

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшая школа компьютерных наук и искусственного интеллекта

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программные средства разработки систем искусственного интеллекта

Шифр: 02.03.02

**Направление подготовки: Фундаментальная информатика и информационные
технологии**

Профиль: Программная инженерия в искусственном интеллекте

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2023

Лист согласования

Составитель: Верещагин Михаил Дмитриевич, к.ф.-м.н, директор Высшей школы компьютерных наук и искусственного интеллекта

Рабочая программа утверждена на заседании Учебно-методического совета (УМС)

Протокол № 33 от «27» октября 2023 г.

Профессор, д.ф.-м.н.,
руководитель ОНК «Институт высоких технологий»

А.В. Юров

Директор высшей школы компьютерных наук
и искусственного интеллекта

М.Д. Верещагин

Руководитель ОПОП ВО

С.С. Головин

Содержание

1. Наименование дисциплины «Программные средства разработки систем искусственного интеллекта».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: Программные средства разработки систем искусственного интеллекта.

Цель дисциплины: охват основ обучения с учителем и без учителя в контексте глубоких архитектур.

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

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-11. Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла (соответствует ОПК-2 Модели)	ПК-11.1. Использует основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла ПК-11.2. Решает задачи управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	Знать: основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла Уметь: управлять проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла Владеть: навыками управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Программные средства разработки систем искусственного интеллекта» представляет собой дисциплину обязательной части (Б1.В.ДВ.03) направления подготовки бакалавриата 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», профиль «Программная инженерия в искусственном интеллекте».

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством

электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
•	Архитектуры свёрточных нейронных сетей	чемпионы ImageNet и их «родственники» LeNet, AlexNet, VGG, GoogLeNet / Inception, ResNet, Inception-v2-v4, SENet, Highway Net, Xception. ResNet: почему работает. Классические архитектуры в наши дни. другие архитектуры Network in Network (NiN), Deep Networks with Stochastic Depth, FractalNet, Fractal of FractalNet, DenseNets, ResNeXt, MultiResNet, PolyNet, HyperNets, EfficientNet, MobileNet, SqueezeNet, ShuffleNet, FBNet (+NAS), WideResNets, RevNet, iRevNet, NFNets , ConvNeXt.
•	Рекуррентные нейросети	RNN (базовый блок). RNN: обучение. RNN: как решать задачи классификации. LSTM. Забывающий гейт (Forget Gate). Входной гейт (Input Gate). Обновление состояния (Cell update). Выходной гейт (Output Gate). Gated Recurrent Unit (GRU). Метод форсирования учителя (teacher forcing). Scheduled sampling. Двухнаправленные (Bidirectional) RNN. Глубокие (Deep) RNN. Глубокие двухнаправленные RNN. Многонаправленные RNN. Пиксельные RNN. Рекурсивные (Recursive Neural Networks) HC. Exploding /

		<p>Vanishing gradients. Особенности регуляризации в RNN: Dropout. Особенности регуляризации в RNN: Batchnorm. MI (Multiplicative Integration). Интерпретация LSTM: Sentiment neuron. Применение RNN.</p>
•	Анализ текстов	<p>Задачи с текстами. Данные. Понимания языка (Language Understanding). Свёрточные модели для текста. Dynamic Convolutional Neural Network. Very Deep Convolutional Networks for Text Classification. Сравнение CNN vs RNN. CNN + LSTM = C-LSTM. CNN + LSTM = LSTM-CNNs-CRF. Модель seq2seq. Обобщения seq2seq. Механизм внимания. Виды внимания. Способы представления слов: классические: ONE, counts, LSA, кластеризация, LDA. Вложение слов в непрерывное пространство (embedding). word2vec: CBOW, skip-gram. Negative Sampling. Ближайшие соседи. Операции над представлениями слов. Fasttext. Glove: Global Vectors for Word Representation. Contextualized Word Embeddings. Embeddings in Tag LM. CoVe = Contextual Word Vectors. ELMo: Embeddings from Language Models. FLAIR: Contextual String Embeddings for Sequence Labelling. Представление текстов. Distributed Memory Model of Paragraph Vectors (Doc2Vec / paragraph2vec). The skip-thoughts model. Предтренировка автокодировщика (Autoencoder pretraining). Supervised sentence embeddings. StarSpace. Deep Averaging Network (DAN). Universal Sentence Encoder. DSSM. Случайный кодировщик. InferSent – Supervised sentence embedding. SentenceBERT. TSDAE: предтренировка трансформера без меток с шумоподавляющим автокодировщиком. BERTScore – оценка схожести предложений. Бонус: сексизм в представлениях.</p>
•	Трансформер	<p>attention / self-attention – матричная запись. Transformer: Основная идея «Parallelized Attention». Transformer: виды внимания. Особенности обучения трансформера. BERT = Bidirectional Encoder Representations from Transformers. RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach. SpanBERT. ALBERT = A Lite BERT. T5: Text-To-Text Transfer Transformer. ELECTRA = Efficiently Learning an Encoder that Classifies Token Replacements Accurately. Моделирование языка (Language Modeling). Параметрическое оценивание. Немарковские модели. RNN-моделирование языка. Подходы</p>

		к генерированию. Beam Search (метод луча). ULMfit. ERNIE (Enhanced Representation through kNowledge IntEgration). GPT / GPT-2 / GPT-3. Нейронная дегенерация текстов. Стратегии семплирования. Unlikelihood training. Извлечение обучающих данных (на примере GPT-2).
•	Pytorch	Тензоры. Предобработка данных, нейросети. Задачи с изображениями: Классификация, Локализация, Детектирование, Сегментация, Преобразование изображений, Восстановление объектов. Классификация изображений – почему нетривиальная задача, решение, проблемы. Детектирование объектов: R-CNN, Spatial Pyramid Pooling (SPP-net), Fast R-CNN, Faster R-CNN, YOLO, SSD. Selective Search. Метрики качества. Non Maximum Suppression (NMS). Сегментация объектов: Mask R-CNN. Feature Pyramid Networks (FPN). Детектирование объектов: R-FCN. FCOS: Fully Convolutional One-Stage Object Detection.
•	Генеративные состязательные сети	Генератор и дискриминатор. Что могут GAN. Adversarial idea. GAN: обучение – min-max-игра. Настройка GAN, советы по настройке GAN. Нестабильность «non-saturating game». GAN: первые примеры. Обучение GAN: проблемы на практике. Least Square GAN (LSGAN). Hinge loss based GAN. Wasserstein GAN (WGAN). WGAN-GP. Спектральная нормировка (Spectral Normalization): SN-GAN. Maximum Mean Discrepancy (MMD). f-GAN. Relativistic GANs (RGANs). GAN: проблемы – Mode-Collapse. Energy-Based GAN (EBGAN). Как оценивать качество (сгенерированные картинки): Inception score (IS), Mode score (MS), Fréchet Inception Distance (FID), Structural similarity (SSIM). Kernel MMD (Maximum Mean Discrepancy). The Wasserstein distance. The 1-Nearest Neighbor classifier. Сравнение метрик качества

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Тема лекции
•	Архитектуры свёрточных	Лекция 1 «Архитектуры свёрточных

	нейронных сетей	нейронных сетей»
•	Рекуррентные нейросети	Лекция 2 «Рекуррентные нейросети»
•	Анализ текстов	Лекция 3 «Анализ текста»
•	Трансформер	Лекция 4 «Трансформер»
•	Pytorch	Лекция 5 «Pytorch»
•	Генеративные состязательные сети	Лекция 6 «Генеративные состязательные сети»

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. Архитектуры свёрточных нейронных сетей
2. Рекуррентные нейросети
3. Анализ текстов
4. Трансформер
5. Pytorch
6. Генеративные состязательные сети

Требования к самостоятельной работе обучающихся

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на лабораторных занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы

в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Лабораторные занятия.

На лабораторных занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контроли-	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
--	------------------	---

	руемой компетенции (или её части)	текущий контроль по дисциплине
Архитектуры свёрточных нейронных сетей	ПК-11	Опрос
Рекуррентные нейросети	ПК-11	Опрос
Анализ текстов	ПК-11	Опрос
Трансформер	ПК-11	Опрос
Pytorch	ПК-11	Опрос
Генеративные состязательные сети	ПК-11	Опрос

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

В качестве оценочных средств текущего контроля успеваемости предусмотрены: коллоквиум

Темы:

1. Стохастический градиентный спуск.
2. Алгоритм обратного распространения ошибки.
3. Стандартные модели глубинного обучения: полносвязная сеть, свёрточная сеть, LSTM
4. Метод регуляризации dropout, батч нормализация.
5. EM-алгоритм для обучения вероятностных моделей со скрытыми переменными.
6. Трюк производной логарифма и трюк репараметризации.
7. Трюк Gumbel-softmax.
8. Алгоритм Q-обучения.
9. Алгоритм Reinforce.
10. Генеративно-состязательная сеть.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Стохастическая оптимизация. Стохастический градиентный спуск, метод Adagrad, метод ADAM.
2. Автоматическое дифференцирование: проход вперёд и назад. Вычисление произведения гессиана на произвольный вектор. Алгоритм обратного распространения ошибки.
3. Сети прямого распространения. Модель автокодировщика. Примеры применения. Регуляризация в глубоких сетях: Dropout, BatchNormalization.
4. Свёрточные нейронные сети. Модели AlexNet, VGG, Inception, ResNet.
5. Локализация и детекция объектов на изображении. Методы R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN.
6. Рекуррентные нейронные сети, процедура обучения. Проблема затухающих и взрывающихся градиентов, способы её решения. Модели LSTM, GRU. Применение рекуррентных сетей для решения практических задач.
7. Решение задачи машинного перевода. Модель Seq2seq. Механизм внимания.

8. Вероятностные модели со скрытыми переменными, EM-алгоритм. Вероятностная модель главных компонент.
9. Модель вариационного автокодировщика. Трюк репараметризации.
10. Перенесение стиля на изображениях.
11. Обучение с подкреплением. Примеры практических задач. Q-обучение. Модель DQN.
12. Обучение политики в обучении с подкреплением. Алгоритм REINFORCE. Подход Actor-Critic.
13. Генеративно-состязательные сети. Модель DCGAN. Примеры применения.
14. Задача структурного предсказания. Объединение структурного метода опорных векторов и нейронных сетей для задачи классификации последовательностей.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетвори	Репродуктивн	Изложение в пределах	удовлетвор		55-70

тельный (достаточны й)	ая деятельность	задач теоретически практически контролируемого материала	курса и	ительно		
Недостаточн ый	Отсутствие удовлетворительного уровня	признаков	неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55	

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Коул Анирад. Искусственный интеллект и компьютерное зрение. Реальные проекты на Python, Keras и TensorFlow. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). - Санкт-Петербург : Питер, 2023. - 624 с. - ISBN 978-5-4461-1840-3. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/386799/reading> (дата обращения: 18.11.2023). - Текст: электронный.
2. Пол Дейтел. Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления. - Санкт-Петербург : Питер, 2021. - 864 с. - ISBN 978-5-4461-1432-0. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/371701/reading> (дата обращения: 18.11.2023). - Текст: электронный.
3. Бруссард М. Искусственный интеллект: Пределы возможного / Пер. с англ. / М. Бруссард. - Москва : Альпина, 2020. - 362 с. - ISBN 978-5-00139-080-0. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/375546/reading> (дата обращения: 18.11.2023). - Текст: электронный.

Дополнительная литература

- Шолле, Ф. Глубокое обучение с R и Keras / Ф. Шолле ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 646 с.
- Ферлитш, Э. Шаблоны и практика глубокого обучения / Э. Ферлитш ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 538 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- ЭБС IBOOKS.RU
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантиана (<https://elib.kantiana.ru/>)

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа;
- установленное на рабочих местах обучающихся ПО: Microsoft Windows 10, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- GNU C++;
- Oracle Java;
- Deductor.
- среда разработки (JVE), компилятор (JVK) и виртуальная машина для исполнения кода (JVM) фирмы Oracle.
- Python 2.7.15 (Anaconda2 5.2.0 64-bit)
- Python 3.6.5 (Anaconda3 5.2.0 64-bit)

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.