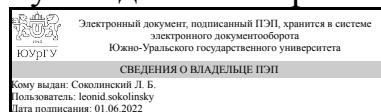


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



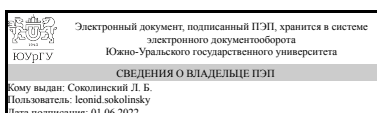
Л. Б. Соколинский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.10 Машинное обучение
для направления 09.04.04 Программная инженерия
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системное программирование

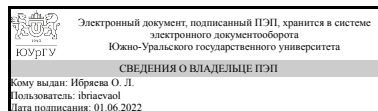
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



О. Л. Ибряева

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – сформировать у студентов навыки работы с данными и решения прикладных задач, дать представление об основных методах машинного обучения и видах задач, решаемых ими. Задачи: 1. Ознакомить студентов с основными задачами машинного обучения. 2. Дать представление об основных методах машинного обучения, выбора модели для конкретной задачи, оценке качества модели и ее настройке. 3. Сформировать практические навыки решения задач машинного обучения, показать готовые реализации методов машинного обучения в современных библиотеках.

Краткое содержание дисциплины

Основные типы задач, решаемых с помощью методов машинного обучения, подготовка входных данных, оценка качества моделей, выбор модели для решения конкретной задачи, готовые реализации методов машинного обучения в современных библиотеках.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	Знает: основные методы машинного обучения и их готовые реализации в библиотеке sklearn языка Python Умеет: реализовывать алгоритмы машинного обучения и производить их оптимальную настройку Имеет практический опыт: анализа, оптимизации и валидации моделей машинного обучения
ПК-2 Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач искусственного интеллекта	Знает: классы методов и алгоритмов машинного обучения

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	ФД.02 Разработка мобильных приложений

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия	14	14	
Подготовка к защите практических работ	25	25	
Подготовка к итоговому тесту	12,5	12,5	
Подготовка к промежуточным тестам 1-7	18	18	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в машинное обучение. Задача линейной регрессии	14	8	6	0
2	Задача классификации. Логистическая регрессия. Проблема переобучения. Регуляризация	14	6	8	0
3	Метод kNN, деревья решений и ансамблевые методы.	14	8	6	0
4	Метод опорных векторов	10	4	6	0
5	Методы понижения размерности и визуализации данных	8	4	4	0
6	Дополнительные вопросы обучения моделей машинного обучения	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Вводная лекция. Примеры задач машинного обучения с учителем и без.	2
2	1	Одномерная линейная регрессия и метод максимального правдоподобия	2
3	1	Функция потерь, метод градиентного спуска	2
4	1	Множественная линейная регрессия. Нормализация признаков. Построение нелинейных моделей.	2
5	2	Задача бинарной классификации. Логистическая регрессия. Сигмоида и логлосс.	2
6	2	Задача множественной классификации.	2
7	2	Проблема переобучения. Регуляризация. Гребневая регрессия. Лассо.	2
8	3	Метод ближайших соседей kNN и его модификации.	2

9	3	Организация надежной валидации (dataset split, cross-validation), анализ learning curves.	2
10	3	Деревья решений.	2
11	3	Ансамбли деревьев решений.	2
12	4	Метод опорных векторов. Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Зазор между классами. Функции ядра (kernel trick).	2
13	4	Нелинейный SVM.	2
14	5	Методы понижения размерности данных - метод главных компонент (PCA) и метод t-SNE.	2
15	5	Сжатие и визуализация данных.	2
16	6	Метрики качества моделей, несбалансированные классы, отбор признаков.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Реализация метода одномерной линейной регрессии для решения задачи прогнозирования прибыли при открытии нового филиала сети ресторанов	2
2	1	Реализация метода множественной линейной регрессии для решения задачи предсказания цены на дом при известных значениях площади дома и числе комнат.	2
3	1	Библиотека sklearn и ее методы решения задач линейной регрессии	2
4	2	Решение задач бинарной классификации методом логистической регрессии для случая линейно разделимых классов.	2
5	2	Решение задач бинарной классификации методом логистической регрессии для случая линейно неразделимых классов.	2
6	2	Использование логистической регрессии для решения задачи множественной классификации.	2
7	2	Распознавание рукописных цифр от 0 до 9	2
8	3	Классификация ирисов Фишера с помощью метода kNN.	2
9	3	Валидация модели машинного обучения.	2
10	3	Использование ансамблевых моделей на основе деревьев решений.	2
11	4	Настройка параметров SVM.	2
12	4	Использование SVM для решения задачи бинарной классификации.	2
13	4	Построение классификатора спама на основе SVM.	2
14	5	Использование PCA для уменьшения размерности данных.	2
15	5	Метод t-SNE.	2
16	6	Изучение метрик качества в задаче с несбалансированными классами.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Изучение тем и проблем, не выносимых	Метод указания по теме Отбор признаков	1	14

на лекции и практические занятия	Ибряевой О.Л.		
Подготовка к защите практических работ	Презентации Ибряевой	1	25
Подготовка к итоговому тесту	Презентации Ибряевой	1	12,5
Подготовка к промежуточным тестам 1-7	Презентации Ибряевой	1	18

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Тест 1. Линейная регрессия	1	4	Компьютерный тест из 4 вопросов. Количество баллов равно числу правильных ответов. Продолжительность тестирования 20 мин.	экзамен
2	1	Текущий контроль	Тест 2. Логистическая регрессия. Регуляризация	1	3	Компьютерный тест из 3 вопросов. Количество баллов равно числу правильных ответов. Продолжительность тестирования 15 мин.	экзамен
3	1	Текущий контроль	Test 3. Метод kNN	1	3	Компьютерный тест из 3 вопросов. Количество баллов равно числу правильных ответов. Продолжительность тестирования 15 мин.	экзамен
4	1	Текущий контроль	Тест 5. Деревья решений и их ансамбли	1	4	Компьютерный тест из 4 вопросов. Количество баллов равно числу правильных ответов. Продолжительность тестирования 20 мин.	экзамен
5	1	Текущий контроль	Тест 6. SVM	1	4	Компьютерный тест из 4 вопросов. Количество баллов равно числу правильных ответов. Продолжительность тестирования 20 мин.	экзамен
6	1	Текущий контроль	Test 7. PCA tSNE	1	2	Компьютерный тест из 2 вопросов. Количество баллов равно числу правильных ответов. Продолжительность тестирования 10 мин.	экзамен
7	1	Текущий контроль	Test 4. CV, GridSearch	1	3	Компьютерный тест из 3 вопросов. Количество баллов равно числу правильных ответов. Продолжительность тестирования 15 мин.	экзамен

8	1	Текущий контроль	Практическая работа 1	1	12	<p>Максимальное количество баллов - 12.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Правильно реализована функция <code>computeCost</code>, вычисляющая значение целевой функции – 1 балл. 2. Правильно реализован алгоритм градиентного спуска в функции <code>gradientDescent</code> – 1 балл. 3. Получен график зависимости значений целевой функции от числа итераций – 1 балл. 4. Проведено исследование хода обучения при различных значениях параметра альфа и дано объяснение наблюдаемых явлений – 1 балл. 5. Найдено значение целевой функции в задаче множественной линейной регрессии – 1 балл. 6. Найдены новые параметры модели после 1000 итераций алгоритма градиентного спуска -1 балл. 7. Построен график изменения функции потерь в процессе обучения – 1 балл. 8. Решена задача одномерной линейной регрессии с помощью алгоритма из пакета <code>sklearn</code> -1 балл. 9. Решена задача множественной линейной регрессии с помощью алгоритма из пакета <code>sklearn</code> -1 балл. 10. Студент объясняет разницу между реализованным им алгоритмом градиентного спуска и алгоритмом <code>Normal Equation</code>, реализованным в <code>sklearn</code> -1 балл. 11. Студент демонстрирует свое умение применить полученную в первой задаче модель для предсказания выгоды от открытия ресторана в городе с населением 10 млн. - 1 балл. 12. Студент демонстрирует свое умение применить полученную во второй задаче модель для предсказания цены на дом площадью 3000 футов и числом комнат 4 – 1 балл. 	экзамен
9	1	Текущий контроль	Практическая работа 2	1	12	<p>Максимальное количество баллов - 12.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Правильно реализована функция сигмоида – 1 балл. 2. Правильно реализована функция <code>costFunction</code> – 1 балл. 3. Правильно реализована функция <code>gradientFunc</code> – 1 балл. 4. Построена граница решений в первой задаче, видно, что прямая отделяет два класса между собой – 1 балл. 5. Правильно предсказана вероятность 	экзамен

					<p>поступления абитуриента с баллами 45, 85 – 1 балл.</p> <p>6. Верно добавлены признаки в задаче классификации с линейно неразделимыми классами -1 балл.</p> <p>7. Верно добавлено слагаемое, отвечающее за регуляризацию в функции costFunction и gradientFunc – 1 балл.</p> <p>8. Верно построена граница решений во второй задаче при трех разных значениях параметра регуляризации – 1 балл.</p> <p>9. Студент объясняет, почему при разных значениях параметра регуляризации он наблюдает разные границы решений и может предложить другой вариант устранения явления переобучения в данной задаче, помимо изменения коэффициента регуляризации -1 балл.</p> <p>10. Студент загрузил и верно подготовил данные для обучения в третьей задаче, добавил столбец из 1 - 1 балл</p> <p>11. Верно построены 10 бинарных классификаторов в третьей задаче – 1 балл</p> <p>12. Найдена доля правильных ответов модели – 1 балл.</p>	
10	1	Текущий контроль	Практическая работа 3	1	<p>9</p> <p>Максимальное количество баллов - 9.</p> <p>1. Правильно реализована функция, находящая евклидово расстояние между двумя векторами, выдает указанные ответы при заданном входе – 1 балл.</p> <p>2. Верно реализована функция predict_classification(train_set, labels, test_row, num_neighbors) – 1 балл.</p> <p>3. Построен график зависимости точности классификатора от числа соседей 1, ..., 60 – 1 балл</p> <p>4. Студент демонстрирует умение использовать алгоритм ближайших соседей из пакета sklearn – 1 балл.</p> <p>5. Проведено сравнение с методом логистической регрессии – 1 балл.</p> <p>6. Верно применен алгоритм дерева решений для решения задачи классификации ирисов Фишера -1 балл.</p> <p>7. Верно применен алгоритм случайного леса для решения задачи классификации ирисов Фишера -1 балл.</p> <p>8. Верно применен алгоритм</p>	экзамен

						<p>градиентного бустинга для решения задачи классификации ирисов Фишера -1 балл.</p> <p>9. Для хотя бы одного из методов (деревья решений, случайный лес, градиентный бустинг) получена переобученная модель и путем настройки параметров модели устранено переобучение – 1 балл.</p>	
11	1	Текущий контроль	Практическая работа 4	1	12	<p>Максимальное количество баллов - 12.</p> <p>1. В задаче с бинарной классификацией линейно разделимых классов изучено влияние параметра C на качество классификации, студент понимает, когда он наблюдает явление переобучения – 1 балл.</p> <p>2. В задаче бинарной классификации линейно неразделимых классов построена граница решений, оценена точность классификатора, студент понимает, за счет чего он может ее увеличить – 1 балл.</p> <p>3. Студент реализует метод решетчатого поиска параметров в задаче с нелинейным SVM, строит границу решений для лучших параметров, понимает, как образуется решетка значений параметров – 1 балл.</p> <p>4. В задаче Breast Cancer студент производит разбиение на тренировочную и тестовую выборку, строит модель нелинейного SVM, оценивает ее точность на обеих выборках – 1 балл.</p> <p>5. Студент верно определяет максимальное и минимальное значения признаков в задаче Breast Cancer, приводит их к одному масштабу – 1 балл.</p> <p>6. Студент проводит обучение модели в задаче Breast Cancer на нормализованных данных, верно делает вывод о необходимости нормализации при использовании SVM -1 балл.</p> <p>7. Студент верно объясняет, как происходит перевод письма в набор чисел в задаче классификации спама – 1 балл.</p> <p>8. Студент верно объясняет, как сформирован словарь в задаче классификации спама– 1 балл.</p> <p>9. Студент верно отвечает на вопросы, что будет с вектором чисел, соответствующим письму, если слово отсутствует в словаре, или если</p>	экзамен

						<p>присутствует в письме более одного раза - 1 балл.</p> <p>10. Студент демонстрирует способность решать задачу классификации спама с помощью метода линейного SVM, определяет точность модели на тренировочной и тестовой выборках - 1 балл</p> <p>11. Студент демонстрирует способность решать задачу классификации спама с помощью метода нелинейного SVM, определяет точность модели на тренировочной и тестовой выборках – 1 балл</p> <p>12. Студент демонстрирует способность проверить работу модели на конкретных письмах и определить класс письма – 1 балл.</p>	
12	1	Текущий контроль	Практическая работа 5	1	12	<p>Максимальное количество баллов - 12.</p> <p>1. Студент верно объясняет, для чего используются методы PCA и tSNE, в чем их сходство и различие – 1 балл.</p> <p>2. Студент демонстрирует способность применять PCA для визуализации данных, на примере MNIST – 1 балл.</p> <p>3. Студент демонстрирует способность применять tSNE для визуализации данных, на примере MNIST – 1 балл.</p> <p>4. Студент понимает задачу, которая досталась ему по номеру варианта, знает смысл признаков, тип задачи – 1 балл.</p> <p>5, 6, 7. Студент верно применяет метод машинного обучения к своей задаче. Всего требуется использовать три разных метода. Число баллов равно числу правильных применений методов, максимально в этом пункте можно набрать – 3 балла.</p> <p>8, 9, 10. Студент верно использует метод решетчатого поиска оптимальных параметров каждого из его трех методов. Число баллов равно числу верных применений метода решетчатого поиска в трех выбранных алгоритмах. Максимально в этом пункте можно набрать – 3 балла.</p> <p>11. Студент понимает необходимость разделения на тестовую и тренировочную выборку, демонстрирует это в своей работе – 1 балл</p> <p>12. Студент знает, для чего и как используется кросс-валидация, демонстрирует это в своей работе – 1 балл.</p>	экзамен

13	1	Текущий контроль	Итоговый тест	1	20	Итоговый тест состоит из 20 вопросов. Количество баллов равно числу правильных ответов. Продолжительность тестирования 60 мин.	экзамен
14	1	Промежуточная аттестация	Экзаменационный тест	-	100	Экзаменационный тест состоит из 20 равнозначных вопросов. Каждый вопрос оценивается в 5 баллов, итого максимальный балл 100. Продолжительность тестирования 60 мин.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p> <p>Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде тестирования по теории. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 20 вопросов. На выполнение теста дается 60 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ОПК-2	Знает: основные методы машинного обучения и их готовые реализации в библиотеке sklearn языка Python	+	+					++						+	+	
ОПК-2	Умеет: реализовывать алгоритмы машинного обучения и производить их оптимальную настройку	+			++	+				++	+			+	+	
ОПК-2	Имеет практический опыт: анализа, оптимизации и валидации моделей машинного обучения													+	+	+
ПК-2	Знает: классы методов и алгоритмов машинного обучения	+			+					+						+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Демидов, А. К. Искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие А. К. Демидов, Б. М. Кувшинов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 65, [1] с. ил.
2. Ясницкий, Л. Н. Введение в искусственный интеллект [Текст] учеб. пособие Л. Н. Ясницкий. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2008. - 174, [1] с.

б) дополнительная литература:

1. Смолин, Д. В. Введение в искусственный интеллект: Конспект лекций Д. В. Смолин. - М.: Физматлит, 2004. - 208 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Презентации Ибряевой О.Л. по дисциплине "Машинное обучение"
2. Ибряева О.Л. Методические указания по теме "Отбор признаков"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Презентации Ибряевой О.Л. по дисциплине "Машинное обучение"
2. Ибряева О.Л. Методические указания по теме "Отбор признаков"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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 (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Коэльо, Л. П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л. П. Коэльо, В. Ричарт ; перевод с английского А. А. Слинкин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — ISBN 978-5-97060-330-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/82818 (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Python Software Foundation-Python (бессрочно)
2. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	110 (3Г)	Компьютерный класс
Экзамен	110 (3Г)	Компьютерный класс
Лекции	110 (3Г)	Проектор