ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Соколинский Л. Б.
Пользователь: leonid.sokolinsky
Дата подписания: 04.07.2024

Л. Б. Соколинский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.03 Подготовка данных для 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.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Соколинский Л. Б.
Пользователь: leonid.sokolinsky
Дата подписания: 03.07.2024

Л. Б. Соколинский

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Иванов С. А.
Пользователь: saivanov
Дата подписания: 25.06.2024

С. А. Иванов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование базовых представлений, знаний и умений в области подготовки данных для машинного обучения. Основные задачи дисциплины: ознакомить студента с основными методами и подходами сбора и подготовки данных для машинного обучения, дать описание основных характеристик наборов данных, показать способы предварительной обработки данных.

Краткое содержание дисциплины

Изложение наиболее важных понятий, определений и методов работы с данными при подготовке датасетов для машинного обучения. В курс входят следующие разделы: математические основы, основы работы с изображениями и видео, основы работы с текстовыми данными, основы работы с аудио данными.

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: базовые подходы к сбору, разметке и предварительной подготовке данных для моделей машинного обучения Умеет: ПК-1.3. У-1. Умеет осуществлять сбор исходной информации с использованием платформ данных (облачных и внутрикорпоративных) Имеет практический опыт: создания собственных наборов данных для моделей машинного обучения при решении задач с учетом особенностей решаемой задачи
ПК-6 (ПК-7 модели) Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	Знает: ПК-7.1. З-2. Знает уровни представления данных (ODS DDL, семантический слой, модель данных); ПК-7.1. З-3 . Знает основные инструменты, библиотеки и технологии Data Science; ПК-7.2. З-1. Знает методы редукции размерности элементов набора данных и их предварительной статистической обработки, разметки структурированных и неструктурированных данных; ПК-7.2. З-2. Знает методы планирования вычислительного эксперимента, формирования обучающей и контрольной выборок; Умеет: ПК-7.2. У-1. Умеет выявлять и исключать из массива данных ошибочные данные и выбросы; ПК-7.1. У-1. Умеет отделять достоверные источники данных от сомнительных, осуществлять критических отбор данных, проверять их на целостность и непротиворечивость; ПК-7.1. У-2. Умеет использовать инструменты и библиотеки для Data Science для поиска данных в открытых

	источниках, специализированных библиотеках и репозиториях; ПК-7.2. У-3. Умеет осуществлять разметку структурированных и неструктурированных данных; использовать инструменты библиотеки и технологии Data Science для подготовки и ПК-7.2. У-4 . Умеет использовать инструменты библиотеки и технологии Data Science для подготовки и разметки структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения; Имеет практический опыт: использования инструментов и библиотек для Data Science для поиска данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях
ПК-9 (ПК-6 модели) Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	Знает: ПК-6.2. З-1. Знает принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта в том числе в условиях малого количества данных искусственных моделей; Умеет: применять известные алгоритмы предобработки данных для решения проблемы малой обучающей выборки Имеет практический опыт: применения подходов к предобработке малых наборов данных при построении систем искусственного интеллекта
ПК-11 (ПК-5 модели) Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знает: ПК-5.2. З-2. Знает принципы проведения машинного эксперимента, проблемы переобучения и недообучения модели, требования к обучающей, тестовой и валидационной выборкам для решения задач анализа данных и машинного обучения; Умеет: осуществлять оценку и отбор инструментальных средств для сбора и разметки наборов данных Имеет практический опыт: применения различных инструментальных средств для сбора и разметки наборов данных

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Введение в искусственный интеллект, Программная инженерия, Основы машинного обучения, Структуры и алгоритмы обработки данных	Основы разработки систем управления большими данными, Глубокое обучение, Введение в обработку естественного языка, Введение в компьютерное зрение, Основы интеллектуального анализа данных, Современные языки программирования систем искусственного интеллекта,

	Технологии аналитической 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: ПК-3.1. З-1. Знает методы концептуального моделирования в аспектах построения объектных, функциональных и поведенческих моделей проблемной области;ПК-3.1. З-2. Знает методы построения онтологий в виде таксономий объектов, установления семантических отношений и определения аксиоматики формирования классов объектов;ПК-3.2. З-1. Знает методы представления знаний, основанные на отображении объектного, функционального (процедурного) и поведенческого видов знаний, и критерии их выбора;ПК-3.2. З-2. Знает методы проектирования базы знаний с использованием различных классов методов представления знаний;, ПК-1.1. З-1. 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; Умеет: ПК-3.1. У-1. Умеет применять методы концептуального моделирования проблемной области в аспектах построения объектных, функциональных и поведенческих моделей проблемной области; ПК-3.1. У-2. Умеет отображать концептуальные модели проблемной области с помощью инструментальных средств построения онтологий и выполнять запросы и навигацию по структуре онтологии;ПК-3.2. У-1. Умеет выбирать методы представления знаний в зависимости от класса решаемых задач;ПК-3.2. У-2. Умеет проектировать базу знаний с использованием различных классов методов представления знаний;, ПК-1.1. У-1. Умеет определять принадлежность проблемной и предметной областей к классу решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта и основные параметры идентификации задач систем искусственного интеллекта; Имеет практический опыт: создания базы знаний для

	системы искусственного интеллекта
Программная инженерия	Знает: ПК-2.3. З-1. Знает основные критерии качества систем искусственного интеллекта, методы и инструментальные средства тестирования работоспособности и качества функционирования систем искусственного интеллекта;, методы и средства проектирования программного обеспечения, ПК-1.3. З-1. Знает методы сбора и обобщения информации о проблемной области путем опроса экспертов, исходных данных о функционировании проблемной и предметной областей, документированнных источников знаний, а также формирования требований к системе искусственного интеллекта; Умеет: ПК-2.3. У-1. Умеет проводить тестирования работоспособности и качества функционирования систем искусственного интеллекта и проверять выполнение требований к системам искусственного интеллекта со стороны пользователя;, применять UML для описания требований к программе и описания архитектуры программной системы, ПК-1.3. У-1. Умеет осуществлять сбор и обобщение информации о проблемной области путем опроса экспертов, исходных данных о функционировании проблемной области, документированных источников знаний, а также формировать требования к системе искусственного интеллекта; Имеет практический опыт: анализа предметной области, а также проектирования и реализации приложения, формирования требований к программной системе
Основы машинного обучения	Знает: ПК-4.3. З-1. Знает классические методы и алгоритмы машинного обучения: предиктивные - обучение с учителем, дескриптивные - обучение без учителя; , ПК-1.2. З-1. Знает методы и инструментальные средства решения задач с 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-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; 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-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: применения методов машинного обучения для решения задач, использования инструментальных средств решения задач искусственного интеллекта
Структуры и алгоритмы обработки данных	Знает: базовые структуры данных и основные алгоритмы их обработки , ПК-7.1. 3-1. Знает виды представления данных, методы поиска и парсинга данных; Умеет: выбирать оптимальные алгоритмы для решения задач предметной области и осуществлять их программную реализацию Имеет практический опыт: применения наиболее распространенных алгоритмов для решения задач с использованием сложных структур данных

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	53,75	53,75
Подготовка собственного набора текстовых данных.	33,75	33.75
Подготовка собственного набора данных изображений на платформа Robooflow.	20	20
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР

1	Математические основы	6	2	4	0
2	Основы работы с изображениями и видео	14	4	10	0
3	Основы работы с текстовыми данными	20	8	12	0
4	Основы работы с аудио данными	8	2	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Математические и статистические характеристики наборов данных	2
2-3	2	Представление изображений и видео в компьютере и связь таких представлений с машинным обучением. Операции над данными в рамках предварительной подготовки для машинного обучения. Разметка изображений.	4
4-6	3	Представление текста в компьютере и связь таких представлений с машинным обучением. Операции над текстовыми данными в рамках предварительной подготовки для машинного обучения. Особенности сбора и обработки текстовых данных для машинного обучения.	6
7	3	Особенности аугментации текстовых данных. Разметка текстов.	2
8	4	Представление аудио в компьютере и связь таких представлений с машинным обучением. Операции над аудио данными в рамках предварительной подготовки для машинного обучения. Разметка аудио.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Статистические характеристики наборов данных. Работа с табличными данными, текстами и изображениями.	4
3-5	2	Представление изображений в компьютере. Рассмотрение современных библиотек работы с изображениями Pillow, OpenCV, Albumentation. Аугментация.	6
6-7	2	Представление видео данных. Кадрирование и аугментация данных.	4
8-10	3	Представление текстов в компьютере. Мешок слов, one-hot-encoding, векторное представление, embedings. Методы работы с текстами sklearn и tensorflow.	6
11-13	3	Парсинг текстов. Подготовка текстовых данных для решения различных задач: классификации и распознавания именованных сущностей.	6
14-16	4	Представление аудио в компьютере. Рассмотрение современной библиотеки работы с аудио Librosa. Подготовка аудио данных с помощью методов tensorflow. Аугментация.	6

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием	Семестр	Кол-

	разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс		во часов
Подготовка собственного набора текстовых данных.	Методические указания раздел "Подготовка собственного набора текстовых данных." https://appen.com	6	33,75
Подготовка собственного набора данных изображений на платформа Robooflow.	Методические указания раздел "Подготовка собственного набора данных изображений на платформа Robooflow." https://app.roboflow.com	6	20

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	6	Текущий контроль	Тест 1	5	5	Компьютерный тест состоит из 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 10 мин. Стоимость одного вопроса - 1 балл. 5 баллов: задание полностью выполнено без ошибок 1-4 баллов: задание выполнено частично или выполнено с ошибками 0 баллов: задание не выполнено	зачет
2	6	Текущий контроль	Практическая 1	5	5	5 заданий, каждое задание 1 балл. 0 баллов: задание не выполнено	зачет
3	6	Текущий контроль	Практическая 2	5	5	5 заданий, каждое задание 1 балл. 0 баллов: задание не выполнено	зачет
4	6	Текущий контроль	Практическая 3	5	5	5 заданий, каждое задание 1 балл. 0 баллов: задание не выполнено	зачет
5	6	Текущий контроль	Практическая 4	5	5	5 заданий, каждое задание 1 балл. 0 баллов: задание не выполнено	зачет
6	6	Текущий контроль	Практическая 5	5	5	5 заданий, каждое задание 1 балл. 0 баллов: задание не выполнено	зачет
7	6	Текущий контроль	Практическая 6	5	5	5 заданий, каждое задание 1 балл. 0 баллов: задание не выполнено	зачет
8	6	Текущий контроль	Тест 2	5	5	Компьютерный тест состоит из 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 10 мин. Стоимость одного вопроса - 1 балл. 5 баллов: задание полностью выполнено без ошибок 1-4 баллов: задание выполнено частично или выполнено с ошибками 0 баллов: задание не выполнено	зачет

9	6	Проме-жуточная аттестация	зачет	-	15	Компьютерный тест состоит из 15 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 30 минут. Стоимость одного вопроса - 1 балл. 15 баллов: задание полностью выполнено без ошибок 1-14 баллов: задание выполнено частично или выполнено с ошибками 0 баллов: задание не выполнено	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	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. No 25-13/09). Процедура прохождения промежуточной аттестации осуществляется согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации (приказ ректора от 27.02.2024 № 33-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля: Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…100 %. Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %. Если студент согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, то он может в день, предшествующий промежуточной аттестации дать свое согласие на автомат в личном кабинете. В случае явки студента на промежуточную аттестацию, давшего свое согласие на автомат в личном кабинете, студент имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Снижение оценки в этом случае запрещено. Если студент не дал согласия в личном кабинете, то он может согласиться с оценкой лично на промежуточной аттестации в день ее проведения. Если студент не согласен с оценкой, то он имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день промежуточной аттестации на основе согласия студента, данного им в личном кабинете. При отсутствии согласия в журнале дисциплины фиксация результатов происходит при личном присутствии студента. Если студент не дал согласие в личном кабинете и не явился на промежуточную аттестацию – ему выставляется «неявка». Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 15 вопросов. На выполнение теста дается 30 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	промежуточной аттестации.	

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-3	Знает: базовые подходы к сбору, разметке и предварительной подготовке данных для моделей машинного обучения	+		+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: ПК-1.3. У-1. Умеет осуществлять сбор исходной информации с использованием платформ данных (облачных и внутрикорпоративных)			+	+	+	+	+		+
ПК-3	Имеет практический опыт: создания собственных наборов данных для моделей машинного обучения при решении задач с учетом особенностей решаемой задачи			+	+	+	+	+		+
ПК-6	Знает: ПК-7.1. З-2. Знает уровни представления данных (ODS DDL, семантический слой, модель данных); ПК-7.1. З-3 . Знает основные инструменты, библиотеки и технологии Data Science; ПК-7.2. З-1. Знает методы редукции размерности элементов набора данных и их предварительной статистической обработки, разметки структурированных и неструктурированных данных; ПК-7.2. З-2. Знает методы планирования вычислительного эксперимента, формирования обучающей и контрольной выборок;	+	+			+	+	+	+	+
ПК-6	Умеет: ПК-7.2. У-1. Умеет выявлять и исключать из массива данных ошибочные данные и выбросы; ПК-7.1. У-1. Умеет отделять достоверные источники данных от сомнительных, осуществлять критических отбор данных, проверять их на целостность и непротиворечивость; ПК-7.1. У-2. Умеет использовать инструменты и библиотеки для Data Science для поиска данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях; ПК-7.2. У-3. Умеет осуществлять разметку структурированных и неструктурированных данных; использовать инструменты библиотеки и технологии Data Science для подготовки и ПК-7.2. У-4 . Умеет использовать инструменты библиотеки и технологии Data Science для подготовки и разметки структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения;		+			+	+	+		+
ПК-6	Имеет практический опыт: использования инструментов и библиотек для Data Science для поиска данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях		+	+		+	+	+		+
ПК-9	Знает: ПК-6.2. З-1. Знает принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта в том числе в условиях малого количества данных искусственных моделей;			+	+	+	+	+	+	+
ПК-9	Умеет: применять известные алгоритмы предобработки данных для решения проблемы малой обучающей выборки			+	+	+	+	+		+
ПК-9	Имеет практический опыт: применения подходов к предобработке малых наборов данных при построении систем искусственного интеллекта			+	+	+	+	+		+
ПК-11	Знает: ПК-5.2. З-2. Знает принципы проведения машинного эксперимента, проблемы переобучения и недообучения модели, требования к обучающей, тестовой и валидационной выборкам для решения задач анализа данных и машинного обучения;			+	+	+	+	+		+
ПК-11	Умеет: осуществлять оценку и отбор инструментальных средств для сбора и разметки наборов данных			+	+	+	+	+		+

ПК-11	Имеет практический опыт: применения различных инструментальных средств для сбора и разметки наборов данных			+	+	+	+	+	+			+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

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

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. методические указания

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бизли, Д. Python. Книга рецептов / Д. Бизли, Б. К. Джонс ; перевод с английского Б. В. Уварова. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 646 с. — ISBN 978-5-97060-751-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/131723
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Паттерсон, Д. Глубокое обучение с точки зрения практика / Д. Паттерсон, А. Гибсон. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-481-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/116122
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ганегедара, Т. Обработка естественного языка с TensorFlow : руководство / Т. Ганегедара ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 382 с. — ISBN 978-5-97060-756-5. https://e.lanbook.com/book/140584
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Годин, А. М. Статистика : учебник / А. М. Годин. — 13-е изд. — Москва : Дашков и К, 2021. — 412 с. https://e.lanbook.com/book/229796
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система	Антонио, Д. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Д. Антонио, П. Суджит ;

		издательства Лань	перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 294 с. — ISBN 978-5-97060-573-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/111438

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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
Лекции	110 (3г)	Проектор, компьютерный класс
Практические занятия и семинары	110 (3г)	Проектор, компьютерный класс
Зачет	110 (3г)	Компьютерный класс