Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института математики

и информационных технологий

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.В. Журавлев

«29» октября 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код модуля** | **Модуль** |
| М.1.2 | Основы машинного обучения и искусственного интеллекта |

**Барнаул, 2021**

|  |  |
| --- | --- |
| **Перечень сведений о рабочей программе модуля** | **Учетные данные** |
| **Образовательная программа**  Инженерия искусственного интеллекта | **Код ОП**  09.04.01 |
| **Направление подготовки**  Информатика и вычислительная техника | **Код направления и уровня подготовки**  09.04.01 |

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института математики и информационных технологий**

Протокол №3 от 28.09.2021 г.

1. **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы машинного обучения и искусственного интеллекта** 
   1. **Аннотация содержания модуля**

Модуль состоит из дисциплин: «Математические основы искусственного интеллекта» и «Машинное обучение».

Целью освоения дисциплины «Математические основы искусственного интеллекта» является усвоение студентами аппарата высшей математики, наиболее востребованного в области наук о данных и приложений искусственного интеллекта. Развить алгоритмические навыки при решении формализованных задач, изучить математические методы исследования функциональных систем, дать фундаментальную математическую подготовку, необходимую для изучения дисциплин, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Целью освоения дисциплины «Машинное обучение» является освоение студентами основных вопросов теории вероятности, методов оптимизации и стохастических процессов для дальнейшего применения в разработке алгоритмов машинного обучения.

Для того чтобы уверенно решать задачи анализа данных и создавать собственные продукты в области искусственного интеллекта, мало владеть основными методами машинного обучения и нейронных сетей: важно понимать и уметь применить в работе законы математики и статистики у них "под капотом".

* 1. **Структура и объем модуля**

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения** | **Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах** |
| 1. | Машинное обучение | 9 з.е., 324 час. |
| 2. | Математические основы искусственного интеллекта | 6 з.е., 216 час. |
| ИТОГО по модулю: | | 15 з.е., 540 час. |

* 1. **Последовательность освоения модуля в образовательной программе**

|  |  |
| --- | --- |
| **Пререквизиты модуля** | *отсутствуют* |
| **Постреквизиты и корреквизиты модуля** | *отсутствуют* |

* 1. **Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю**

Таблица 2.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Перечень дисциплин модуля** | **Код и наименование компетенции** | **Планируемые результаты обучения (индикаторы)** |
| 1 | 2 | 3 |
| Машинное обучение | ОПК-9 Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта | ОПК-9.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта |
| ОПК-9.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта |
| Математические основы искусственного интеллекта | ОПК 1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте | ОПК-1.1. Знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности.  ОПК-1.2. Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.  ОПК-1.3. Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте. |
| ОПК-2. Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа. | ОПК-2.1. Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач.  ОПК-2.2. Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач.  ОПК-2.3. Владеть: методами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач. |

Таблица 2.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Перечень дисциплин модуля** | **Код и наименование компетенции** | **Индикаторы достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения** |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Машинное обучение | ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач | ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области | ПК-3.1. З-1. Знает классы методов и алгоритмов машинного обучения  ПК-3.1. У-1. Умеет ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения |

* 1. **Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной форме.

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1**

Машинное обучение

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Фамилия Имя Отчество** | **Ученая степень, ученое звание** | **Должность** | **Подразделение** |
| 1 | Козлов Д.Ю. | к.ф.-м.н., доцент | Зав. кафедрой информатики | Кафедра информатики |

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института математики и информационных технологий**

Протокол №3 от 28.09.2021 г.

**2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1 Машинное обучение**

**2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля**

* Традиционная (репродуктивная) технология;
* С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах АлтГУ и УрФУ.

**2.2. Содержание дисциплины 1**

Таблица 1.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код раздела, темы** | **Раздел, тема дисциплины\*** | **Содержание** |
| МО\_1.1 | История машинного обучения и базовые понятия | Определение машинного обучения (МО). Развитие МО: основные исторические этапы. Классификация задач в МО. Базовые понятия в МО. |
| МО\_1.2 | Данные | Типы данных. Представление данных. Базы данных. Библиотека Pandas для Машинного Обучения |
| МО\_1.3 | Линейная Алгебра | Векторы. Операции над векторами. Матрицы. Операции над матрицами. Определитель матрицы. Собственные векторы и значение. Библиотека NumPy для Машинного Обучения |
| МО\_1.4 | Методы разложения матриц | Матрица ковариации. Метод Главных Компонент (PCA). Сингулярное разложение Матрицы (SVD). |
| МО\_1.5 | Предварительная обработка данных | Стандартизация. Нормализация. Степенное преобразование. Поиск выбросов. |
| МО\_1.6 | Кластеризация | Метрики расстояния. Кластеризация к-Средних (k-Means). Оценка качества кластеризация. Коэффициент силуэта. |
| МО\_1.7 | Основы математического анализа | Элементарные функции. Производная. Общие понятия. Функция многих переменных. Частные производные. Градиент. Матрица Гессе. Оптимизация |
| МО\_1.8 | Регрессия | Линейная Регрессия. Метрики моделей регрессии. Метод наименьших квадратов. Градиентный спуск. Регуляризация. |
| МО\_1.9 | Классификация | Типы задач классификации. Метрики классификации. Матрица ошибок. Логистическая регрессия. |
| МО\_2.1 | Библиотеки Машинного Обучения | Библиотека sklearn. Функции, классы, методы. Применение библиотеки sklearn для решения задач регрессии, классификации и кластеризации. Метрики качества машинного обучения. |
| МО\_2.2 | Продвинутые алгоритмы кластеризации | Задачи и подходы кластеризации. Условия задач кластеризации. Иерархическая кластеризация. Кластеризация DBSCAN. Сравнение алгоритмов |
| МО\_2.3 | Метод опорных векторов | Опорные вектора. Зазор (margin). Ядра. Kernel Trick. Применение метода опорных векторов в задачах классификации и регрессии. |
| МО\_2.4 | Ближайшие соседи. | Классификатор к-ближайших соседей (k-nearest neighbors). Регрессия к-ближайших соседей. Neighnorhood Component Analysis. Визуализация данных методом t-SNE |
| МО\_2.5 | Байесовские методы | Теорема Байеса. Наивный Байесовский классификатор. Дискриминантный Анализ. Линейный дискриминант Фишера |
| МО\_2.6 | Деревья Решений | Применение деревьев решений для решения задач классификации и регрессии. Основные элементы деревьев решений. |
| МО\_2.7 | Ансамблевые методы | Методы усреднения. Бэггинг. Случайный Лес (Random Forest). Методы Бустинга. AdaBoost. Градиентный бустинг |
| МО\_2.8 | Лучшие практики применения методов машинного обучения | Получение Данных. Предварительная Обработка. Отбор значимых параметров (feature selection). Выбор Модели. Оценка Модели. Настройка модели (fine-tuning). Анализ Модели |
| МО\_3.1 | Продвинутая генерация признаков | Feature Engineering. Исследовательский анализ данных. One-hot encoding. Mean Encoding. |
| МО\_3.2 | Прикладное применение методов машинного обучения | Методология разработки задач. Определение бизнес-требований. Сбор и подготовка данных. Разработка модели. Тестирование и внедрение модели. Проблемы разработки моделей |

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

**2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** Машинное обучение

**Электронные ресурсы (издания)**

1. Курс Машинное обучение <https://elearn.urfu.ru/enrol/index.php?id=5948> (дата обращения: 04.10.2021).

# Курс Methods of Machine Learning <https://elearn.urfu.ru/enrol/index.php?id=5960> (дата обращения: 04.10.2021).

**Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>
2. Oxford University Press – <http://www.oxfordjournals.org/en/>
3. Архив препринтов с открытым доступом – <https://arxiv.org/>

**Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>
4. СПС КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс АлтГУ или <http://www.consultant.ru/>).
5. Электронная база данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>);
6. Электронная библиотечная система Алтайского государственного университета (http://elibrary.asu.ru/);
7. Электронный научный архив УрФУ – https://elar.urfu.ru/
8. Зональная научная библиотека (УрФУ) – http://lib2.urfu.ru/
9. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ – study.urfu.ru
10. Электронно-библиотечная система «Лань» – e.lanbook.com
11. Университетская библиотека ONLINE – biblioclub.ru
12. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) – bibliocomplectator.ru/available
13. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки – www.rsl.ru
14. Научная электронная библиотека – http://elibrary.ru/
15. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» – https://cyberleninka.ru/
16. Web of Science Core Collection – http://apps.webofknowledge.com/

**2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Машинное обучение

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№  п/п** | **Виды занятий** | **Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы** | **Перечень программного обеспечения** |
| 1 | Лекции, практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами  Подключение к сети Интернет | Браузер (Google Chrome, Mozilia Firefox) |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2**

Математические основы искусственного интеллекта

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Фамилия Имя Отчество** | **Ученая степень, ученое звание** | **Должность** | **Подразделение** |
| 1 | Козлов Д.Ю. | к.ф.-м.н., доцент | Зав. кафедрой информатики | Кафедра информатики |

**Рекомендовано учебно-методическим советом Института математики и информационных технологий**

Протокол №3 от 28.09.2021 г.

**2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2**

Математические основы искусственного интеллекта

**2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля**

* Традиционная (репродуктивная) технология;
* Смешанное обучение с использованием онлайн-курса;

**2.2. Содержание дисциплины**

Таблица 1.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код раздела, темы** | **Раздел, тема дисциплины\*** | **Содержание** |
| 1.1 | Основные понятия теории вероятностей | Пространство элементарных исходов. События. Алгебра и сигма-алгебра событий. Примеры алгебр, не являющихся сигма-алгебрами. Вероятностная мера. Вероятностное пространство. Аксиоматика А.Н. Колмогорова. Комбинаторика. |
| 1.2 | Условная вероятность | Зависимые и независимые попарно и в совокупности случайные события. Условная вероятность. Формула полной вероятности и Байеса. Теоремы сложения и умножения. |
| 1.3 | Дискретные случайные величины | Понятие случайной величины. Дискретные случайные величины (ДСВ). Распределение ДСВ: Бернулли, биномиальное, геометрическое, Пуассона. Теорема Лапласа. Числовые характеристики ДСВ: математическое ожидание, дисперсия. |
| 1.4 | Непрерывные случайные величины | Непрерывные случайные величины (НСВ). Функция и плотность распределения НСВ. Вероятностный смысл функции и плотности распределения. Числовые характеристики НСВ: моменты, математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, асимметрия, эксцесс. |
| 1.5 | Нормальное распределение | Нормальное распределение, его параметры. Сумма двух независимых нормально распределенных случайных величин. Центральная предельная теорема. |
| 1.6 | Система нескольких случайных величин | Система двух случайных величин. Функция и плотность распределения двумерной случайной величины. Условные законы распределения. Условные математические ожидания. Зависимые и независимые случайные величины. Ковариация, корреляция. |
| 2.1 | Основные понятия статистики | Генеральная совокупность. Случайная выборка и выборка. Дизайн исследования. |
| 2.2 | Описательные статистики. Метод моментов. Доверительные интервалы | Описательные статистики. Метод моментов. Точечные оценки параметров генеральной совокупности. Точность оценки, доверительная вероятность, доверительные интервалы. |
| 2.3 | Метод максимального правдоподобия | Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров генеральной совокупности с помощью метода максимального правдоподобия. |
| 2.4 | Проверка статистических гипотез | Формулировка статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки первого и второго рода. Статистический критерий, наблюдаемое значение критерия. Уровень значимости. Критические области. Мощность критерия. Теорема Неймана-Пирсона. Сравнение средних. Проверка конкретных гипотез. |
| 2.5 | Анализ статистических связей | Анализ статистических связей. Корреляционный анализ. Парный, множественный коэффициент корреляции. Ложная корреляция, частный коэффициент корреляции. |

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

* 1. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Математические основы искусственного интеллекта

**Электронные ресурсы (издания)**

1. Колмогоров, А. Н. Основные понятия теории вероятностей / А. Н. Колмогоров. – Изд. 2-е. – Москва : Наука, 1974. – 120 с. – (Теория вероятностей и математическая статистика). – Режим доступа: по подписке. – URL:<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=446149> (дата обращения: 07.10.2021).
2. Ширяев, А. Н. Вероятность-1: Элементарная теория вероятностей. Математические основания. Предельные теоремы : в 2 книгах / А. Н. Ширяев. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва : МЦНМО, 2007. – 552 с. – Режим доступа: по подписке. – URL:<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63256> (дата обращения: 07.10.2021).
3. Ширяев, А. Н. Вероятность-2: Суммы и последовательности случайных величин –– стационарные, мартингалы, марковские цепи : в 2 книгах / А. Н. Ширяев. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва : МЦНМО, 2007. – 416 с. – Режим доступа: по подписке. – URL:<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63257> (дата обращения: 07.10.2021).
4. Чернова, Н. И. Введение в теорию вероятностей / Чернова Н. И. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. URL: <https://tvims.nsu.ru/chernova/tv/portr.pdf> (дата обращения: 07.10.2021).
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика (4-е изд.). М.: Высшая школа, 1972. URL: <http://lib.maupfib.kg/wp-content/uploads/2015/12/Teoria_veroatnosty_mat_stat.pdf> (дата обращения: 07.10.2021).
6. Кендалл М., Стюарт А. Том. 1. Теория распределений. М.: Наука, 1965. URL: <https://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=8a1efdd1-2957-4be0-bb65-b6fa6100f0f6%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9cnUmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=ufu.ubo458343&db=cat08742a> (дата обращения: 07.10.2021).
7. Кендалл М., Стюарт А. Том 2. Статистические выводы и связи. М.: Наука, 1973. URL:<https://nmetau.edu.ua/file/kendallstjuart_t2_1973ru.pdf>(дата обращения: 07.10.2021).
8. Кендалл М., Стюарт А. Том 3. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.: Наука, 1976. URL: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=e7e9311a-3fbd-4ad4-b466-a29e882908be%40sessionmgr103&bdata=Jmxhbmc9cnUmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=ufu.ubo458342&db=cat08742a> (дата обращения: 07.10.2021).

**Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Цифровая библиотека научно-технических изданий Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)) на английском языке – <http://www.ieee.org/ieeexplore>
2. Oxford University Press – <http://www.oxfordjournals.org/en/>
3. Архив препринтов с открытым доступом – <https://arxiv.org/>

**Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Academic Search Ultimate EBSCO publishing – <http://search.ebscohost.com>
2. eBook Collections Springer Nature – <https://link.springer.com/>
3. Гугл Академия – <https://scholar.google.ru/>
4. СПС КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс АлтГУ или <http://www.consultant.ru/>).
5. Электронная база данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>);
6. Электронная библиотечная система Алтайского государственного университета (http://elibrary.asu.ru/);
7. Электронный научный архив УрФУ – https://elar.urfu.ru/
8. Зональная научная библиотека (УрФУ) – http://lib2.urfu.ru/
9. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ – study.urfu.ru
10. Электронно-библиотечная система «Лань» – e.lanbook.com
11. Университетская библиотека ONLINE – biblioclub.ru
12. Электронно-библиотечная система "Библиокомплектатор" (IPRbooks) – bibliocomplectator.ru/available
13. Электронные информационные ресурсы Российской государственной библиотеки – www.rsl.ru
14. Научная электронная библиотека – http://elibrary.ru/
15. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» – https://cyberleninka.ru/
16. Web of Science Core Collection – http://apps.webofknowledge.com/
    1. **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2**

Математические основы искусственного интеллекта

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№  п/п** | **Виды занятий** | **Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы** | **Перечень программного обеспечения** |
| 1 | Лекции, практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами  Подключение к сети Интернет | Браузер (Google Chrome, Mozilia Firefox) |