Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Высший колледж информатики

Согласовано

Директор ВКИ НГУ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Окунев

*подпись*

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Современные методы глубокого машинного обучения***

направление подготовки: *15.03.06 Мехатроника и робототехника*

направленность (профиль): *Мехатроника и робототехника*

Форма обучения: очная

Разработчики:

к.т.н, А.В. Кугаевских

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель программы:

д.т. н., Назаров А.Д. . \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Новосибирск, 2020

**Содержание**

[1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 3](#_Toc53782944)

[2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 3](#_Toc53782945)

[3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося 4](#_Toc53782946)

[4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 4](#_Toc53782947)

[5. Перечень учебной литературы 6](#_Toc53782948)

[6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины 6](#_Toc53782949)

[7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине 7](#_Toc53782950)

[8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 7](#_Toc53782951)

[9. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине 8](#_Toc53782952)

Приложение 1 Аннотация по дисциплине

Приложение 2 Оценочные средства по дисциплине

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

| Результаты освоения образовательной программы  (компетенции) | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
| --- | --- | --- | --- |
| знать | уметь | владеть |
| **ОПК-3 Владение современными информационными технологиями, готовность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности.** | методы алгоритмизации, языки и технологии программирования, пригодные для практического применения в области проектировании систем и их отдельных модулей;  - *специфику проектирования нейросетевых моделей, основные топологии, используемые при решении различных задач.* | применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач в области проектировании систем и их отдельных модулей;  *- формировать обучающие и тестовые выборки при исследованиях и решениях профессиональных задач.* | навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач в области проектировании систем и их отдельных модулей;  *- навыками проектирования нейронных сетей для применения в различных областях;* |
| **ПК-2 способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования.** | основные методы проектирования и разработки программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах;  *- методы оптимизации нейросетевых моделей.* | проектировать и разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах;  - *выбирать библиотеки и фреймворки, осуществлять оптимизацию их выполнения, уметь разрабатывать модели нейронных сетей на объектно-ориентированных языках.* | навыками проектирования и разработки программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах;  *- навыками подготовки нейронных сетей к внедрению.* |

# 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины *Современные методы глубокого машинного обучения*:

Дисциплина развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам изучения следующих дисциплин: Введение в искусственный интеллект.

**Целью** изучения дисциплины «Современные методы глубокого машинного обучения» является овладение инструментом современных моделей глубоких нейронных сетей для различных задач.

**Задачи** учебной дисциплины: сформировать навыки подготовки данных, выбора моделей, оценки качества функционирования и устойчивости нейронных сетей.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины *Современные методы глубокого машинного обучения*:

Дисциплина «*Современные методы глубокого машинного обучения*» является необходимой для прохождения учебной практики, практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, прохождения производственной практики, практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика). Ставится задача сформировать навыки, которые могут оказаться полезными при выборе соответствующей темы выпускной квалификационной работы, выполнения, связанной с ней, практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности и преддипломной практики.

Дисциплина «Современные методы глубокого машинного обучения» реализуется в 6 семестре в рамках вариативной части дисциплин (модулей) Блока 1 и является дисциплиной по выбору.

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

Трудоемкость дисциплины – 4 з.е. (144 ч)

Форма промежуточной аттестации: 6 семестр – дифф.зачет.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Вид деятельности | Семестр |
| 4 |
| 1 | Лекции, ч | 32 |
| 2 | Практические занятия, ч |  |
| 3 | Лабораторные работы  , ч | 32 |
| 4 | Занятия в контактной форме, ч  из них | 66 |
| 5 | из них аудиторных занятий, ч | 64 |
| 6 | в электронной форме, ч | - |
| 7 | консультаций, час. |  |
| 8 | промежуточная аттестация, ч | 2 |
| 9 | Самостоятельная работа, час. | 78 |
| 10 | Всего, ч | 144 |

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

***6 семестр***

**Лекции (32 ч)**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование темы и их содержание | Объем,  час |
| **Тема 1**  **Основные понятия нейронных сетей:**   * Основы машинного обучения * Формальный нейрон и его модели. * Методы обучения нейронных сетей * Выбор признаков и выборки данных * Метрики работы нейросетей * Программные библиотеки | 2 |
| **Тема 2**  **Многослойный персептрон:**   * Архитектура многослойного персептрона * Решение логических задач с помощью нейронных сетей * Алгоритм обратного распространения ошибки * Эффекты переобучения, проблемы нейронных сетей | 2 |
| **Тема 3**  **Сверточные сети:**   * Неокогнитрон * Сеть LeNet-5 | 2 |
| **Тема 4**  **Глубокое обучение:**   * Сети глубокого обучения * Сиамские сети * Капсульные сети | 4 |
| **Тема 5. Регуляризация** | 4 |
| **Тема 6. Оптимизация** | 2 |
| **Тема 7. Реккурентные сети** | 4 |
| **Тема 8. Порождающие модели** | 4 |
| **Тема 9. Состязательное обучение. Состязательные атаки** | 4 |
| **Тема 10. Обучение с подкреплением. DQN** | 2 |
| **Тема 11. Transfer learning. Автообучение** | 2 |
| **Итого:** | **32** |

**Лабораторные работы (32 ч.)**

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание лабораторного занятия | Объем, час |
| **Тема 1. Основные понятия нейронных сетей**  Задание 1. Формирование обучающей и тестовой выборки: построение и анализ диаграмм важности признаков, тепловой карты, гистограммы уникальных и пропущенных значений, распределения значений признаков | 2 |
| **Тема 2. Многослойный персептрон**  Задание 2. Реализация многослойного персептрона для регрессионного анализа | 2 |
| **Тема 3. Сверточные сети**  Задание 3. Реализация сети неокогнитрон для классификации цифр | 2 |
| **Тема 4. Глубокое обучение**  Задание 4. Реализация сети глубокого обучения для задачи labeling объектов | 4 |
| **Тема 7. Реккурентные сети**  Задание 6. Реализация реккурентной сети для обработки видео | 6 |
| **Тема 8. Порождающие модели**  Задание 7. Реализация автокодировщика для раскрашивания черно-белых изображений | 6 |
| **Тема 10. Обучение с подкреплением. DQN**  Задание 8. Разработка нейросети управления роботом в условиях ограничений | 6 |
| **Тема 11. Transfer learning. Автообучение**  Задание 9. Использование предобученной модели для переноса обучения | 4 |
| **Итого:** | **32** |

**Самостоятельная работа студентов (78 ч)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Перечень занятий на СРС** | Объем, час |
| Изучение разделов дисциплины по учебной литературе, в том числе вопросов, не освещаемых на лекциях. Изучение предлагаемых теоретических разделов в соответствии с настоящей Программой. Учебно-методические материалы по дисциплине «Современные методы глубокого машинного обучения» выложены на странице курса в сети Интернет. | 24 |
| Подготовка к лабораторным занятиям, к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации. Разбор решенных задач, самостоятельное решение задач. | 42 |
| Подготовка к дифференцированному зачету. Повторение теоретического материала по вопросам, совпадающим с темами лекций | 12 |
| **Итого:** | **78** |

# 5. Перечень учебной литературы

***5.1 Основная литература***

1. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А.В. Логунова. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-409-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100905> .

***5.2 Дополнительная литература***

1. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] / А.И. Галушкин. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111043>. — Загл. с экрана. (13.03.2019).

# 6. 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;

- электронное издание, посвящённое программированию и связанным областям <http://habrahabr.ru>

- онлайн курсы на английском языке <http://coursera.org>

- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту или социальные сети.

* 1. ***Современные профессиональные базы данных:***

- полнотекстовые журналы SpringerJournals за 1997-2015 г., электронные книги (2005-2016 гг.), коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials;

- БД Scopus (Elsevier);

***6.2. Информационные справочные системы***

- электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ) <http://diss.rsl.ru/>

- электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI

- научная электронная библиотека. <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

- федеральная университетская компьютерная сеть России <http://www.runnet.ru/>

- электронная библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>

- информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". <http://window.edu.ru/>

- НГУ. Научная электронная библиотека <http://libra.nsu.ru/scientificres/>

- портал ГПНТБ СОРАН <http://www.spsl.nsc.ru>

- информационный портал искусственного интеллекта. На сайте представлены статьи и файлы по основным направлениям исследований в области искусственного интеллекта [www.aiportal.ru](http://www.aiportal.ru)

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

***7.1 Перечень программного обеспечения***

- Для обеспечения реализации дисциплины *Современные методы глубокого машинного обучения* используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

- Пакет библиотек для языка Python – Anaconda совместно с бесплатной интерактивной оболочкой для языка программирования Python – Jupyter Notebook.

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

Для реализации дисциплины *Современные методы глубокого машинного обучения* используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, текущего контроля, промежуточной 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 *Современные методы глубокого машинного обучения* 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

Перечень результатов обучения по дисциплине *Современные методы глубокого машинного обучения* и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

***9.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине***

***Текущий контроль успеваемости:***

По дисциплине «*Современные методы глубокого машинного обучения*» осуществляется в форме портфолио. В состав портфолио входят лабораторные задания, за которые выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Для того чтобы получить доступ к итоговой аттестации необходимо сдать все предполагаемые задания в установленный заранее срок. Основным критерием оценивания является количество сданных заданий. Если студент сдаёт необходимое количество лабораторных работ, то может претендовать на оценку «отлично» и «хорошо». Если студент не сдаёт основную часть заданий вовремя, он не получает возможности претендовать на высокую оценку. Если студент не выполняет более 50% основной части заданий, то он не получает зачёта по предмету

***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация(итоговая по дисциплине) проводится по завершению периода ее освоения (семестра) в форме дифференцированного зачета в 6 семестре.

Зачета проводится в аудитории. Во время проведения зачета студенту разрешается пользоваться бумагой для записей, авторучкой. Справочной, учебной и другой литературой пользоваться не разрешается. Использование электронных устройств (телефоны, любые виды компьютеров, т.д.) запрещено. В процессе ответа на вопросы студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины. Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации – дифференцированного зачета, является положительная оценка по результатам всех выполненных и сданных в течение семестра заданий, входящих в рамки портфолио.

Результаты аттестации дисциплины «*Современные методы глубокого машинного обучения*» определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

***Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине*** «*Современные методы глубокого машинного обучения*»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код компетенции** | **Результат обучения по дисциплине** | **Оценочное средство** |
| **ОПК-3** | Знать специфику проектирования нейросетевых моделей, основные топологии, используемые при решении различных задач. | Портфолио  Дифференцированный .зачет |
| Уметь формировать обучающие и тестовые выборки при исследованиях и решениях профессиональных задач. | Портфолио  Дифференцированный .зачет |
| Владеть навыками проектирования нейронных сетей для применения в различных областях. | Портфолио  Дифференцированный .зачет |
| **ПК-2** | Знать методы оптимизации нейросетевых моделей. | Портфолио  Дифференцированный .зачет |
| Уметь выбирать библиотеки и фреймворки, осуществлять оптимизацию их выполнения, уметь разрабатывать модели нейронных сетей на объектно-ориентированных языках. | Портфолио  Дифференцированный .зачет |
| Владеть навыками подготовки нейронных сетей к внедрению. | Портфолио  Дифференцированный .зачет |

Таблица 9.2

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии оценивания результатов обучения** | **Шкала**  **оценивания** |
| **Портфолио**  Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является положительная оценка по результатам выполненного портфолио. Студенту необходимо сдать все работы, входящие в его структуру (лабораторные и контрольные работы).  **Дифференцированный .зачет**  При ответе на вопросы демонстрирует.  самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений– точность и корректность применения терминов и понятий дисциплины.  При изложении ответа на вопрос(ы) обучающийся мог допустить непринципиальные неточности | *Отлично* |
| **Портфолио**  Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является положительная оценка по результатам выполненного портфолио.  Студенту необходимо сдать не менее 70% работ, входящие в его структуру лабораторные и контрольные работы ).  **Дифференцированный .зачет**  При изложении ответа на вопросы обучающийся допускает непринципиальные неточности и возможно наличие неполных ответов на вопросы, при этом демонстрирует:  - самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений,  – точность и корректность применения терминов и понятий дисциплины,  – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. | *Хорошо* |
| **Портфолио**  Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам выполненного портфолио. Для оценивания портфолио студенту необходимо сдать более 50% заданий, входящие в его структуру.  **Дифференцированный .зачет**  При ответе на вопросы студент демонстрирует:  –  частичное понимание и неполное изложение материала,  – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, а также затруднений при формулировке собственных суждений,  – корректность применения терминов и понятий дисциплины, при наличии незначительных ошибок,  – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. | *Удовлетворительно* |
| **Портфолио**  Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам выполненного портфолио. Если студент не выполняет более 50% основной части заданий, то он не получает допуск к экзамену по предмету.  **Дифференцированный .зачет**  При ответе обучающийся показывает фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, грубые ошибки в применении терминов и понятий дисциплины, отсутствие ответов на дополнительные вопросы.  Отсутствие ответа на основной и дополнительный вопрос. | *Неудовлетво-рительно* |

***Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения***

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

**«Современные методы глубокого машинного обучения»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа) | Дата и №  протокола Ученого совета Высшего Колледжа Информатики | Подпись  ответственного |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |