

1. Основные характеристики программы

Соответствие профессиональным стандартам	Программа составлена с учетом профессионального стандарта «Специалист по большим данным», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 06.06.2020 № 405н
Соответствие квалификационным требованиям	Программа составлена с учетом постановления Минтруда России от 21.08.1998 № 37 «Общепрофессиональные квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях» и приказа Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 № 1н «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих» раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования»
Категория слушателей	Лица, имеющие или получающие высшее или среднее профессиональное образование
Срок обучения	72 часа
Форма обучения	очная

2. Цель реализации программы: приобретение компетенций решения задач в профессиональной деятельности научных сотрудников, преподавателей образовательных организаций, инженеров и технологов с использованием систем искусственного интеллекта.

3. Требования к результатам обучения

Слушатель, освоивший программу, должен:

3.1. Обладать следующими компетенциями:

- Способность использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности в качестве научных сотрудников, преподавателей образовательных организаций высшего образования, инженеров, технологов;
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области моделирования и анализа сложных естественных и искусственных систем

3.2. Знать:

- теоретические основы анализа данных и машинного обучения;
- специфику работы алгоритмов машинного обучения;
- принципы обучения и применения нейронных сетей;
- архитектуры глубоких нейронных сетей, применяемых в решении практических задач связанных с анализом изображений и текстов;
- теоретические основы и алгоритмы обучения с подкреплением;

- применение обучения с подкреплением для практических задач.

3.3. Уметь:

- применять методы машинного обучения, подготавливать данные и интерпретировать результаты;
- настраивать необходимое окружение для работы с нейронными сетями;
- применять и дообучать предобученные нейронные сети из доступных библиотек;
- осуществлять выбор и реализацию алгоритмов обучения с подкреплением с учетом специфики задачи;
- осуществлять адаптацию и настройку алгоритмов обучения с подкреплением под определенную среду.

3.4. Владеть:

- навыками изучения новых трендов в своей профессиональной отрасли, рассмотрения их с точки зрения применения в своей деятельности;
- навыками оценивания применимости алгоритмов, возможных рисков и последствий ошибок, нахождения оптимальных решений для рабочих задач;
- навыками проведения полного цикла вычислительного эксперимента, отражения хода выполнения проекта и получения результатов в отчетах и документации;
- навыками использования существующих программных библиотек и моделей, создания программных реализаций глубоких нейронных сетей;
- навыками использования существующих программных библиотек и моделей, создания программных реализаций на основе алгоритмов обучения с подкреплением.

4. Содержание программы

Календарный учебный график

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего календарного года.

Форма обучения	Ауд. часов в день	Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев)
очная	4	5 месяцев

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы повышения квалификации
«Системы искусственного интеллекта»

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	В том числе		Формы контроля
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6
1	Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными	30	16	14	
2	Системы глубокого обучения	24	16	8	
3	Обучение с подкреплением	16	12	4	
	Итоговая аттестация	2		2	Зачет
	Итого	72	44	28	

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

программы повышения квалификации
«Системы искусственного интеллекта»

Раздел 1. Введение в искусственный интеллект и основные методы машинного обучения для работы с табличными данными (30 ч.)

1. Основные задачи систем искусственного интеллекта. Классификация, кластеризация, регрессия. Типы машинного обучения: с учителем, без учителя, с частичным привлечением учителя, обучение с подкреплением. Математические основы машинного обучения: математическая статистика, линейная алгебра и математический анализ. Программные средства машинного обучения. Язык Python.
2. Классификация на примере алгоритма k-ближайших соседей (kNN). Быстрый поиск ближайших соседей. Метрики оценки классификации: полнота, точность, F1, ROC, AUC. Валидационная и тестовая выборка. Кросс-валидация. Работа с категориальными признаками. Линейные модели для классификации. Перцептрон, логистическая регрессия, полносвязные нейронные сети, стохастический градиентный спуск и обратное распространение градиента. Регуляризация линейных моделей классификации. Алгоритмы, основанные на применении решающих деревьев. Критерии разделения узла: информационный выигрыш, критерий Джини. Ансамбли решающих деревьев: случайный лес, градиентный бустинг. Метод опорных векторов. Прямая и обратная задача. Определение опорных векторов. Ядерный трюк. Наивный

байесовский классификатор. Методы оценки распределения признаков. EM-алгоритм на примере смеси гауссиан.

- Регрессия. Метрики оценки регрессии: MSE, MAE, R2 – коэффициент детерминации. Линейная регрессия, полиномиальная регрессия. Переобучение и регуляризация, гребневая регрессия, LASSO, Elastic Net.
- Кластеризация. k-means, k-means++, DBSCAN, агломеративная кластеризация. Метрики оценки кластеризации.
- Методы безградиентной оптимизации: случайный поиск, hill climb, отжиг, генетический алгоритм.

Раздел 2. Системы глубокого обучения (24 ч.)

- Нейронные сети. Функции ошибки нейронных сетей и обучение с помощью обратного распространения градиента. Понятие батча и эпохи.
- Работа с изображениями с помощью нейронных сетей. Сверточные нейронные сети. Операции свертки, max-pooling. Популярные архитектуры сверточных нейронных сетей: AlexNet, VGG, Inception (GoogLeNet), ResNet. Трансферное обучение.
- Обработка текстов. Работа с естественным языком с помощью нейронных сетей. Векторные представления для текста: word2vec, skipgram, CBOW, fasttext. Рекуррентные нейронные сети, LSTM, GRU. Трансформеры, BERT, GPT.

Раздел 3. Обучение с подкреплением (16 ч.)

- Понятия агента, среды, состояния, действий и награды. Функция ценности состояния (Value function) и функция качества действия (Qfunction). Оптимизация стратегии с помощью максимизации функций ценности и качества. Q-обучение.
- Глубокое обучение с подкреплением. Deep Q-Networks, Actor-critic. REINFORCE, A2C, PPO, DDPG.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
1	2	3	4
1	1	Методы работы с таблицами в Python. Агрегация и визуализация данных. Проведение первичного анализа данных.	4
	2	Использование и сравнение алгоритмов классификации: kNN, решающие деревья и их ансамбли, логистическая регрессия.	4
	3	Использование и оценка алгоритмов регрессии. Подбор оптимальных параметров регрессии.	4
	5	Оптимизационные задачи и их решения. Подбор гиперпараметров алгоритма с помощью методов оптимизации.	2
2	2	Классификация изображений и трансферное обучение.	4
	3	Работа с текстами и их векторными представлениями.	4
3	2	Применение Q-Networks для решения простых окружений.	4

5. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
1	2	3
Лаборатории 332, 341, 343, 345, 347, 351, 353 учебного здания № 7 (кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления), ул. Б.Красная, 55	Лекции	Проектор, персональный компьютер для обеспечения работы проектора, проекционный экран, доска
Лаборатории 332, 341, 343, 345, 347, 351, 353 учебного здания № 7 (кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления), ул. Б.Красная, 55	Практические и лабораторные занятия	Персональные компьютеры под управлением операционной системы Microsoft Windows или Linux, язык программирования Python, среда программирования для языка Python, программные библиотеки OpenCV, PyTorch, TensorFlow, Keras, OpenAI Gym.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение программе

6.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Агарвал, Ч. Нейронные сети и глубокое обучение: учебный курс: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2020.
2. Бишоп, К.М. Распознавание образов и машинное обучение / Кристофер М. Бишоп ; перевод с английского Д. А. Ключина. – Москва ; Санкт-Петербург : Диалектика, 2020.
3. Грессер, Л. Глубокое обучение с подкреплением: теория и практика на языке Python / Л. Грессер, Л.В. Кенг. – СПб.: Питер, 2022.
4. Груздев, А.В. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics, R и Python. Метод деревьев решений и случайный лес. Цветное издание / А.В. Груздев. – М.: ДМК Пресс, 2017.
5. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвиль. – М.: ДМК Пресс, 2017.
6. Кэлер, А. Изучаем OpenCV 3 / А. Кэлер, Г. Брэдки. – М.: ДМК Пресс, 2017.
7. Мэрфи, К.П. Вероятностное машинное обучение: введение / К.П. Мэрфи; пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2022.
8. Николенко, С. Глубокое обучение / С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская. – СПб.: Питер, 2018.
9. Орельен, Ж. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем, 2-е изд.: Пер. с англ. / Ж. Орельен. – СПб.: ООО «Альфа-книга», 2020.
10. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации: Пер. с польск. / С. Осовский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2017.
11. Джоши, П. Искусственный интеллект с примерами на Python: Пер. с англ. / П. Джоши. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019.
12. Протодьяконов, А.В. Алгоритмы Data Science и их практическая реализация на Python: учебное пособие / А.В. Протодьяконов, П.А. Пылов, В.Е. Садовников. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022.
13. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход, 4 изд., тома 1-3: Пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг. – М.: ООО «Диалектика», 2021.

14. Рашка, С. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2, 3-е изд.: Пер. с англ. / С. Рашка, В. Мирджалили. – СПб.: ООО «Диалектика», 2020.
15. Саттон, Р.С. Обучение с подкреплением: Введение. 2-е изд. / Р.С. Саттон, Э.Дж. Барто; пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2020.
16. Уиндер, Ф. Обучение с подкреплением для реальных задач: Пер. с англ. / Ф. Уиндер. – СПб: БХВ-Петербург, 2023.
17. Флак, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают данные из знаний: Пер. с англ. / П. Флак. – М.: ДМК Пресс, 2015.
18. Шалев-Шварц, Ш. Идеи машинного обучения: от теории к алгоритмам / пер. с англ. А.А. Слинкина / Ш. Шалев-Шварц, Ш. Бен-Давид. – М.: ДМК Пресс, 2019.

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Афонин В., Макушкин В. Интеллектуальные робототехнические системы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/46/46/info>
2. Введение в разработку мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/10621/1105/info>
3. Воронцов К.В. Машинное обучение [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.machinelearning.ru>
4. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/2265/243/info>
5. Официальный сайт библиотеки OpenCV [Электронный ресурс]. – URL: <https://opencv.org/>
6. Сотник С. Проектирование систем искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/1122/167/info>
7. Технологии анализа данных [Электронный ресурс]. – URL: <https://basegroup.ru/>
8. Open Machine Learning Course [Электронный ресурс]. – URL: <https://mlcourse.ai>
9. Введение в Data Science и машинное обучение [Электронный ресурс]. – URL: <https://stepik.org/course/4852/promo>
10. Level up with the largest AI & ML community [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kaggle.com/>

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе

1. Программно-аппаратные средства подготовки и демонстрации презентаций.
2. Программно-аппаратное обеспечение лабораторных работ.
3. Образовательные ресурсы КНИТУ-КАИ.
4. Образовательные ресурсы сети Интернет.

7. Оценка качества освоения программы

Контроль освоения программы осуществляется в виде итоговой аттестации по результатам рассмотрения выпускной работы, подготовленной по теме одного из разделов направления повышения квалификации.

Выпускная работа выполняется слушателем самостоятельно. Результаты ее выполнения представляются в виде оформленного документа. Окончательная оценка качества освоения программы осуществляется руководителем работы после изучения материалов выпускной работы и выражается в оценке «Зачтено» или «Незачтено». Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку «Зачтено».

Для получения оценки «Зачтено» выпускная работа должна удовлетворять следующим критериям:

1. Понимание рассмотренных в ходе выполнения работы технологий искусственного интеллекта;
2. Качественное оформление результатов работы;
3. Полнота и глубина рассмотрения вопросов по теме работы;
4. Качество доклада по результатам выполнения работы;
5. Качество ответов на вопросы по работе.

Оценка «Незачтено» выставляется за слабое и неполное освещение темы работы, отсутствие обоснования принимаемых решений при выполнении работы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие ответов на вопросы во время представления работы.

Типовые темы выпускных работ:

1. Байесовская классификация в интеллектуальных информационных системах;
2. Интеллектуальный анализ больших данных;
3. Классификация на основе машин опорных векторов в интеллектуальных информационных системах;
4. Методы обучения без учителя в интеллектуальных информационных системах;
5. Методы принятия решений в интеллектуальных системах управления;
6. Представление знаний в интеллектуальных системах управления;
7. Нейросетевые технологии анализа изображений;
8. Нейросетевые технологии анализа текстовой информации;
9. Технологии анализа данных в интеллектуальных системах;
10. Технологии глубокого обучения в системах компьютерного зрения;
11. Технологии интеллектуального поиска;
12. Технологии контекстного поиска изображений;
13. Технологии машинного обучения в системах архивации данных;
14. Технологии машинного обучения в робототехнических системах;
15. Методы обучения с подкреплением в системах управления автономными мобильными роботами;
16. Технологии технического зрения в управлении интеллектуальными роботами;
17. Машинное обучение в системах предиктивной аналитики;
18. Объяснимый искусственный интеллект;
19. Методы интеллектуального анализа данных в геоинформационных системах;
20. Аугментация данных для обучения глубоких нейронных сетей.

8. Кадровые условия реализации программы

В реализации программы принимают участие профессорско-преподавательский состав, научные сотрудники и инженерно-технические работники КНИТУ-КАИ.

9. Разработчики и составители программы

Шлеймович М.П., заведующий кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления