

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 27.08.2024 15:56:48

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45579d51ed7bbf0e9cc7

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
Учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы МЧС России»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Магистратура по направлению подготовки
27.04.03 Системный анализ и управление
направленность (профиль) «Системный анализ и управление в
организационно-технических системах»**

Санкт-Петербург

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины:

- изучить основные алгоритмы, модели и методы машинного обучения и способы их применения для решения практических задач

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-5	способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии, применяя современные методы системного анализа и управления с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности
ОПК-9	способен разрабатывать новые и модифицировать существующие методы системного анализа для адаптивного и робастного управления техническими объектами в условиях регулярной и хаотической динамики

Задачи дисциплины

- изучение математических основ методов машинного обучения и соответствующих алгоритмов;
- изучение современных инструментов, позволяющих применять современные математические методы машинного обучения;
- развитие практических навыков применения методов машинного обучения для решения прикладных задач.

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

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Владеет умением инновационного видения развития и модификации привычных образцов деятельности ОПК-5.2	Знает
	возможности инновационных методов анализа данных с использованием машинного обучения ОПК-5.2
	Умеет
	применять инновационные методы анализа данных с использованием машинного обучения ОПК-5.2
Осуществляет постановку и выполняет эксперименты по проверке эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа и автоматического управления ОПК-9.2	Знает
	основные подходы к оценке качества работы методов машинного обучения ОПК-9.2
	Умеет
	применять простые метрики качества работы методов машинного обучения в решении управленческих задач ОПК-9.2

3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 27.04.03 Системный анализ и управление, направленность (профиль) «Системный анализ и управление в организационно-технических системах»

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

4.1 Распределение трудоемкости учебной дисциплины по видам работ по семестрам и формам обучения

для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	з.е.	час.	по курсам
			1
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Контактная работа, в том числе:		10	10
Аудиторные занятия		10	10
Лекции (Л)		4	4
Практические занятия (ПЗ)		6	6
Самостоятельная работа (СРС)		98	98
Зачет с оценкой		+	+

4.2 Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий для заочной формы обучения

№ п.п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий			Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в методы машинного обучения	22	2				20
2	Линейная регрессия	22		2			20

3	Методы классификации	22	2				20
4	Кластерный анализ и поиск аномалий	20					20
5	Нейронные сети	22		4			18
	Зачет с оценкой	+				+	
	Итого	108	4	6			98

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся для заочной формы обучения

Тема 1. Введение в методы машинного обучения

Лекция. Задачи машинного обучения. Обучение с учителем и обучение без учителя. Классы задач машинного обучения: регрессия, классификация, кластерный анализ, поиск аномалий. Примеры применения машинного обучения в прикладных задачах.

Самостоятельная работа. Основные понятия теории машинного обучения: проблемы, решаемые методами машинного обучения, модели машинного обучения (геометрические, вероятностные, логические), признаки. Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Концептуальное обучение: пространство гипотез, поиск в пространстве гипотез, обучаемость, оценка качества решения задачи.

Рекомендуемая литература:

основная [1];

дополнительная [1].

Тема 2. Линейная регрессия

Практические занятия. Постановка задачи регрессионного анализа. Парная линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Точечный и интервальный прогноз по модели регрессии.

Самостоятельная работа. Применение моделей машинного обучения для решения задач регрессии. Задача восстановления регрессии, метод наименьших квадратов. Линейный регрессионный анализ. Отбор признаков, коллинеарность, влиятельные наблюдения, анализ остатков. Непараметрическая регрессия (ядерное сглаживание). L1 и L2 регуляризация. Метрики качества.

Рекомендуемая литература:

основная [1];

дополнительная [1,2].

Тема 3. Методы классификации

Лекция. Постановка задачи классификации с обучением. Логистическая регрессия. Понятие о деревьях решений. Метрики качества классификации (точность/специфичность, ROC-кривая, площадь под кривой).

Самостоятельная работа. Применение моделей машинного обучения для решения задач классификации. Бинарная и многоклассовая

классификация. Вероятностная постановка задачи классификации. Основные понятия: априорная вероятность, апостериорная вероятность, функция правдоподобия класса. Статистические (байесовские) методы классификации. Наивный байесовский классификатор. Метрические методы классификации. Обобщённый метрический классификатор. Линейные методы классификации.

Рекомендуемая литература:

основная [1];

дополнительная [1,2].

Тема 4. Кластерный анализ и поиск аномалий

Самостоятельная работа. Постановка задачи кластерного анализа. Метод К-средних. Понятие о методах машинного обучения в задачах поиска аномалий. Применение моделей машинного обучения для решения задач кластеризации. Базовые метрики качества, используемые в задачах кластеризации.

Рекомендуемая литература:

основная [1];

дополнительная [1,2].

Тема 5. Нейронные сети

Практические занятия. Архитектура искусственных нейронных сетей. Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей.

Самостоятельная работа. Построения сетей различной архитектуры с помощью инструментального программного пакета Neural Network Toolbox системы MATLAB. Полносвязные нейронные сети. Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети. Самоорганизующихся слои Кохонена. Структура многослойной нейронной сети. Функции активации. Проблема полноты. Задача исключаящего или. Полнота двухслойных сетей в пространстве булевских функций. Алгоритм обратного распространения ошибок. Формирование начального приближения.

Рекомендуемая литература:

основная [1,3];

дополнительная [3].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные и практические занятия.

Общими целями занятий являются:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

– выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практического занятия: углубить и закрепить знания, полученные на лекции, формирование навыков использования знаний для решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, тестирования.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета с оценкой.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. В чем смысл кросс-валидации?
2. Что такое наивный байесовский классификатор?
3. Что такое ROC-кривая, как она определяется?
4. Понятие (искусственного) нейрона. Понятие (искусственной) нейронной сети. Понятие функции активации.
5. Требования к функции активации. Виды функций активации.
6. Понятие обучения (настройки) нейронной сети. Понятие обучающего и тестового множеств.

Типовые задания для тестирования:

1. Выберите способ борьбы с переобучением

- А) упростить модель (например, уменьшить глубину решающего дерева)
- Б) усложнить модель (например, увеличить глубину решающего дерева)
- В) сменить язык программирования
- Г) сменить модель компьютера

2. Зачем при построении и обучении модели машинного обучения от алгоритма скрывают часть данных?

- А) на этих объектах измеряется качество
- Б) из-за экономической выгоды
- В) позволяет уменьшить отчетность

3. С чего стоит начать решение задачи машинного обучения?

- А) с создания базовой модели
- Б) с придумывания хороших признаков
- В) с создания модели, которая использует все самые современные алгоритмы машинного обучения

4. Определение ранга пожара на основе анализа первичных данных является задачей ...

- А) регрессии
- Б) классификации
- В) кластеризации

5. Кросс-валидация - это ...

А) подход для оценки обобщающей способности алгоритма машинного обучения, при котором все известные данные делят на несколько частей, а потом скрывают по очереди каждую из этих частей, обучая алгоритм на открытых данных и оценивая качество алгоритма на скрытых данных.

Б) функция, измеряющая качество модели машинного обучения.

В) открытая платформа для проведения конкурсов по машинному обучению и предиктивной аналитике.

Г) функция, измеряющая отрицательный эффект от различия между фактическим и заданным курсом.

6. Кластеризация - это ...

А) задача машинного обучения, в которой метки объектов принимают ограниченное число значений, например, город проживания, пол клиента.

Б) задача машинного обучения, в которой метки объектов принимают любое численное значение, например, стоимость квартиры, сумма кредита.

В) задача машинного обучения, заключающаяся в объединении похожих объектов в однородные группы.

7. Процедура обучения применяется:

- А) К конфигурациям из большого числа ИН (нейронным ансамблям)
- Б) К нейронным сетям
- В) К нейроЭВМ
- Г) Ко всем конструкциям, использующих нейроны

8. Среди основных компонентов искусственного нейрона можно выделить следующие:

- А) Весовые коэффициенты
- Б) Сборочные конструкции
- В) Погрешность
- Г) Функция обучения
- Д) Пороговый элемент

9. Обучающие множества должны

- А) Быть достаточно большими
- Б) Содержать необходимую информацию для выявления важных особенностей и зависимостей
- В) Многократно повторяться как в обучающей, так и в тестовой выборке
- Г) Быть представлены в бинарном виде

10. Нейронные сети прямого распространения относят к

- А) Статическим
- Б) Динамическим
- В) Биологическим
- Г) Синаптическим
- Д) Рекуррентным

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой

1. Основные понятия машинного обучения.
2. Обучение с учителем и обучение без учителя.
3. Классы задач машинного обучения: регрессия, классификация, кластерный анализ.
4. Постановка задачи регрессионного анализа.
5. Парная линейная регрессия.
6. Множественная линейная регрессия.
7. Точечный и интервальный прогноз по модели регрессии.
8. Постановка задачи классификации с обучением.
9. Линейные алгоритмы классификации.
10. Логистическая регрессия.
11. Понятие о деревьях решений.
12. Метрики качества классификации
13. Постановка задачи кластерного анализа.

14. Метод К-средних
15. Понятие о методах машинного обучения в задачах поиска аномалий.
16. Метрики качества, используемые в задачах кластеризации.
17. Понятие нейронной сети.
18. Виды нейронных сетей.
19. Многослойный персептрон.
20. Методы обучения нейронной сети.
21. Метод градиентного спуска
22. Метод обратного распространения ошибки.
23. Сеть Кохонена
24. Нейронные сети с обратными связями, сеть Хопфилда.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Система оценивания включает:

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии выставления оценок	Шкала оценивания
зачет с оценкой	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	хорошо
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

Microsoft Windows 7 Professional – ПО-ВЕ8-834 [Лицензионное]

Microsoft Office Standard 2010 – ПО-413-406 [Лицензионное]

7-Zip – ПО-F33-948 [Свободно распространяемое]

Adobe Acrobat Reader – ПО-F63-948 [Свободно распространяемое]

Google Chrome – ПО-F2С-926 [Свободно распространяемое]

МойОфис Образование – ПО-41В-124 [Свободно распространяемое - Отечественное]

Программа для ЭВМ «Система прогнозирования эффективности эвакуации из зданий с использованием нейронных сетей «Evoneural», свидетельство о государственной регистрации № 2022611075

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Информационная справочная система – Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.рф/> (свободный доступ); профессиональные базы данных – Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ); система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru/> (свободный доступ); справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, (свободный доступ); электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ); электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

7.3. Литература

Основная литература:

1. Ракитский А.А. Методы машинного обучения : учебно-методическое пособие / Ракитский А.А.. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2018. — 32 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90591.html>

2. Воронина, В. В. Теория и практика машинного обучения : учебное пособие / В. В. Воронина. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 290 с. — ISBN 978-5-9795-1712-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165053>

3. Барский А.Б. Введение в нейронные сети : учебное пособие / Барский А.Б.. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных

Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 357 с. — ISBN 978-5-4497-0309-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89426.html>

Дополнительная литература:

1. Сараев П.В. Методы машинного обучения : методические указания и задания к лабораторным работам по курсу / Сараев П.В.. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 48 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83183.html>

2. Мельниченко А.С. Математическая статистика и анализ данных : учебное пособие / Мельниченко А.С.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 45 с. — ISBN 978-5-906953-62-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78563.html>

3. Вакуленко С.А. Нейронные сети : учебное пособие / Вакуленко С.А., Жихарева А.А.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 110 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102447.html>

7.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения и обеспечения занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Автор: к.т.н., доцент Матвеев А.В.