. Andrej Karpathy, блог. <http://karpathy.github.io/>

5. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

4. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016. <http://www.deeplearningbook.org/>
5. David Silver. UCL Course on RL <http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/d.silver/web/Teaching.html>

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

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.2 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

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

8.1 Перечень программного обеспечения

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.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются.

8. 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».

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

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости 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. Он проводится в конце семестра 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	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	Решение задач, экзамен.

и технической информации в сети Интернет и специализированных базах данных.	времени работы и тренировки.	
---	------------------------------	--

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Введение в 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	ОПК 3.1	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	ОПК 3.2 ОПК 3.3	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	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.

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

Перечень задач для решения.

1. Линейный классификатор и его тренировка.
2. Алгоритм Actor-Critic для обучения с подкреплением.
3. Базовый алгоритм тренировки нейросетей.
4. Использование алгоритма Policy Gradients для обучения с подкреплением
5. Усовершенствования алгоритма градиентного спуска. Регуляризация

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»
направление подготовки: 03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Физическая информатика**

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