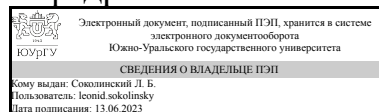


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



Л. Б. Соколинский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.09.02 Нейросетевые технологии в задачах синтетических медиа

для направления 09.04.04 Программная инженерия

уровень Магистратура

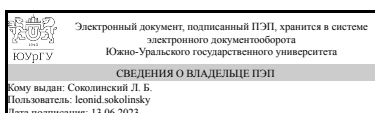
магистерская программа Искусственный интеллект и инженерия данных

форма обучения очная

кафедра-разработчик Системное программирование

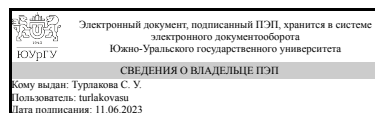
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

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



Л. Б. Соколинский

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



С. У. Турлакова

1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать представление у магистранта о многообразии нейросетевых технологий в различных задачах синтетических (генеративных) медиа. Научить на практике решать задачи синтеза изображений с использованием генеративных-состязательных сетей, анализа и генерации видеоконтента, задачи распознавания и синтеза речи, синтеза и реконструкции лиц для создания deepfake, генерации текста с помощью генеративных нейросетевых моделей.

Краткое содержание дисциплины

В рамках дисциплины дается комплексное понимание технологий генеративно-состязательных нейронных сетей для создания виртуальных (цифровых) персонажей и других актуальных задач синтетических медиа. Нейронные сети в распознавании и синтезе речи. Анализ и синтез изображений и видео по содержанию по заданным параметрам. Синтез лица, создание deepfake с нейросетевыми технологиями замены лиц – face swap, реконструкции лиц – reenactment, синхронизации лица спикера и речи – lip-sync. Генерация текста с использованием GAN, моделей GPT.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ПК-2 Способен исследовать и разрабатывать архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей на основе комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта | Знает: основы генеративно-состязательных сетей, известные нейросетевые архитектуры для задач распознавания и синтеза речи, анализа и синтеза изображений, генерации текста Умеет: разрабатывать модули систем искусственного интеллекта для задач генерации контента – аудио, изображение, видео, текст Имеет практический опыт: разрабатывать модули систем искусственного интеллекта для задач генерации контента – аудио, изображение, видео, текст |
| ПК-5 Способен руководить проектами по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов | Умеет: реализовывать проекты по созданию синтетических персонажей |
| ПК-6 Способен руководить проектами по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых субтехнологий искусственного интеллекта в прикладных областях | Имеет практический опыт: использования сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение» и/или «Обработка естественного языка» |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|---|
| Компьютерное зрение, Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта, | Не предусмотрены |

| | |
|---|--|
| Объектно-ориентированные CASE-технологии, Глубокие нейронные сети, Разработка интеллектуальных систем на языке R, Архитектура распределенных вычислительных систем | |
|---|--|

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

| Дисциплина | Требования |
|---|--|
| Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта | Знает: унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий, принципы построения систем обработки естественного языка, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка», функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения Имеет практический опыт: |
| Архитектура распределенных вычислительных систем | Знает: Современные концепции проектирования распределенных вычислительных систем на основе клиентсерверного, однорангового и сервисориентированного подходов а также очередей сообщений Умеет: Разрабатывать приложения на основе клиентсерверного и сервис-ориентированного подходов, а также приложения с использованием очередей сообщений, осуществлять осознанный выбор технологии сериализации данных для обеспечения коммуникации между компонентами распределенного приложения, выстраивать архитектуру системы искусственного интеллекта, осуществлять декомпозицию основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования Имеет практический опыт: Создания приложений на основе технологии gRPC и концепции REST |
| Компьютерное зрение | Знает: принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение» Умеет: применять современные инструментальные средства и |

| | |
|--|--|
| | <p>системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, разрабатывать унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий Имеет практический опыт:</p> |
| <p>Глубокие нейронные сети</p> | <p>Знает: математическую модель нейрона, технологии создания искусственных нейронных сетей, методы оптимизации, регуляризации и нормализации параметров нейронной сети и процесса ее обучения, принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубокого машинного обучения (с подкреплением и без) Умеет: осуществлять формализацию задачи, построение математической модели, подготовку обучающего набора данных, подбор топологии и создание искусственной нейронной сети в соответствии с поставленной задачей, применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей Имеет практический опыт: формулирования и решения задач в области машинного обучения с использованием нейросетевого подхода</p> |
| <p>Разработка интеллектуальных систем на языке R</p> | <p>Знает: методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения Умеет: выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения Имеет практический опыт:</p> |
| <p>Объектно-ориентированные CASE-технологии</p> | <p>Знает: основные особенности процесса проектирования программных систем, типы черт программных систем (поведенческие, структурные), классификацию моделей UML, основные виды диаграмм UML, понятия, использующиеся в метаязыке UML и в конкретных видах диаграмм, архитектурные принципы построения систем искусственного интеллекта, методы декомпозиции основных подсистем (компонентов) и реализации их взаимодействия на основе методологии предметно-ориентированного проектирования Умеет: выделять функциональные требования к разрабатываемой системе, определять поведенческие и структурные черты проектируемого ПО, строить модели проектируемого продукта с помощью различного типа диаграмм UML Имеет практический опыт: навыками проектирования структуры и поведения программных систем, навыками анализа предметной области, спецификации</p> |

| | |
|--|--|
| | поведенческих и структурных черт разрабатываемой информационной системы, оформления документации на этапе проектирования системы |
|--|--|

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 3 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 144 | 144 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 48 | 48 | |
| Лекции (Л) | 16 | 16 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32 | 32 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 87,5 | 87,5 | |
| Изучение основной и дополнительной литературы | 55,5 | 55,5 | |
| Подготовка к зачету | 32 | 32 | |
| Консультации и промежуточная аттестация | 8,5 | 8,5 | |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | диф.зачет | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|---|---|---|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Синтетические медиа: кейсы, тренды и прорывы, проблемы и задачи. Основные нейросетевые технологии, генеративно-состязательные сети. | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 2 | Анализ аудио. Распознавание и синтез речи | 12 | 4 | 8 | 0 |
| 3 | Анализ и синтез изображений и видео по содержанию | 6 | 2 | 4 | 0 |
| 4 | Синтез лица, создание deepfake | 12 | 4 | 8 | 0 |
| 5 | Генерация текста | 10 | 2 | 8 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1 | 1 | Синтетические медиа: кейсы, тренды и прорывы, проблемы и задачи. | 2 |
| 2 | 1 | Введение в генеративное глубокое обучение. Вариационные автокодировщики. Генеративно-состязательные сети. | 2 |
| 3-4 | 2 | Анализ аудио. Преобразование Фурье. Распознавание и синтез речи. Классификация систем распознавания речи. Архитектуры систем распознавания и синтеза речи (ASR / TTS). Понятия разборчивости и | 4 |

| | | | |
|-----|---|--|---|
| | | качества речи. Вокодеры. Энкодеры для верификации голоса спикера. | |
| 5 | 3 | Анализ и синтез изображений и видео по содержанию. Синтез изображений по заданным параметрам. Генерация изображений | 2 |
| 6-7 | 4 | Синтез лица, создание deepfake. Нейросетевые технологии замены лиц – face swap. Нейросетевые технологии реконструкции лиц – reenactment. Нейросетевые технологии синхронизации лица спикера и речи – lip-sync. | 4 |
| 8 | 5 | Генерация текста с использованием GAN. Архитектуры генеративных сетей для текста: GPT-2 и GPT-3. Особенности обучения. | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Практика по обучению автокодировщиков и генеративно-сопоставительных сетей в задачах генерации изображений и переноса стиля. | 4 |
| 2 | 2 | Обучение системы распознавания речи. Оценка качества работы системы | 4 |
| 3 | 2 | Обучение системы синтеза речи на базе архитектуры Tacotron 2 с вокодером. Оценка качества работы системы. Обучение энкодера для задачи верификации спикера. | 4 |
| 4 | 3 | Обучение нейросетевой модели задаче тегирования изображений и видео по содержанию. | 4 |
| 5 | 4 | Создание модели синтеза лиц – deepfake. | 2 |
| 6 | 4 | Обучение нейросетевых моделей реконструкции лиц | 4 |
| 7 | 4 | Обучение нейросетевых моделей lip-sync для синхронизации движений лица спикера и произносимой речи | 2 |
| 8 | 5 | Перенос стиля в тексте на основе GAN | 2 |
| 9 | 5 | Практика по обучению и применению модели GPT для генерации текстов | 2 |
| 10 | 5 | Создание виртуального персонажа с помощью комплекса нейросетевых технологий по индивидуальному заданию | 4 |

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 основной и дополнительной литературы | Основная литература 1, 2. Дополнительная литература 1-4 | 3 | 55,5 |
| Подготовка к зачету | Основная литература 1, 2. Дополнительная литература 1-4 | 3 | 32 |

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 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-1. Обучение автокодировщиков и генеративно-состязательных сетей в задачах генерации изображений и переноса стиля. | 2 | 3 | 3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | дифференцированный зачет |
| 2 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-2. Обучение системы распознавания речи | 2 | 3 | 3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | дифференцированный зачет |
| 3 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-3. Обучение системы синтеза речи | 3 | 3 | 3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | дифференцированный зачет |
| 4 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-4. Обучение нейросетевой | 3 | 3 | 3 балла: задание выполнено полностью, | дифференцированный зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|------------------|---|---|---|--|--------------------------|
| | | | модели задачи тегирования изображений и видео по содержанию | | | 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | |
| 5 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-5. Создание модели синтеза лиц – deepfake | 3 | 3 | 3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | дифференцированный зачет |
| 6 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-6. Обучение нейросетевых моделей реконструкции лиц | 4 | 3 | 3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | дифференцированный зачет |
| 7 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-7. Обучение нейросетевых моделей lip-sync | 4 | 3 | 3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, | дифференцированный зачет |

| | | | | | | | |
|----|---|--------------------------|--|---|---|--|--------------------------|
| | | | | | | но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | |
| 8 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-8. Перенос стиля в тексте на основе GAN. | 2 | 4 | 3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | дифференцированный зачет |
| 9 | 3 | Текущий контроль | ПЗ-9. Применение модели GPT для генерации текстов | 3 | 3 | 3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено | дифференцированный зачет |
| 10 | 3 | Промежуточная аттестация | Защита проекта по созданию виртуального персонажа с помощью комплекса нейросетевых технологий по индивидуальному заданию | - | 3 | 3 балла: индивидуальное задание выполнено полностью, 2 балла: индивидуальное задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балла: индивидуальное задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: | дифференцированный зачет |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | индивидуальное задание не выполнено | |
|--|--|--|--|--|--|--|

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|--|---|
| дифференцированный зачет | <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).</p> <p>Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %.</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %.</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде защиты проекта по созданию виртуального персонажа с помощью комплекса нейросетевых технологий по индивидуальному заданию. Защита проводится в форме демонстрации проекта и доклада не более 5 минут. По окончании доклада преподаватель может задать дополнительные вопросы по проекту. 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 | | |
| ПК-2 | Знает: основы генеративно-состязательных сетей, известные нейросетевые архитектуры для задач распознавания и синтеза речи, анализа и синтеза изображений, генерации текста | + | + | + | + | | | | | | + | + | + |
| ПК-2 | Умеет: разрабатывать модули систем искусственного интеллекта для задач генерации контента – аудио, изображение, видео, текст | + | + | + | + | | | | | | + | + | + |
| ПК-2 | Имеет практический опыт: разрабатывать модули систем искусственного интеллекта для задач генерации контента – аудио, изображение, видео, текст | + | + | + | + | + | | | | | + | + | + |
| ПК-5 | Умеет: реализовывать проекты по созданию синтетических персонажей | + | + | + | + | + | + | + | + | | | + | + |
| ПК-6 | Имеет практический опыт: использования сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение» и/или «Обработка естественного языка» | | | | + | | | | | | + | | + |

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. Вопросы для подготовки к экзамену

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---------------------------|---|--|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107901 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7462-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160142 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Тампель, И. Б. Автоматическое распознавание речи : учебное пособие / И. Б. Тампель, А. А. Карпов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110433 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 4 | Дополнительная 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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140584 . — Режим доступа: для |

| | | | |
|---|---------------------------|---|---|
| | | | авториз. пользователей. |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебник / Р. Клетте ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 506 с. — ISBN 978-5-97060-702-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131691 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 6 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Бонцанини, М. Анализ социальных медиа на Python. Извлекайте и анализируйте данные из всех уголков социальной паутины на Python / М. Бонцанини ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 288 с. — ISBN 978-5-97060-574-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/108129 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

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) | Компьютер и проектор. |
| Зачет, диф. зачет | 112 (3г) | Компьютерный класс |
| Практические занятия и семинары | 112 (3г) | Компьютерный класс |