Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение   
высшего образования

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

Механико-математический факультет

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ  Декан механико-математического факультета МГУ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/А. И. Шафаревич /  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_ г. |
|  | М.П. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование дисциплины (модуля): | Математические основы машинного обучения и прогнозирования |
| Уровень высшего образования: | Бакалавриат, магистратура, специалитет |
| Направление подготовки / специальность: | Межфакультетский, по выбору студента |
| Направленность профиль)/специализация | Междисциплинарный общеобразовательный |
| Форма обучения: | Очная |
| Язык преподавания: | Русский |
| Автор программы: | Миронов Андрей Михайлович |

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

*На заседании кафедры математической теории интеллектуальных систем*

(протокол № \_\_\_ от 21.12.2023)

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки/ специальности для студентов всех факультетов МГУ в соответствии с приказом № 43 от 13 февраля 2013 г.

**Содержимое**

[1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО 3](#_Toc76748145)

[2. Объем дисциплины (модуля) 3](#_Toc76748146)

[3. Формат обучения 3](#_Toc76748147)

[4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля) 3](#_Toc76748148)

[5. Результаты обучения по дисциплине (модулю) 3](#_Toc76748149)

[6. Содержание дисциплины (модуля) 4](#_Toc76748150)

[6.1. Структура дисциплины (модуля) 4](#_Toc76748151)

[7. Ресурсное обеспечение 4](#_Toc76748152)

[7.1. Список основной литературы 4](#_Toc76748153)

[7.2. Список дополнительной литературы (при наличии) 4](#_Toc76748154)

[7.3. Список программного обеспечения 4](#_Toc76748155)

[7.4. Список баз данных и информационных справочных систем 5](#_Toc76748156)

[7.5. Список ресурсов сети «Интернет» 5](#_Toc76748157)

[7.6. Материально-техническое обеспечение 5](#_Toc76748158)

[8. Фонд оценочных средств 5](#_Toc76748159)

[8.1. Текущий контроль успеваемости 5](#_Toc76748160)

[8.2. Промежуточная аттестация 5](#_Toc76748161)

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Является дисциплиной по выбору, избираемой в обязательном порядке.

1. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 1 з.е., 36 академических часов, в том числе 24 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и 12 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

1. Формат обучения

Дисциплина реализуется в очной форме

1. Преподаватели

Дисциплину ведёт доцент кафедры математической теории интеллектуальных систем Миронов А.М.

1. Входные требования для освоения дисциплины (модуля)

Требуются знания математического анализа, математической логики, дискретной математики.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Компетенции выпускников** | **Индикаторы достижения компетенций, реализуемые в настоящей дисциплине (модуле)[[1]](#footnote-1)** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций** |
| **Компетенция СПК-1**  Знание основ математического анализа, линейной алгебры, умение применять изученные методы при исследовании процессов различной природы. | **Индикатор СПК-1.1**  Знает идеи и теоретические основы моделирования и анализа алгоритмов машинного обучения и прогнозирования. | Знать основные понятия, определения и теоремы, относящиеся к моделированию и анализу алгоритмов машинного обучения и прогнозирования. |
| **Индикатор СПК-1.2**  Умеет применять методы моделирования и анализа алгоритмов машинного обучения и прогнозирования при исследовании математических моделей. | Знать важнейшие модели машинного обучения и прогнозирования.  Уметь решать базовые задачи моделирования и анализа алгоритмов машинного обучения и прогнозирования. |

1. Содержание дисциплины (модуля)

Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование разделов и тем дисциплины (модуля),**  **Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Номинальные трудозатраты обучающегося** | | | | |
|  | **Контактная работа  (работа во взаимодействии с преподавателем)**  **Виды контактной работы, ак. ч.** | | | Самостоятельная работа,  Самостоятельная работа ак. ч. |
| Всего,  ак. ч. | Ауд.,  ак. ч. | Лекции\*,  ак. ч. | Семинары\*, прак.,  ак. ч. |
| 1. Задачи и модели машинного обучения. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 2. Линейно разделимые выборки. Алгоритм обучения Розенблатта. Теорема Новикова. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 3. Метод градиентного спуска. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 4. Метод опорных векторов. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 5. Ядерный метод обучения. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 6. Калибруемые прогнозы. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 7. Алгоритм взвешенного большинства. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 8. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 9. Агрегирующий алгоритм Вовка. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 10. Игры и прогнозы. Смешанные расширения матричных игр. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 11. Игры на универсальные прогнозы. Рандомизированные калибруемые прогнозы. | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| 12. Теорема Блекуэлла о достижимости | 3,0 | 2,0 | 2,0 |  | 1,0 |
| **Итого** | **36** | **24** | **24** |  | **12** |

1. Ресурсное обеспечение
   1. Список основной литературы:
      1. Миронов А.М., Машинное обучение, часть 1. Москва, МАКС-пресс, 2018, 88 с.
      2. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. Москва, издательство МЦНМО, 2018. 384 с.
      3. Ветров Д.П., Кропотов Д.А. Алгоритмы выбора моделей и построения коллективных решений в задачах классификации,
      4. основанные на принципе устойчивости. Москва, URSS, 2006. 112 с
   2. Список дополнительной литературы
      1. В. Н. Вапник, А. Я. Червоненкис. Теория распознавания образов. Статистические проблемы обучения. М., Наука. (1974)
      2. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. - Springer, Series: Information Science and Statistics, 2006. - 740 pp.
      3. Murphy Kevin P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective. The MIT Press, 2012, 1104 с.
   3. Список программного обеспечения

Использования не предполагается (при использовании ДОТ – Zoom или эквивалентная по функциям система). Возможно использование Excel или аналога и MathCad или аналога.

* 1. Список баз данных и информационных справочных систем

Общие библиотечные ресурсы

* 1. Список ресурсов сети «Интернет»

http://is.ifmo.ru/verification/machine-learning-mironov.pdf

http://www.machinelearning.ru/

https://vk.com/mashinnoe\_obuchenie\_ai\_big\_data

https://vk.com/deeplearning

https://vk.com/mlcourse

https://www.kaggle.com/

* 1. Материально-техническое обеспечение

Аудитория с доской. В случае использования программного обеспечения дополнительно ноутбук или ПК, проектор.

1. Фонд оценочных средств

**Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации**,

1. Задачи и модели машинного обучения.
2. Линейно разделимые выборки. Алгоритм обучения Розенблатта. Теорема Новикова.
3. Метод градиентного спуска. Метод стохастического градиента.
4. Метод обратного распространения ошибки для обучения нейронных сетей.
5. Метод опорных векторов. Теорема Каруша-Куна-Таккера.
6. Построение оптимальной разделяющей гиперплоскости по зашумленной выборке.
7. Ядерный метод машинного обучения.
8. Алгоритм вычисления калибруемых прогнозов.
9. Алгоритм взвешенного большинства. Алгоритм оптимального распределения потерь в режиме онлайн.
10. Алгоритм экспоненциального взвешивания экспертных решений.
11. Агрегирующий алгоритм Вовка.
12. Игры и прогнозы. Антагонистические игры двух игроков. Достаточное условие существования седловой точки. Смешанные расширения матричных игр.
13. Игры на универсальные прогнозы. Рандомизированные калибруемые прогнозы.
14. Теорема Блекуэлла о достижимости
15. Калибруемые прогнозы и коррелированное равновесие.
    1. Текущий контроль успеваемости

Выполнение самостоятельных заданий. Опросы и дискуссии в рабочем порядке.

* 1. Промежуточная аттестация

Зачёт.

1. В настоящем столбце должны быть указаны только те индикаторы достижения компетенций, которые связаны с данной дисциплиной (модулем) согласно таблице 4.1. Общей характеристики ОПОП. [↑](#footnote-ref-1)