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

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Окунев А.Г.

*подпись*

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Введение в искусственный интеллект***

направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль) : Мехатроника и робототехника

Форма обучения : очная

Разработчики:

к.х.н. Окунев А.Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель программы:

д.ф-м. н., Назаров А.Д. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Новосибирск, 2020

**Содержание**

[1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 3](#_Toc61263651)

[2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 3](#_Toc61263652)

[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](#_Toc61263653)

[4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 4](#_Toc61263654)

[5. Перечень учебной литературы 5](#_Toc61263655)

[6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины 6](#_Toc61263656)

[7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине 6](#_Toc61263657)

[8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 6](#_Toc61263658)

[9. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине 7](#_Toc61263659)

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 |
| 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;  *- математические основы глубокого обучения* | проектировать и разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах;  - *составлять программный код, реализующий модели глубокого обучения* | навыками проектирования и разработки программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах ;  *- решать прикладные задачи с использованием моделей глубокого обучения* |

# 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины Введение в искусственный интеллект:

*Введение в алгебру и анализ*

*Введение в дискретную математику и математическую логику*

*Императивное программирование*

*Теория вероятностей и математическая статистика*

*Цифровые платформы*

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо для освоения дисциплины Введение в искусственный интеллект:

*Промышленная автоматика*

*Робототехника*

*Техническое зрение*

*Введение в искусственный интеллект*

*Современные методы глубокого машинного обучения*

# 

# 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: 3 семестр – экзамен

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Вид деятельности | Семестр |
| 3 |
| 1 | Лекции, ч | 32 |
| 2 | Практические занятия, ч |  |
| 3 | Лабораторные работы, ч | 32 |
| 4 | Занятия в контактной форме, ч,  из них | 68 |
| 5 | из них аудиторных занятий, ч | 64 |
| 6 | в электронной форме, ч | - |
| 7 | консультаций, час. | 2 |
| 8 | промежуточная аттестация, ч | 2 |
| 9 | Самостоятельная работа, час. | 40 |
| 10 | Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации | 36 |
| 10 | Всего, ч | 144 |

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

***3 семестр***

Лекции (32 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование темы и их содержание | Объем,  час |
| Раздел 1 Основы глубоких сверточных нейронных сетей | |
| 1. Введение, исторические сведения | 2 |
| 2. Датасеты. Генераторы и итераторы. | 2 |
| 3. Нейронные сети. Forward pass, backpropagation. Основы обучения нейронных сетей. Активация, функция потерь, оптимизаторы. | 4 |
| 4. Основные фреймворки глубокого обучения: Pytorch, Tensorflow. | 2 |
| 5. Задача классификации изображений. Imagenet, Alexnet, VGG, Resnet. | 2 |
| 6. Семантическая сегментация и детектирование объектов. U-NET, YOLO, SSD | 2 |
| 7. Семантическая сегментация и детектирование объектов. Fast RCNN, Faster-RCNN, Mask-RCNN | 4 |
| Раздел 2 Применение глубоких нейронных сетей | |
| 8. Fine tuning и transfer learning | 2 |
| 9. Генеративные нейронные сети (GAN) | 2 |
| 10. Рекуррентные нейронные сети | 2 |
| 11. Распознавание речи | 2 |
| 12. Обучение с подкреплением | 2 |
| 13. Локализация внимания | 2 |
| Итого: | 32 |

Лабораторные работы (32 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание лабораторного занятия | Объем, час |
| Linux (Ubuntu), python, notebooks. Настройка окружения | 4 |
| Векторные и тензорные вычисления. Параллельные вычисления на графических ускорителях. Numpy, PyTorch | 4 |
| Работа с датасетами. | 2 |
| Глубокие сверточные нейронные сети. Построение, обучение. | 4 |
| Выделения признаков. От LeNet до ResNeXt | 2 |
| Детектирование объектов. Граничные боксы, маски. Якоря. | 4 |
| Семантическая сегментация. | 4 |
| Работа с примерами использования глубоких сверточных нейронных сетей. | 12 |
| Итого | 32 |

Самостоятельная работа студентов (76 ч)

|  |  |
| --- | --- |
| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
| Изучение темы дисциплины по учебной литературе, учебным пособиям, поиск в интернете. Изучение предлагаемых теоретических разделов в соответствии с настоящей Программой. Учебно-методические материалы по дисциплине «Введение в искусственный интеллект» выложены на странице курса в сети Интернет . | 14 |
| Подготовка к лабораторным работам, к текущему контролю знаний . Подготовка и защита работы по проектированию и самостоятельной реализации задания- проекта. | 26 |
| Подготовка к экзамену. Повторение теоретического материала по вопросам, совпадающим с темами лекций. | 36 |
| Итого: | 76 |

# 5. Перечень учебной литературы

***5.1 Основная литература***

1. DEEP LEARNING НА ПАЛЬЦАХ / Семен Козлов, — URL: https://dlcourse.ai

2. Документация по языку Python. — URL: https://docs.python.org/3/

3. Боровская, Е. В. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2016. — 130 с. — ISBN 978-5-00101-421-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/84083>

***5.2 Дополнительная литература***

4. Прикладное глубокое обучение / Кудинов В.Ю. — URL https://education.nsu.ru/deep\_learning/

5. Жданов, А. А. Автономный искусственный интеллект : учебное пособие / А. А. Жданов. — 4-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 362 с. — ISBN 978-5-9963-2540-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/70761

6. 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

7. Борзунов, С. В. Алгебра и геометрия с примерами на Python : учебное пособие для вузов / С. В. Борзунов, С. Д. Кургалин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-5489-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149336

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

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

- образовательные интернет-порталы;

- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

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

***6.1 Современные профессиональные базы данных:***

- https://arxiv.org;

- [https://github.com](https://github.com/)

- http://kaggle.com

***6.2. Информационные справочные системы***

*- https://docs.python.org;*

*- https://stackoverflow.com*

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

***7.1 Перечень программного обеспечения***

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office и *Ubuntu, Python, Pytorch, Tensorflow, numpy, opencv, matplotlib, Pillow*

**7.2 Информационные справочные системы**

*- https://docs.python.org;*

*- https://stackoverflow.com*

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

Для реализации дисциплины Введение в искусственный интеллект используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

3. Лаборатории;

4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;

- комплект jupyter notebooks с визуализацией материалов

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

Перечень результатов обучения по дисциплине Введение в искусственный интеллект 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:***

В ходе реализации дисциплины Введение в искусственный интеллект используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- выполнение лабораторных работ, их контроль и оценивание осуществляется по завершении каждой работы. Итогом из исполнения является демонстрация индивидуального задания-проекта, выполненного, в полном соответствии с предъявляемыми требованиями:

- устный опрос, при проведении занятий лекционного типа;

- активное участие в коллоквиуме с демонстрацией качества теоретических знаний по темам лекционных и самостоятельных занятий

По результатам текущей аттестации выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Для получения оценки «зачтено» необходимо посетить более 70% лекционных и лабораторных занятий, подготовить как минимум один доклад с презентацией.

***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине) проводится по завершению периода ее освоения (семестра) в два этапа: портфолио (1 этап) и экзамен (2 этап). Первый этап проходит в формате портфолио, в состав которого включаются все работы, выполненные студентом в ходе изучения дисциплины.

Экзамен проводится в форме контрольной работы. Обучающемуся предлагается продемонстрировать полученные навыки в ходе решения трех задач по глубокому обучению. Задачи экзамена носят комплексный характер, т.к. включает вопросы ситуационно-производственного, практического, а также научно-исследовательского содержания. Во время проведения экзамена студенту разрешается использовать десктопы, лаптопы и программное обеспечение удаленных серверов, реализующих фреймворки глубокого обучения. В процессе проверки экзаменационных задач студенту могут быть заданы дополнительные устные вопросы по темам дисциплины

Итоговая оценка определяется комбинацией оценки индивидуального проекта (портфолио) и экзамена. Результаты промежуточной аттестации 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 Введение в искусственный интеллект***

Таблица 9.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код компетенции** | **Результат обучения по дисциплине** | **Оценочное средство** |
| ПК-2 | Знание методов алгоритмизации, языки и технологий программирования, пригодных для практического применения в использовании искусственного интеллекта;  Знать математические основы глубокого обучения | Текущий контроль выполнения лабораторных работ.  Экзамен |
| Умение применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач в области искусственного интеллекта:  Умение анализировать недостатки различных вариантов решения поставленной задачи.  Уметь составлять программный код, реализующий модели глубокого обучения | Текущий контроль выполнения лабораторных работ.  Экзамен |
| Владение навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач в искусственного интеллекта;  Владеть методиками решения прикладные задачи с использованием моделей глубокого обучения. | Текущий контроль выполнения лабораторных работ.  Экзамен |

Таблица 9.1

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерий** | **Оценка** |
| **Портфолио**  Студентом выполнил все работы, включенные в состав изучаемой дисциплины, при этом он ;   * свободно применяет полученные знания при выполнении индивидуального лабораторного задания ; * выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; * при ответах на контрольные вопросы правильно понимает их сущность, дает точное определение и истолкование основных понятий, использует специальную терминологию дисциплины.   **Экзамен**  Студент продемонстрировал , полученные при изучении дисциплины навыки, в ходе решения трех задач по глубокому обучению. Все задачи решены правильно и самостоятельно, была проведена математическая обработка полученных результатов. | *Отлично* |
| **Портфолио**  Студентом выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практического лабораторного задания. Выполнил все работы, включенные в состав портфолио, при этом;   * недочеты, допущенные при выполнении практического лабораторного задания, студент может исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя; * при ответах на контрольные вопросы не допускает серьезных ошибок, легко устраняет отдельные неточности, но затрудняется в применении знаний в новой ситуации.   **Экзамен**  Все задачи решены самостоятельно, но допускались непринципиальные неточности. В ответе задачи имеют место несущественные ошибки, которые студент способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу. | *Хорошо* |
| **Портфолио**  Практическое лабораторное задание выполнено не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, при этом   * в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки; * студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму; * при ответах на контрольные вопросы правильно понимает их сущность, но в ответе имеются отдельные пробелы и при самостоятельном воспроизведении материала требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя.   **Экзамен**  Студент испытывал трудности и не полностью продемонстрировал навыки, полученные при изучении дисциплины, в ходе решения задач по глубокому обучению. Задачи решены не полностью, при их решении были допущены ошибки, которые были исправлены с помощью преподавателя. преподавателя. | *Удовлетворительно* |
| **Портфолио**  Практическое лабораторное задание выполнено не полностью или не выполнено совсем, при этом   * объем выполненной работы не позволяет сделать правильные выводы, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена; * на контрольные вопросы студент не может дать ответов, так как не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы.   **Экзамен**  Студент решил одну или совсем не решил ни одной из трех задач по глубокому обучению. Одна задача решена не полностью, при их решении были допущены ошибки, которые студент не может исправить даже с помощью преподавателя. | *Неудовлетворительно* |

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

***Требования к заданию - проекту***

Портфолио должно содержать результаты 1 выполненного задания-проекта по одной из тем на выбор:

- генеративная нейронная сеть для генерации естественных изображений;

- генеративная нейронная сеть для генерации изображений людей;

- сбор датасета и fine tuning нейронной сети с детекцией и локализацией объектов;

- создание собственной архитектуры глубокой нейронной сети для распознавания изображений

- решение проблемы ReID для изображений людей

- решение проблемы ReID для изображений объектов

- 3D парсинг сцены с использованием глубоких нейронных сетей

***Вопросы для коллоквиумов***

Что такое глубокое (машинное) обучение?

Что такое нейронная сеть, приведите примеры

Как работает персептрон?

Что такое нормализация данных и зачем она нам нужна?

Что такое гиперпараметры? Назовите несколько из них, которые используются в любой нейронной сети.

Что такое сверточная нейронная сеть?

Что такое машина Больцмана?

Что такое RNN?

Для чего нужен dropout?

Что такое тензоры?

С какими платформами глубокого обучения вы знакомы и насколько хорошо ими владее-те?

Какие проблемы глубокого обучения вы решали и как их решали?

Объясните повседневную работу инженера глубокого обучения.

Какой язык программирования или какие технологии нужно знать кому-то, чтобы стать инженером по глубокому обучению?

С какими общими проблемами сталкиваются инженеры глубокого обучения?

Какие предметы вы бы включили в однодневный ускоренный курс глубокого обучения и почему?

Когда дело доходит до обучения искусственной нейронной сети, в чем может быть при-чина, по которой потери не уменьшаются через несколько эпох?

Почему в нейронной сети важна инициализация веса?

Что лучше: мелкие сети или глубокие? Почему?

Почему для инициализации веса не рекомендуется нулевая инициализация?

Вы можете объяснить, что такое исчезающий градиент? Почему это вредно?

Как вы думаете, глубокое обучение работает лучше, чем не глубокое? Если да, то почему?

Можете ли вы привести несколько реальных примеров применения автокодировщиков?

Что такое контролируемые и неконтролируемые алгоритмы обучения в глубоком обуче-нии?

Как развернуть модель глубокого обучения?

Нужно ли нам извлекать признаки в глубоком обучении?

*Темы для рефератов*

- генеративная нейронная сеть для генерации естественных изображений;

- генеративная нейронная сеть для генерации изображений людей;

- сбор датасета и fine tuning нейронной сети с детекцией и локализацией объектов;

- создание собственной архитектуры глубокой нейронной сети для распознавания изображений

- решение проблемы ReID для изображений людей

- решение проблемы ReID для изображений объектов

- 3D парсинг сцены с использованием глубоких нейронных сетей

*Примеры задач для письменного экзамена*

Категория 1. Компетенция ПК-2.1.

Задание 1. Реализовать метод К-ближайших соседей (K-neariest neighbor classifier)

Перед выполнением задания:

• Запустите файл download\_data.sh, чтобы скачать данные, которые мы будем исполь-зовать для тренировки.

• Установите все необходимые библиотеки, запустив pip install -r requirements.txt (если раньше не работали с pip, вам сюда - https://pip.pypa.io/en/stable/quickstart/).

• Скачайте файл

https://github.com/sim0nsays/dlcourse\_ai/blob/master/assignments/assignment1/KNN.ipynb и следуйте инструкциям в ноутбуке.

Задание 2. Реализовать линейный классификатор

Перед выполнением задания:

• Запустите файл download\_data.sh, чтобы скачать данные, которые мы будем исполь-зовать для тренировки.

• Установите все необходимые библиотеки, запустив pip install -r requirements.txt (если раньше не работали с pip, вам сюда - https://pip.pypa.io/en/stable/quickstart/).

• Скачайте файл

https://github.com/sim0nsays/dlcourse\_ai/blob/master/assignments/assignment1/Linear classifier.ipynb и следуйте инструкциям в ноутбуке.

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**

**«Введение в искусственный интеллект»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа) | Дата и №  протокола Ученого совета ВКИ НГУ | Подпись  ответственного |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |