

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский

« 01 » июня 2021 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Глубокое обучение

Направление подготовки: 38.04.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Цифровые технологии в бизнесе

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Абдуллин А.И. (кафедра анализа данных и исследования операций, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), AdlAbdullin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способен использовать со-временные методы и программный инструментарий сбора, обработки и анализа данных для осуществления принятия решений, стратегического планирования и прогнозирования в профессиональной деятельности.
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- современные направления развития в области глубокого обучения в контексте сквозных цифровых технологий 'Большие данные' и 'Нейротехнологии и искусственный интеллект';
- математические структуры и принципы их обобщения на построение вычислительных блоков нейронных сетей и интеллектуальных систем;
- основы теории искусственных нейронных сетей, в том числе различные типы нейронных сетей и алгоритмы их обучения;
- современные методы обучения глубоких нейронных сетей.

Должен уметь:

- формализовать прикладную задачу и обоснованно выбирать архитектуру нейронной сети и метод ее обучения с учетом специфики поставленной задачи;
- создавать наборы данных для обучения, валидации и тестирования нейронной сети;
- создавать, проводить отладку программной реализации под поставленную задачу с учетом последних теоретических и практических достижений в области нейросетевых технологий;
- обосновывать выбор программного инструментария для реализации обучения и тестирования нейронной сети;
- оценивать качество обучения, используя различные метрики.

Должен владеть:

- современными методами глубокого обучения, в том числе TransferLearning;
- математическим аппаратом построения глубоких нейронной сети, методами оптимизации, в том числе SGD, SGD momentum, ADAM, RMSProp и т.п.;
- навыками сборки и запуска модулей слоев нейронной сети в режиме обучения, тестирования и инференса с помощью фреймворков глубокого обучения, таких как Keras, Tensorflow и PyTorch;
- облачными технологиями разработки и обучения нейросетевых моделей.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 38.04.05 "Бизнес-информатика (Цифровые технологии в бизнесе)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 32 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 76 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Искусственный интеллект, машинное и глубокое обучение	2	2	0	0	0	2	0	6
2.	Тема 2. Глубокие сети прямого распространения	2	2	0	0	0	2	0	8
3.	Тема 3. Регуляризация в глубоком обучении	2	2	0	0	0	2	0	8
4.	Тема 4. Оптимизация в обучении глубоких моделей	2	2	0	0	0	2	0	8
5.	Тема 5. Современные сверточные архитектуры. Автокодировщики.	2	2	0	0	0	2	0	12
6.	Тема 6. Рекуррентные нейронные сети. LSTM и GRU	2	2	0	0	0	2	0	12
7.	Тема 7. Генеративное глубокое обучение	2	2	0	0	0	2	0	12
8.	Тема 8. Глубокое обучение с подкреплением	2	2	0	0	0	2	0	10
	Итого		16	0	0	0	16	0	76

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Искусственный интеллект, машинное и глубокое обучение

Обобщенные определения основных понятий.

История развития машинного обучения.

Обучение представлению данных.

Обучение с учителем (supervised learning) .

Обучение без учителя (unsupervised learning)

Принцип действия глубокого обучения.

Области применения искусственного интеллекта.

Направления исследований ИИ.

Тема 2. Глубокие сети прямого распространения

Базовая архитектура нейронных сетей.

Архитектуры нейронных сетей для моделей бинарной классификации.

Архитектуры нейронных сетей для мультиклассовых моделей. Функция Softmax для случая многих классов

Фреймворк глубокого обучения Pytorch.

Фреймворк глубокого обучения Tensorflow.

Визуализация нейронной сети. TensorBoard. Общая структура сети. Методы, основанные на активации или на градиенте.

Тема 3. Регуляризация в глубоком обучении

Регуляризация параметров по норме L2 (регуляризация Тихонова).

L1-регуляризация (Lasso - регуляризация), ElasticNet.

Борьба с переобучением. Аугментация данных. Ранняя остановка. Прореживание сети. Dropout.

Регуляризация параметров по норме L2 (регуляризация Тихонова).

L1-регуляризация (Lasso - регуляризация), ElasticNet.

Борьба с переобучением. Аугментация данных. Ранняя остановка. Прореживание сети. Dropout.

Тема 4. Оптимизация в обучении глубоких моделей

Обучение нейронной сети. Функция потерь. Методы оптимизации. Стратегии градиентного спуска, регулирование скорости обучения, с импульсом (SGD momentum), RMSprop, Adam.

Обучение нейронной сети. Функция потерь. Методы оптимизации. Стратегии градиентного спуска, регулирование скорости обучения, с импульсом (SGD momentum), RMSprop, Adam.

Тема 5. Современные сверточные архитектуры. Автокодировщики.

Современные сверточные архитектуры.

Операция свертки.

Реализация сверточного слоя.

Автокодировщики.

Residual block, Inception block. Training head.

Технологии передачи обучения Transfer learning

Использование предобученных сетей.

Использование предобученных сетей. Использование предобученных сетей.

Тема 6. Рекуррентные нейронные сети. LSTM и GRU

Обработка последовательностей. Интеллектуальная обработка текстов.

Embedding. Архитектура рекуррентных нейронных сетей. Глубокие RNN.

Алгоритм распространения ошибки и архитектуры RNN (Recurrent Neural Network). Долгая краткосрочная память (Long short-term memory; LSTM) - особая разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способная к обучению долгосрочным зависимостям.

блоки GRU (Gated Recurrent Units) рекуррентных нейронных сетей.

Тема 7. Генеративное глубокое обучение

Современные архитектуры.

Вариационные автокодировщики.

Порождающие (генеративные) состязательные сети. Теория и практика GAN (Generative adversarial network).

Генератор, дискриминатор.

Обучение сети GAN.

Применение сетей GAN.

Сети DCGAN, CycleGAN.

Перенос стиля Neural style transfer.

Проблемы генеративно-состязательных сетей.

Тема 8. Глубокое обучение с подкреплением

Введение в обучение с подкреплением (Reinforcement Learning). Сигналы вознаграждения, сигналы подкрепления, ценности и ошибки

предсказания. Нейронный исполнитель-критик. Правила обучения критика и исполнителя. Подготовка игровой среды. Построение глубокой Q-сети (Deep Q- Network). Обучение и настройка сети.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Google Collaboratory - облачный сервис для машинного и глубокого обучения - <https://colab.research.google.com>

Kaggle - система организации конкурсов по исследованию данных и машинному обучению. -

<https://www.kaggle.com/>

Фреймворк глубокого обучения PyTorch. - <https://pytorch.org/>

Фреймворк глубокого обучения Tensorflow. - <https://www.tensorflow.org>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (блок-схемы и т.д.), которые использует преподаватель.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Во время лабораторных работ студенты сдают свои программы преподавателю. По каждой программе преподаватель спрашивает любой из теоретических вопросов по теме, а так же о любом использованном в коде модуле или функции. Рекомендуется вести лист учета отчетности по лабораторным работам. Структура этого листа следующая: - Фамилия Имя - группа - наименование дисциплины - далее таблица с полями: дата, номер лабораторной работы (задания), наименование лабораторного задания, цель и задачи лабораторной работы (задания), замечания преподавателя, подпись преподавателя.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа над учебным материалом является составной частью обучения студента. Она складывается из чтения конспекта лекций и учебника, решения практических задач, самопроверки и выполнения контрольных заданий. Кроме этого, студент может обращаться с вопросами к преподавателю для получения устной или письменной консультации.
экзамен	На экзаменах выясняется прежде всего отчётливое знание теоретических вопросов программы курса. При подготовке к экзамену студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на лабораторных работах, семинарах, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен. Экзамен состоит из двух типов заданий: - устный ответ по билетам; - практическое задание на компьютере.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 38.04.05 "Бизнес-информатика" и магистерской программе "Цифровые технологии в бизнесе".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 38.04.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Цифровые технологии в бизнесе

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Николенко С., Архангельская Е., Кадурын А. Глубокое обучение. учебник Спб -Питер 2021 ISBN 978-5-4461-1537-2
- 2 Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети учебник СПб.: Лань 2019 <https://e.lanbook.com/book/1221801>
- 3 Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории учебник Москва : Горячая линия-Телеком 2017 <https://e.lanbook.com/book/111043>
- 4 Басараб, М. А., Коннова Н. С. Интеллектуальные технологии на основе искусственных нейронных сетей учебное пособие Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана 2017 <https://e.lanbook.com/book/103496>
- 5 Барский А. Б. Введение в нейронные сети учебное пособие М.: Национальный Открытый Университет 'ИНТУИТ' 2016 <https://e.lanbook.com/book/1006841>

Дополнительная литература:

- 1 Барский А. Б. Логические нейронные сети учебное пособие М.: Национальный Открытый Университет 'ИНТУИТ' 2016 <https://e.lanbook.com/book/100630>
- 2 Хахаев И. А. Практикум по алгоритмизации и программированию на Python учебное пособие М.: Национальный Открытый Университет 'ИНТУИТ' 2016 <https://e.lanbook.com/book/100377>
- 3 Северенс Ч. Введение в программирование на Python учебное пособие М.: Национальный Открытый Университет 'ИНТУИТ' 2016 <https://e.lanbook.com/book/100703>
- 4 Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л., Рудинский И. Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы научное издание М.: Горячая линия - Телеком 2013 <https://ibooks.ru/reading.php?productid=334029>

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 38.04.05 - Бизнес-информатика

Профиль подготовки: Цифровые технологии в бизнесе

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.