

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Дополнительные главы машинного обучения

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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): старший преподаватель, б/с Лукьяничева Е.О. (Кафедра программной инженерии, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), EOLukyanchicheva@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-11	Способность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития технологий искусственного интеллекта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать:

современные архитектуры и методы глубокого обучения (трансформеры, графовые сети, диффузионные модели);
методы обучения с ограниченными данными;
подходы к интерпретируемости и надежности моделей

Должен уметь:

Уметь:

подбирать и адаптировать методы ML под исследовательскую задачу;
использовать фреймворки PyTorch / TensorFlow для реализации современных моделей;
оценивать устойчивость и интерпретируемость решений.

Должен владеть:

Владеть:

практическими навыками проектирования и валидации ML-систем;
навыками исследовательского анализа научных публикаций;
инструментами подготовки и защиты мини-проекта.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Цифровая аналитика и инженерия данных)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений. Осваивается на 3 курсе в 5 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение: ограничения базовых методов, новые вызовы ML	5	0	0	0	0	8	0	8
2.	Тема 2. Современные архитектуры DL (ResNet, EfficientNet, Transformers, Vision Transformers)	5	0	0	0	0	12	0	12
3.	Тема 3. Вероятностные модели и байесовский подход	5	0	0	0	0	12	0	12
4.	Тема 4. Обучение с ограниченными данными (meta-learning, few-shot, self-supervised)	5	0	0	0	0	14	0	14
5.	Тема 5. Интерпретируемость и надежность моделей (Explainable AI, adversarial robustness)	5	0	0	0	0	14	0	14
6.	Тема 6. Специализированные направления: GNN, VAE, GAN, Diffusion models	5	0	0	0	0	12	0	12
	Итого		0	0	0	0	72	0	72

4.2 Содержание дисциплины (модуля)**Тема 1. Введение: ограничения базовых методов, новые вызовы ML**

1. Введение: ограничения базовых методов, новые вызовы ML

Описание:

Раздел посвящен осмыслению пределов классического машинного обучения, рассмотрению проблем масштабируемости, работы с большими и ограниченными данными, необходимости интерпретируемости моделей. Вводится мотивация для изучения современных подходов.

Темы:

Ограничения базовых алгоритмов (регрессия, деревья, базовые нейросети).

Вызовы: big data, few-shot learning, устойчивость к шуму, интерпретируемость.

Современные исследовательские направления в ML.

Тема 2. Современные архитектуры DL (ResNet, EfficientNet, Transformers, Vision Transformers)

2. Современные архитектуры глубокого обучения (DL)

Описание:

Знакомство с передовыми архитектурами нейронных сетей, применяемыми в компьютерном зрении, NLP и мультимодальных задачах. Акцент на глубокие сверточные сети, остаточные архитектуры и трансформеры.

Темы:

ResNet и идея остаточного обучения.

EfficientNet и автоматический подбор архитектур.

Трансформеры: принцип self-attention.

Vision Transformers и их применение в изображениях.

Текущие тренды архитектур (Multimodal, Large Language Models).

Тема 3. Вероятностные модели и байесовский подход

3. Вероятностные модели и байесовский подход

Описание:

Раздел охватывает методы вероятностного моделирования, важные для оценки неопределенности, построения устойчивых моделей и анализа сложных зависимостей.

Темы:

Графовые вероятностные модели.

Байесовский вывод: точный и приближенный.

Вариационный вывод и вариационные автоэнкодеры (VAE).

Байесовские нейронные сети.

Применение: медицина, риск-анализ, прогнозирование.

Тема 4. Обучение с ограниченными данными (meta-learning, few-shot, self-supervised)

4. Обучение с ограниченными данными

Описание:

Фокус на методах, позволяющих обучать модели при недостатке данных или наличии шума. Включает meta-learning, few-shot и self-supervised подходы.

Темы:

Few-shot и one-shot learning.

Meta-learning: идея "обучения учиться".

Self-supervised learning: контрастивные методы (SimCLR, MoCo, BYOL).

Semi-supervised learning.

Применение: медицинские данные, малые выборки в науке и промышленности.

Тема 5. Интерпретируемость и надежность моделей (Explainable AI, adversarial robustness)

5. Интерпретируемость и надежность моделей

Описание:

Задачи прозрачности и устойчивости ML-моделей. Рассматриваются методы объяснения предсказаний и проблемы adversarial атак.

Темы:

Explainable AI: LIME, SHAP, Anchors.

Интерпретация глубоких моделей (attention visualization, saliency maps).

Adversarial attacks: FGSM, PGD.

Методы защиты: adversarial training, robust optimization.

Регуляторные и этические аспекты интерпретируемости.

Тема 6. Специализированные направления: GNN, VAE, GAN, Diffusion models

6. Специализированные направления: GNN, VAE, GAN, Diffusion models

Описание:

Изучение ключевых современных парадигм ML для сложных данных (графы, изображения, последовательности). Сравнение генеративных подходов.

Темы:

Graph Neural Networks: основы, Graph Convolutional Networks, применения.

Вариационные автоэнкодеры (VAE): теория и практика.

Генеративно-состязательные сети (GAN): архитектуры, условные GAN, CycleGAN.

Диффузионные модели: принципы и отличие от GAN.

Применение: генерация изображений, молекулярный дизайн, синтез данных.

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 №14-55-99бин/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 Colab - <https://colab.research.google.com/>

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

scikit-learn - https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Выполняются в компьютерных классах или облачных средах (Google Colab, Jupyter Notebook). Каждая работа содержит постановку задачи, код и интерпретацию результатов. Студент обязан подготовить окружение, реализовать алгоритмы с применением библиотек ML (PyTorch, scikit-learn, HuggingFace) и

защитить работу устным пояснением.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Включает подготовку к лабораторным, изучение литературы и онлайн-материалов, а также выполнение исследовательских заданий и мини-проектов (например, участие в Kaggle или анализ научной статьи). Рекомендуется вести ноутбуки или GitHub-репозиторий с результатами. Отчёты проверяются преподавателем и обсуждаются на занятиях.
экзамен	Состоит из двух частей: устный опрос и практическая задача на компьютере. В устной части студент отвечает на вопросы по основным темам дисциплины, демонстрируя знание теории и умение системно рассуждать. Практическая часть предполагает реализацию модели или анализ данных в Python. Оцениваются корректность, полнота и интерпретация решения.

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.

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 09.03.04 "Программная инженерия" и профилю подготовки "Цифровая аналитика и инженерия данных".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.02.01 Дополнительные главы машинного обучения

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Лакшманан В. Машинное обучение. Паттерны проектирования: пер. с англ. / В. Лакшманан, С. Робинсон, М. Мунн. / В. Лакшманан. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-9775-6797-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/385740> (дата обращения: 22.12.2023). - Текст: электронный.
2. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 401 с. - Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". - ISBN 978-5-89818-300-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898183004.html> (дата обращения: 22.12.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Вьюгин, В. В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования : учебное пособие / В. В. Вьюгин. - Москва : Московский центр непрерывного математического образования, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-4439-2014-6. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/56397> (дата обращения: 22.12.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Рашка С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения: практическое пособие / Рашка С. - Москва: ДМК Пресс, 2017. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-409-0 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604090.html> (дата обращения: 22.12.2023). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Элбон Крис. Машинное обучение с использованием Python. Сборник рецептов: пер. с англ. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2019. - 384 с. - ISBN 978-5-9775-4056-8. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/366635> (дата обращения: 22.12.2023). - Текст: электронный.
2. Масис С. Интерпретируемое машинное обучение на Python: пер. с англ. / С. Масис. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2023. - 640 с. - ISBN 978-5-9775-1735-5. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/389646> (дата обращения: 22.12.2023). - Текст: электронный.
3. Бринк Хенрик. Машинное обучение. - (Серия 'Библиотека программиста'). - Санкт-Петербург : Питер, 2018. - 336 с. - ISBN 978-5-496-02989-6. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/355472> (дата обращения: 22.12.2023). - Текст: электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.02.01 Дополнительные главы машинного обучения

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

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.