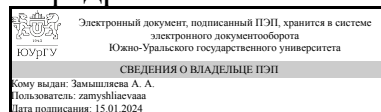


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.П0.07** Современные архитектуры глубоких искусственных нейронных сетей

**для направления 01.03.02** Прикладная математика и информатика

**уровень** Бакалавриат

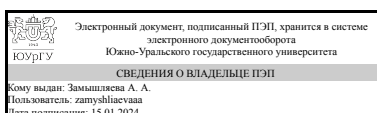
**профиль подготовки** Прикладная математика и искусственный интеллект

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Прикладная математика и программирование

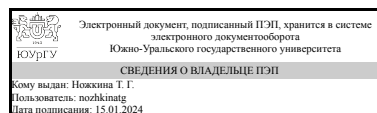
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

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



А. А. Замышляева

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Т. Г. Ножкина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – познакомить студентов с теорией и практикой глубокого обучения нейронных сетей. В данной дисциплине рассматривается процесс создания и применения нейронных сетей. В первую очередь ставится цель объяснить основополагающие теоретические идеи и практические приёмы, используемые при обучении различных нейросетевых моделей. Материал фокусируется как на алгоритмах, лежащих в основе обучения нейронных сетей, так и на практическом применении полученных знаний. Задачи дисциплины: -изучение теоретических основ искусственных нейронных сетей; -знакомство с современными архитектурами нейронных сетей; -формирование умений и навыков решения практических задач с применением глубокого обучения.

## Краткое содержание дисциплины

В данной дисциплине изучаются: глубокие нейронные сети (полносвязные нейронные сети, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети); оптимизация в обучении глубоких моделей; контроль качества обучения, нормализация и регуляризация, дропаут и нормализация по мини-батчам; основные приемы обработки естественного языка; перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-8 (ПК-5 модели) Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знает: [ПК-5.2. 3-1.] функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения; [ПК-5.2. 3-2.] 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-5.3. 3-1.] принципы построения систем искусственного интеллекта, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта с применением машинного обучения Умеет: [ПК-5.3. У-1.] решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования системы искусственного интеллекта с применением машинного обучения и массово параллельных вычислений для ускорения машинного обучения
ПК-9 (ПК-6 модели) Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и	Знает: [ПК-6.1. 3-2.] функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания

методов	моделей искусственных нейронных сетей; [ПК-6.2. 3-1.] принципы построения систем 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 Умеет: [ПК-6.1. У-1.] проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задачи машинного обучения; [ПК-6.2. У-1.] решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования системы искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей
ПК-10 (ПК-7 модели) Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	Знает: [ПК-7.2. 3-2.] методы планирования вычислительного эксперимента, формирования обучающей и контрольной выборок Умеет: [ПК-7.2. У-2.] выделять входные и выходные переменные с целью использования предиктивных моделей
ПК-11 (ПК-8 модели) Способен разрабатывать системы анализа больших данных	Знает: [ПК-8.2. 3-4.] методы и технологии машинного обучения на больших данных Имеет практический опыт: машинного обучения на больших данных

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Сбор, анализ и предобработка данных, Алгоритмы машинного обучения, Программирование для анализа данных, Введение в искусственный интеллект и нейронные сети	Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр), Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Сбор, анализ и предобработка данных	Знает: [ПК-7.2. 3-1.] методы редукции размерности элементов набора данных и их предварительной статистической обработки, разметки структурированных и неструктурированных данных; Умеет: [ПК-1.3. У-1.] осуществлять сбор исходной информации с использованием платформ данных (облачных и внутрикорпоративных), [ПК-7.2. У-1.] выявлять и исключать из массива данных ошибочные данные и выбросы; [ПК-7.2. У-3.] осуществлять

	разметку структурированных и неструктурированных данных Имеет практический опыт: сбора информации с использованием платформ данных (облачных и внутрикорпоративных)
Алгоритмы машинного обучения	Знает: [ПК-4.1. 3-1.] принципы и методы машинного обучения, типы и классы задач машинного обучения, методологию ML Ops; [ПК-4.1. 3-2.] статистические методы анализа данных; [ПК-4.3. 3-1.] классические методы и алгоритмы машинного обучения: предиктивные - обучение с учителем, дескриптивные - обучение без учителя Умеет: [ПК-5.1. У-1.] проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения, [ПК-4.1. У-1.] сопоставить задачам предметной области классы задач машинного обучения; [ПК-4.1. У-2.] использовать статистические методы анализа данных при решении задач машинного обучения; [ПК-4.3. У-1.] проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости, разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения Имеет практический опыт: участия в разработке алгоритмов для решения задач машинного обучения
Программирование для анализа данных	Знает: [ПК-5.1. 3-1.] возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач анализа данных и машинного обучения Умеет: [ПК-2.2. У-1.] разрабатывать программные приложения систем искусственного интеллекта, с использованием современных языков программирования, библиотек и программных платформ функционального, логического, объектно-ориентированного программирования (Python, R, C++, C#) Имеет практический опыт: участия в разработке программных приложений систем искусственного интеллекта, с использованием современных языков программирования
Введение в искусственный интеллект и нейронные сети	Знает: [ПК-1.1. 3-1.] 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; [ПК-1.2. 3-1.] методы и инструментальные средства решения задач с использованием систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей

	<p>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, [УК-1.1. 3-2.] Знает классификацию информационных систем и систем искусственного интеллекта, функциональность программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности, [ПК-6.1. 3-1.] базовые архитектуры и модели искусственных нейронных сетей Умеет: [ПК-1.1. У-1.] 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:</p>
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 123 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	180	72	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	112	48	64
Лекции (Л)	48	16	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	64	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	57	19,5	37,5
Подготовка к диф. зачёту в 7 семестре	7,5	0	7,5
Подготовка к диф. зачёту в 6 семестре	9,5	9,5	0
Подготовка к лабораторным работам и написание отчётов по лабораторным работам в 7 семестре	30	0	30
Подготовка к лабораторным работам и написание отчётов по лабораторным работам в 6 семестре	10	10	0
Консультации и промежуточная аттестация	11	4,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	диф.зачет

#### 5. Содержание дисциплины

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

1	Глубокие нейронные сети: особенности построения и обучения	24	12	0	12
2	Основы построения свёрточных нейронных сетей	24	4	0	20
3	Архитектуры нейронных сетей для работы с изображениями	12	8	0	4
4	Глубокие нейронные сети и обработка текста. LLM (Large Language Model, большая языковая модель)	36	16	0	20
5	Перенос обучения. Трансформеры. Механизм внимания. Обучение с подкреплением.	16	8	0	8

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные понятия. Полносвязные нейронные сети	2
2-3	1	Нормализация данных. Регуляризация.	3
3-4	1	Дропаут и нормализация по мини-батчам	3
5-6	1	Контроль качества обучения.	4
7	2	Изображения как объект для нейронных сетей.	2
8	2	Свёрточные нейронные сети	2
9	3	Обзор современных архитектур свёрточных нейронных сетей	2
10-11	3	Сегментация изображений	4
12	3	Автокодировщики	2
13-14	4	Обработка текстов	4
15-16	4	Базовые нейросетевые методы работы с текстами	4
17-18	4	LLM (Large Language Model, большая языковая модель).	4
19-20	4	Рекуррентные нейронные сети	4
21-22	5	Перенос обучения глубоких нейронных сетей	4
23-24	5	Трансформеры. Механизм внимания. Обучение с подкреплением.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1-2	1	Реализация softmax	4
3-4	1	Реализация слоя нормализации	4
5-6	1	Оптимизации качества работы нейросети	4
7-8	2	Реализация сверточного слоя	4
9-11	2	Сверточные и полносвязные нейросети	6
12-14	2	Распознавание объектов на изображениях с помощью сверточных нейронных сетей	6
15-16	2	Реализация max-pooling	4
17-18	3	Сегментация изображений	4
19-20	4	Лемматизация текста	4
21-22	4	Предобработка текста	4
23-24	4	Частеречная разметка (POS-tagging)	4

25-26	4	Тематическая классификация текстов	4
27-28	4	Генерация текста	4
29-30	5	Перенос обучения	4
31-32	5	Трансформеры и механизм внимания	4

#### 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 диф. зачёту в 7 семестре	ЭУМД осн. лит. [1]; [2]; [3]; [4]; доп. лит. [1]; [2].	7	7,5
Подготовка к диф. зачёту в 6 семестре	ЭУМД осн. лит. [1]; [2]; [3]; [4]; доп. лит. [1]; [2].	6	9,5
Подготовка к лабораторным работам и написание отчётов по лабораторным работам в 7 семестре	ЭУМД осн. лит. [1]; [2]; [3]; [4]; доп. лит. [1]; [2].	7	30
Подготовка к лабораторным работам и написание отчётов по лабораторным работам в 6 семестре	ЭУМД осн. лит. [1]; [2]; [3]; [4]; доп. лит. [1]; [2].	6	10

#### 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	КМ-1. Лабораторная работе №1	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
2	6	Текущий контроль	КМ-2. Лабораторная работе №2	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм	дифференцированный зачет

						составлен неверно, программа не работает.	
3	6	Текущий контроль	КМ-3. Лабораторная работе №3	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
4	6	Текущий контроль	КМ-4. Лабораторная работе №4	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
5	6	Текущий контроль	КМ-5. Лабораторная работе №5	20	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
6	6	Текущий контроль	КМ-6. Лабораторная работе №6	20	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
7	6	Текущий контроль	КМ-7. Лабораторная работе №7	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм	дифференцированный зачет



						составлен неверно, программа не работает.	
8	7	Текущий контроль	КМ-8. Лабораторная работе №8	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает	дифференцированный зачет
9	7	Текущий контроль	КМ-9. Лабораторная работе №9	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
10	7	Текущий контроль	КМ-10. Лабораторная работе №10	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
11	7	Текущий контроль	КМ-11. Лабораторная работе №11	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
12	7	Текущий контроль	КМ-12. Лабораторная работе №12	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм	дифференцированный зачет

						составлен неверно, программа не работает.	
13	7	Текущий контроль	КМ-13. Лабораторная работе №13	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
14	7	Текущий контроль	КМ-14. Лабораторная работе №14	16	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
15	7	Текущий контроль	КМ-15. Лабораторная работе №15	12	3	3 балла: Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
16	6	Промежуточная аттестация	КМ-16. Дифференцированный зачёт 6 семестр	-	4	4 баллов получает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно отвечающий на дополнительные вопросы; 3 баллов заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебного материала, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями;	дифференцированный зачет

					2 баллов получает студент, допустивший погрешности в ответе, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя; 1 балл ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного учебного материала; 0 баллов ставится студенту, который не смог справиться с заданием в билете.	
17	7	Промежуточная аттестация	КМ-17 Дифференцированный зачёт 7 семестр	-	4 4 баллов получает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно отвечающий на дополнительные вопросы; 3 баллов заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебного материала, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями; 2 баллов получает студент, допустивший погрешности в ответе, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя; 1 балл ставится студенту, обнаружившему существенные пробелы в знаниях	дифференцированный зачет



	и массово параллельных вычислений для ускорения машинного обучения																	
ПК-9	Знает: [ПК-6.1. 3-2.] функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей; [ПК-6.2. 3-1.] принципы построения систем 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									++								
ПК-9	Умеет: [ПК-6.1. У-1.] проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задачи машинного обучения; [ПК-6.2. У-1.] решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования системы искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей																	
ПК-10	Знает: [ПК-7.2. 3-2.] методы планирования вычислительного эксперимента, формирования обучающей и контрольной выборок																	
ПК-10	Умеет: [ПК-7.2. У-2.] выделять входные и выходные переменные с целью использования предиктивных моделей																	
ПК-11	Знает: [ПК-8.2. 3-4.] методы и технологии машинного обучения на больших данных																	
ПК-11	Имеет практический опыт: машинного обучения на больших 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. Пособие по нейронным сетям

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

1. Пособие по нейронным сетям

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/140584">https://e.lanbook.com/book/140584</a> (дата обращения: 27.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	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: <a href="https://e.lanbook.com/book/107901">https://e.lanbook.com/book/107901</a> (дата обращения: 27.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-97060-506-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/105836">https://e.lanbook.com/book/105836</a> (дата обращения: 27.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шолле, Ф. Глубокое обучение с R и Keras / Ф. Шолле ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 646 с. — ISBN 978-5-93700-189-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/315488">https://e.lanbook.com/book/315488</a> (дата обращения: 27.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бурков, А. Инженерия машинного обучения / А. Бурков ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 306 с. — ISBN 978-5-93700-125-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/314834">https://e.lanbook.com/book/314834</a> (дата обращения: 27.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Йылдырым, С. Осваиваем архитектуру Transformer / С. Йылдырым, М. Асгари-Ченаглу ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-93700-106-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/241148">https://e.lanbook.com/book/241148</a> (дата обращения: 27.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Перечень используемого программного обеспечения:

1. -LibreOffice(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
Лекции	336 (3б)	ПК, проектор, экран, ПО.
Лабораторные занятия	333 (3б)	Персональные компьютеры, ПО.