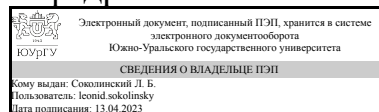


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



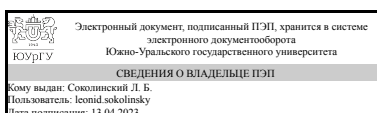
Л. Б. Соколинский

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.01 Основы машинного обучения  
для направления 09.03.04 Программная инженерия  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Инженерия информационных и интеллектуальных систем  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Системное программирование

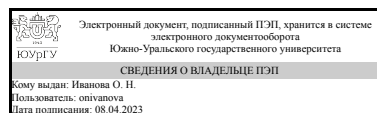
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 920

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



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,  
к.пед.н., доцент



О. Н. Иванова

## 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
ПК-3 (ПК-1 модели) Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знает: ПК-1.2. З-1. Знает методы и инструментальные средства решения задач с использованием систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной области, критерии выбора методов и инструментальных средств решения интеллектуальных задач, подходы к выбору методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта, процесс, стадии и методологии разработки решений на основе искусственного интеллекта; Умеет: ПК-1.2. У-1. Умеет осуществлять оценку критериев выбора методов и инструментальных средств решения задач с помощью систем искусственного интеллекта и выбор методов и инструментальных средств в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей; Имеет практический опыт: использования инструментальных средств решения задач искусственного интеллекта
ПК-5 (ПК-4 модели) Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знает: ПК-4.3. З-1. Знает классические методы и алгоритмы машинного обучения: предиктивные - обучение с учителем, дескриптивные - обучение без учителя; Умеет: ПК-4.3. У-1. Умеет проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения; Имеет практический опыт: применения методов

	машинного обучения для решения задач
ПК-11 (ПК-5 модели) Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знает: ПК-5.1. З-1. Знает возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения: задач анализа данных и машинного обучения; ПК-5.2. З-1. Знает функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения;

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Введение в искусственный интеллект, Теория вероятностей и математическая статистика	Основы интеллектуального анализа данных, Современные языки программирования систем искусственного интеллекта, Технологии аналитической обработки информации, Подготовка данных для машинного обучения, Глубокое обучение, Теория, методы и средства параллельной обработки информации

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

Дисциплина	Требования
Введение в искусственный интеллект	Знает: основные определения искусственного интеллекта и систем искусственного интеллекта, историю развития науки об искусственном интеллекте, эволюцию и главные тренды систем искусственного интеллекта; классы решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта; основные параметры идентификации задач искусственного интеллекта: назначение, сфера применения, виды используемых знаний, временные аспекты решения задач, основные принципы, тенденции развития и перспективы исследований и разработок в области искусственного интеллекта, международные и национальные стандарты в области искусственного интеллекта и смежных областях Умеет: определять принадлежность проблемной и предметной областей к классу решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта и основные параметры идентификации задач систем искусственного интеллекта, применять технологии искусственного интеллекта при реализации проектов на различных стадиях жизненного цикла, применять международные и национальные стандарты в области

	искусственного интеллекта и смежных областях для решения задач в профессиональной деятельности Имеет практический опыт:
Теория вероятностей и математическая статистика	Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач теории вероятностей и математической статистики, статистические методы анализа данных Умеет: решать классические (типовые) задачи теории вероятностей и математической статистики, применять математические методы для решения типовых профессиональных задач, ориентироваться в справочной литературе, применять знания из теории вероятностей и математической статистики для анализа данных Имеет практический опыт: использования основных методов теории вероятностей и математической статистики для решения задач, связанных с профессиональной деятельностью, обработки данных средствами теории вероятностей и математической статистики

#### 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	
		5	
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	
Подготовка к контрольным работам	10	10	
Подготовка к сдаче экзамена	24	24	
Изучение тем, не выносимых на аудиторное изучение	35,5	35,5	
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.	14	6	8	0

	Проблема переобучения. Регуляризация				
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
Подготовка к контрольным работам	Учебники 1-2 основной литературы, указанной в настоящей программе, материалы презентаций	5	10
Подготовка к сдаче экзамена	Все учебники основной литературы, указанной в настоящей программе, материалы презентаций	5	24
Изучение тем, не выносимых на аудиторное изучение	Доп. литература, отечественные и зарубежные журналы, имеющиеся в библиотеке – см. пп. б) и в) раздела 8 настоящей программы.	5	35,5

## 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	5	Текущий контроль	Тест 1. Линейная регрессия	4	4	Контрольная работа проводится по теме лекции. Контрольная работа проводится в форме тестирования. В тесте 3 вопроса. На прохождение теста дается одна попытка. Ограничение по времени - 9 минут. Тест доступен только во время лекции. Система тестирования	экзамен

						автоматически рассчитывает долю правильных ответов и выставляет соответствующий балл.	
2	5	Текущий контроль	Тест 2. Логистическая регрессия. Регуляризация	3	3	Контрольная работа проводится по теме лекции. Контрольная работа проводится в форме тестирования. В тесте 3 вопроса. На прохождение теста дается одна попытка. Ограничение по времени - 9 минут. Тест доступен только во время лекции. Система тестирования автоматически рассчитывает долю правильных ответов и выставляет соответствующий балл.	экзамен
3	5	Текущий контроль	Test 3. Метод kNN	3	3	Контрольная работа проводится по теме лекции. Контрольная работа проводится в форме тестирования. В тесте 3 вопроса. На прохождение теста дается одна попытка. Ограничение по времени - 9 минут. Тест доступен только во время лекции. Система тестирования автоматически рассчитывает долю правильных ответов и выставляет соответствующий балл.	экзамен
4	5	Текущий контроль	Тест 5. Деревья решений и их ансамбли	4	4	Контрольная работа проводится по теме лекции. Контрольная работа проводится в форме тестирования. В тесте 3 вопроса. На прохождение теста дается одна попытка. Ограничение по времени - 9 минут. Тест доступен только во время лекции. Система тестирования автоматически рассчитывает долю правильных ответов и выставляет соответствующий балл.	экзамен
5	5	Текущий контроль	Тест 6. SVM	4	4	Контрольная работа проводится по теме лекции. Контрольная работа проводится в форме тестирования. В тесте 3 вопроса. На прохождение теста дается одна попытка. Ограничение по времени - 9 минут. Тест доступен только во время лекции. Система тестирования автоматически рассчитывает долю правильных ответов и выставляет соответствующий балл.	экзамен
6	5	Текущий контроль	Test 4. CV, GridSearch	3	3	Контрольная работа проводится по теме лекции. Контрольная работа проводится в форме тестирования. В тесте 3 вопроса. На прохождение теста дается одна попытка. Ограничение по времени - 9 минут. Тест доступен только во время лекции. Система тестирования автоматически рассчитывает долю правильных ответов и выставляет соответствующий балл.	экзамен
7	5	Текущий контроль	Test 7. PCA tSNE	2	2	Контрольная работа проводится по теме лекции. Контрольная работа проводится	экзамен

						в форме тестирования. В тесте 3 вопроса. На прохождение теста дается одна попытка. Ограничение по времени - 9 минут. Тест доступен только во время лекции. Система тестирования автоматически рассчитывает долю правильных ответов и выставляет соответствующий балл.	
8	5	Текущий контроль	Практическая работа 1	12	12	<p>На практическом занятии выдаются задания. Студент выполняет задания и загружает отчет на портал или показывает преподавателю в аудитории.</p> <p>Шкала оценивания:</p> <p>0 баллов - работа не выполнена</p> <p>3 балла - в работе выполнено менее 50% заданий, выполненные задания имеют ошибки</p> <p>6 баллов - в работе выполнено 50% заданий, без ошибок</p> <p>8 баллов - в работе выполнено более 50% заданий</p> <p>10 баллов - в работе имеются незначительные неточности и ошибки, все задания выполнены в полном объеме</p> <p>12 баллов - все задания выполнены, в полном объеме, без ошибок</p>	экзамен
9	5	Текущий контроль	Практическая работа 2	12	12	<p>На практическом занятии выдаются задания. Студент выполняет задания и загружает отчет на портал или показывает преподавателю в аудитории.</p> <p>Шкала оценивания:</p> <p>0 баллов - работа не выполнена</p> <p>3 балла - в работе выполнено менее 50% заданий, выполненные задания имеют ошибки</p> <p>6 баллов - в работе выполнено 50% заданий, без ошибок</p> <p>8 баллов - в работе выполнено более 50% заданий</p> <p>10 баллов - в работе имеются незначительные неточности и ошибки, все задания выполнены в полном объеме</p> <p>12 баллов - все задания выполнены, в полном объеме, без ошибок</p>	экзамен
10	5	Текущий контроль	Практическая работа 3	12	12	<p>На практическом занятии выдаются задания. Студент выполняет задания и загружает отчет на портал или показывает преподавателю в аудитории.</p> <p>Шкала оценивания:</p> <p>0 баллов - работа не выполнена</p> <p>3 балла - в работе выполнено менее 50% заданий, выполненные задания имеют ошибки</p> <p>6 баллов - в работе выполнено 50%</p>	экзамен



						заданий, без ошибок 8 баллов - в работе выполнено более 50% заданий 10 баллов - в работе имеются незначительные неточности и ошибки, все задания выполнены в полном объеме 12 баллов - все задания выполнены, в полном объеме, без ошибок	
11	5	Текущий контроль	Практическая работа 4	12	12	На практическом занятии выдаются задания. Студент выполняет задания и загружает отчет на портал или показывает преподавателю в аудитории. Шкала оценивания: 0 баллов - работа не выполнена 3 балла - в работе выполнено менее 50% заданий, выполненные задания имеют ошибки 6 баллов - в работе выполнено 50% заданий, без ошибок 8 баллов - в работе выполнено более 50% заданий 10 баллов - в работе имеются незначительные неточности и ошибки, все задания выполнены в полном объеме 12 баллов - все задания выполнены, в полном объеме, без ошибок	экзамен
12	5	Текущий контроль	Практическая работа 5	6	6	На практическом занятии выдаются задания. Студент выполняет задания и загружает отчет на портал или показывает преподавателю в аудитории. Шкала оценивания: 0 баллов - работа не выполнена 2 балла - в работе выполнено менее 50% заданий, выполненные задания имеют ошибки 3 балла - в работе выполнено 50% заданий, без ошибок 4 балла - в работе выполнено более 50% заданий 5 баллов - в работе имеются незначительные неточности и ошибки, все задания выполнены в полном объеме 6 баллов - все задания выполнены, в полном объеме, без ошибок	экзамен
13	5	Бонус	Бонусные баллы	-	15	Студент получает по одному бонусному баллу за посещение каждого практического занятия. За выполнение дополнительных заданий в некоторых практических работах и на лекциях также начисляются дополнительные баллы. Максимальное количество бонусных баллов, которое может получить студент, - 15.	экзамен

14	5	Промежуточная аттестация	Финальный тест	-	100	В финальном тесте 25 вопросов. Каждый вопрос оценивается 0..4 баллами. Ограничение по времени на прохождение теста - 50 минут. Вопросы выбираются случайным образом из всех разделов дисциплины, по 4-5 вопросов из каждой темы.	экзамен
15	5	Текущий контроль	Практика 06	6	6	На практическом занятии выдаются задания. Студент выполняет задания и загружает отчет на портал или показывает преподавателю в аудитории. Шкала оценивания: 0 баллов - работа не выполнена 2 балла - в работе выполнено менее 50% заданий, выполненные задания имеют ошибки 3 балла - в работе выполнено 50% заданий, без ошибок 4 балла - в работе выполнено более 50% заданий 5 баллов - в работе имеются незначительные неточности и ошибки, все задания выполнены в полном объеме 6 баллов - все задания выполнены, в полном объеме, без ошибок	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. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 25 вопросов. На выполнение теста дается 50 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 экзамена 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	15
ПК-3	Знает: ПК-1.2. 3-1. Знает методы и инструментальные средства решения задач с использованием систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной области, критерии выбора методов и инструментальных средств решения интеллектуальных задач, подходы к выбору методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта, процесс, стадии и методологии разработки решений на основе искусственного интеллекта;															
ПК-3	Умеет: ПК-1.2. У-1. Умеет осуществлять оценку критериев выбора методов и инструментальных средств решения задач с помощью систем искусственного интеллекта и выбор методов и инструментальных средств в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей;															
ПК-3	Имеет практический опыт: использования инструментальных средств решения задач искусственного интеллекта															
ПК-5	Знает: ПК-4.3. 3-1. Знает классические методы и алгоритмы машинного обучения: предиктивные - обучение с учителем, дескриптивные - обучение без учителя;															
ПК-5	Умеет: ПК-4.3. У-1. Умеет проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения;															
ПК-5	Имеет практический опыт: применения методов машинного обучения для решения задач															
ПК-11	Знает: ПК-5.1. 3-1. Знает возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения: задач анализа данных и машинного обучения; ПК-5.2. 3-1. Знает функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов 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:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические указания
2. Презентации по дисциплине "Основы машинного обучения"

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методические указания
2. Презентации по дисциплине "Основы машинного обучения"

### 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. (дата обращения: 28.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей <a href="https://e.lanbook.com/book/165053">https://e.lanbook.com/book/165053</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Коэлю, Л. П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л. П. Коэлю, 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. (дата обращения: 28.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. <a href="https://e.lanbook.com/book/82818">https://e.lanbook.com/book/82818</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
3. Python Software Foundation-Python (бессрочно)
4. -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
Экзамен		Компьютерный класс, компьютеры должны быть подключены к локальной вычислительной сети и интернету
Практические занятия и семинары		Платформа обработки данных на основе искусственного интеллекта <a href="https://aiplatform.ru/">https://aiplatform.ru/</a>
Практические занятия и семинары		ML Space: российская платформа для ML-разработки полного цикла <a href="https://sbercloud.ru/ru/aicloud/mlspace">https://sbercloud.ru/ru/aicloud/mlspace</a>
Практические занятия и семинары		MS Office, компьютеры должны быть подключены к локальной вычислительной сети и интернету, аудитория должна быть оборудована электрическими розетками и доской.
Практические занятия и семинары		СУБД Postgres Pro <a href="https://postgrespro.ru/products/postgrespro">https://postgrespro.ru/products/postgrespro</a>
Практические занятия и семинары		Основы искусственного интеллекта и машинного обучения с Python <a href="https://e-learning.nd.ru/courses/25">https://e-learning.nd.ru/courses/25</a>
Лекции		Проектор, доска с маркерами, компьютер преподавателя