

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор по УР

_____ А.Е. Рудин

«21» 02 2023 года

Рабочая программа дисциплины

2.1.4

Современные информационные технологии в научной деятельности

Учебный план: 2023-24 уч.год 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы НВКМ 2023 ОО.plx

Кафедра: **36** Информационных технологий

Научная специальность: 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы

Уровень образования: аспирантура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
1	УП	17	17	38	2	Зачет
	РПД	17	17	38	2	
Итого	УП	17	17	38	2	
	РПД	17	17	38	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)"

Составитель (и):

доктор технических наук, Заведующий кафедрой
кандидат технических наук, Доцент

Пименов Виктор Игоревич
Небаев Игорь Алексеевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационных технологий

Пименов Виктор Игоревич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Лысенко Александр
Александрович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать у аспирантов знания, умения и навыков области применения высоких технологий и прикладных средств (в т.ч. основанных на искусственном интеллекте) информационно-коммуникационного комплекса в образовательной и научно-исследовательской деятельности

1.2 Задачи дисциплины:

- Ознакомить с передовыми подходами и методологиями использования прикладных информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательском процессе.
- Сформировать навыки практического применения прикладных систем искусственного интеллекта, информационных систем, функционирующих на основе высоких компьютерных технологий, обеспечивающих автоматизацию ввода, накопления, обработки, передачи, оперативного управления научной и исследовательской информацией.
- Выработать практические прикладные навыки использования информационных ресурсов в образовательной и научно-исследовательской деятельности.
- Владеть техническими приемами работы в системах коллективного доступа к облачным хранилищам научных и исследовательских данных, прикладным программным пакетам инженерных и научных вычислений, платформам, необходимыми для организации, проведения и представления результатов научного исследования.
- Развить способности к обучению, развитию и реализации научно-исследовательского потенциала в условиях непрерывного развития и совершенствования средств комплекса информационно-коммуникационных технологий.

1.3 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знания и умения, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написании диссертационной работы

Иностранный язык

Подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных, топологий интегральных микросхем, предусмотренных абзацем четвертым пункта 5 федеральных государственных требований

Методология проведения исследования и методика написания диссертации

Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Знать: Актуальные способы использования электронных информационно-коммуникационных технологий. Подходы и методологию к научно-исследовательской работе с использованием передовых компьютерных технологий. Виды и функции мониторинга научных достижений, цели и результаты международных исследований. Принципы, способы и методы организации научных исследований. Основные положения образовательных теорий, концепций, систем и практики научных исследований. Теоретико-методологические основы организации исследования в сфере профессиональной деятельности.</p>
<p>Уметь: Ставить задачу и выполнять научные исследования при решении прикладных профессиональных задач с использованием современных аппаратных и программных средств комплекса информационно-коммуникационных технологий. Применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации с использованием высоких компьютерных технологий. Определять цели и задачи, функции исследований. Подбирать прикладной диагностический программный инструментарий и разрабатывать программы контроля результатов исследований. Определять перспективные направления научных исследований в сфере профессиональной деятельности. Использовать экспериментальные и теоретические методы исследования в профессиональной деятельности. Оказывать консультацию в поиске информации по полученному заданию, сборе, анализе данных, необходимых для решения поставленных профессиональных задач.</p>
<p>Владеть: Культурой научного исследования в области профессиональной деятельности, в том числе с использованием информационных технологий. Современными методами, программными инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий. Навыками поиска с использованием информационных систем и баз данных.</p>

3 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		

<p>Раздел 1. Информационные технологии, кибернетизация и системный подход в научно-исследовательской деятельности.</p>				
<p>Тема 1. Основные подходы и методологии теории систем и системного анализа в научно-исследовательской деятельности. Классификация систем, анализ проблематики, системная методология, модель системы, структура. Задачи анализа систем. Системное описание объекта. Стратификация объекта наблюдения и атрибутизация. Методы описания систем: феноменологический, семантический, системный, логический, структурный, функциональный, процессный, потоковый, информационный, целевой, задачный, математический, экспертный, Дельфи, мозговой атаки, ассоциативный.</p> <p>Практические занятия: разработка проекта исследования системы, подбор методологической, аналитической, математической модели для описания процессов исследуемой системы, визуализация процесса исследования системы, разработка диаграммы связей, составление интеллект-карты, ассоциативная карта.</p>	1	1	2	Т
<p>Тема 2. Моделирование систем, определение системной модели: качественные и формальные атрибуты, задача анализа, план эксперимента, моделирование и симуляция, обработка результатов измерений. Итеративность системного подхода. Обзор кибернетических подходов в системном анализе, кибернетизация системного подхода. Иерархия кибернетических алгоритмов в структуре системного подхода. Модели компьютерного прогнозирования для решения системных задач. Нейросетевые модели в системных исследованиях, системы на основе глубокого машинного обучения, обзор примеров решения прикладных задач с помощью нейросетевого подхода.</p> <p>Практические занятия: анализ модели компьютерного прогнозирования, реализация технического прогноза в прикладном вычислительном программном пакете, построение нейросетевой модели системы, анализ архитектуры и деталей программной реализации.</p>	1	1	2	
<p>Раздел 2. Электронные библиотеки, библиографические базы данных, индексирование и наукометрические системы.</p>				Т

<p>Тема 3. Электронные информационно-библиотечные системы (ЭИБС). Основные функции и инструменты ЭБС "ЛАНЬ", IPRbooks, Айбукс (ibooks.ru), Университетская библиотека онлайн. Библиографические базы данных научных публикаций: интерфейс пользователя и базовые функции образовательной платформы Юрайт, электронная библиотека elibrary.ru, Университетская исследовательская система (УИС Россия). Научно-исследовательские поисковые системы: Google Scholar (Академия), Викиучебники, Викиверситет проекта Wikipedia. Электронные архивы с открытым доступом для научных статей и препринтов (arxiv.org), интерфейс, основные функции, поиск публикаций, модерирование, формат публикаций. Цитирование научных публикаций, система "Антиплагиат", проверка текстовых документов на наличие заимствований.</p> <p>Практические занятия: организация работы с профилем пользователя в ЭИБС и научно-исследовательских поисковых системах, использование ресурсов публичных образовательных платформ, инструменты цитирования, импорт и экспорт библиографической информации, программное обеспечение организации библиографических данных, форматы, стили и стандарты библиографической информации.</p>	1	1	4	
<p>Тема 4. Наукометрия, наукометрические показатели. Основные понятия: индекс цитирования (ИЦ), импакт-фактор (ИФ), инфометрия, библиометрия, гиперавторство, ResearcherID, рецензирование, DOI. Типы индексов: Хирша, Кардашьян, РИНЦ, g-индекс, i- индекс, CiteScore. Основные агрегаторы: Scopus, Web of Science (WoS), Google Scholar, Microsoft Academic, PubMed, Semantic Scholar, eLibrary.Ru, ИСТИНА МГУ. Национальные и международные индексы цитирования, системы указателей научного цитирования. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), научные публикации российских учёных и индекс цитирования научных статей. Наукометрический инструментарий РИНЦ, профиль автора, поиск публикаций, работа с изданиями и периодикой. Привязка публикаций, формирование коллекций.</p> <p>Практические занятия: личный кабинет пользователя РИНЦ, работа с наукометрическим инструментарием, профиль автора, поиск публикаций и изданий, формирование списка публикаций.</p>	1	1	4	
<p>Раздел 3. Информатизация научно-исследовательской деятельности, компьютерные средства поддержки научно-исследовательского процесса.</p>				Т

<p>Тема 5. Информационные технологии и электронные инструменты подготовки научных публикаций. Текстовые процессоры (MS Word, OpenOffice Writer, Corel's WordPerfect, Google Docs, AbiWord и т.д.), системы компьютерной верстки (TeX, LaTeX, пакет GNU TeXmacs). Импорт, экспорт и форматы библиографической информации, системы управления библиографией в текстовых процессорах и системах компьютерной верстки (BibTeX, пакеты Mendeleev, Jabref и т.д.). Компьютерные инструменты, средства организации и подготовки электронных текстовых документов в среде текстового процессора. Шаблонизация документов. Автоматические стили. Создание и редактирование стилей. Многоуровневые списки. Набор математических формул. Защита электронного документа. Создание макросов. Ссылки. Автоматическое создание оглавления. Автоматическая нумерация списков иллюстраций и таблиц. Перекрестные ссылки на объекты электронного документа. Создание списка литературы.</p> <p>Практические занятия: создание, оформление и форматирование текстовых научно-исследовательских документов в среде текстового процессора, организация коллективного доступа к электронным документам в среде облачной службы (OneDrive, Google Drive, Яндекс.Диск, Облако Mail.ru).</p>	2	2	4	
<p>Тема 6. Инструменты табличного процессора для решения прикладных научно-исследовательских задач. Основные табличные процессоры: MS Excel, Gnumeric, OpenOffice Calc, Google Docs. Математические операции над массивами и матрицами в табличном процессоре. Решение системы уравнений различными вычислительными методами. Инструменты для решения аналитических задач: анализ «что если». Инструменты для решения аналитических задач: «поиск решения». Инструменты табличного процессора для работы с диаграммами и графиками функций. Средства визуализация научных данных. Формат хранения, импорт и экспорт научных и экспериментальных данных в среду табличного процессора. Пакет расширения: надстройка "Анализ данных". Статистические инструменты пакета анализа для обработки научно-исследовательских данных: гистограмма, вероятностные распределения, упорядочение данных, ранг, процентиль, статистика, математическая обработка.</p> <p>Практические занятия: расчет математических, инженерных и экономических задач в среде табличного процессора, визуализация и статистическая обработка данных.</p>	2	2	4	

<p>Тема 7. Электронные инструменты и программное обеспечение подготовки научных презентаций, докладов и выступлений. Программное обеспечение для подготовки и просмотра презентаций в офисных пакетах (OpenOffice Impress, PowerPoint). Подготовка презентаций в системах компьютерной верстки (Scribus, LaTeX Beamer). Формат переносимых документов (PDF). Инструменты разработки электронных презентаций: шаблоны, создание и редактирование стилей, списки, математические формулы, иллюстрации и таблицы. Связывание объектов, импорт мультимедиа и создание интерактивных презентаций.</p> <p>Практические занятия: структуризация и оформление научно-исследовательских докладов и электронных презентаций, организация коллективного доступа к презентационным материалам в среде облачной службы (OneDrive, Google Drive, Яндекс.Диск и т.д.).</p>	1	1	4	
<p>Раздел 4. Интеллектуальный подход, вычислительные и машинные технологии обработки научно-исследовательских данных.</p>				
<p>Тема 8. Искусственный интеллект (ИИ) в прикладных задачах научно-исследовательского процесса: извлечение знаний и анализ данных. Организация знаний в системах ИИ, модели представления знаний. Разработка экспертных систем (ЭС) как научно-исследовательская задача. Применение систем (глубокого) машинного обучения для решения прикладных научно-исследовательских задач: обучение, тестирование, валидация результатов. Интеллектуальные программные комплексы и платформы для обработки больших данных, извлечения знаний и глубокого анализа (Deductor/Loginom).</p> <p>Практические занятия: нейронные структуры (персептроны, нейросети, нейронные компьютеры), анализ и синтез ИИ, примеры реализации ИИ в прикладных научно-исследовательских задачах.</p>	4	4	6	Т

<p>Тема 9. Инструменты компьютерных систем аналитических и численных решений в научно-исследовательских задачах. Решение научно-исследовательских задач методами CAE (Computer Aided Engineering). Статистическая обработка и визуализация данных в системах компьютерной алгебры (СКА): PTC Mathcad, Maxima. Анализ математической модели, разработка имитационной модели. Специальные инструменты и средства языков программирования высокого уровня для решения прикладных научно-исследовательских задач: программирование научных вычислений в Python, использование библиотек анализа данных (pandas), решение вычислительных задач (numpy), визуализация и представление данных (matplotlib), выполнение научных и инженерных расчётов (scipy), алгоритмы машинного обучения (scikit-learn) для реализации сценариев обработки научно-исследовательских данных.</p> <p>Практические занятия: обработка экспериментальных данных в системах компьютерной алгебры, математический анализ и построение компьютерной модели, визуализация результатов обработки научно-исследовательских данных.</p>	4	4	8	
<p>Итого в семестре (на курсе для ЗАО)</p>	17	17	38	
<p>Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)</p>	0			

Всего контактная работа и СР по дисциплине		34	38	
--	--	----	----	--

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

4.1.1 Показатели оценивания

Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
<p>Классифицирует типовые способы применения информационно-коммуникационных технологий в прикладной научно-исследовательской области. Перечисляет виды и функции мониторинга научных достижений, описывает принципы, способы и методы организации научных исследований.</p> <p>Использует современные методы и программные инструменты для автоматизации и информатизации научно-исследовательской и проектной деятельности.</p> <p>Демонстрирует навыки поиска информации, сбора и анализа данных, необходимые для решения поставленной профессиональной научно-исследовательской задачи</p>	<p>Вопросы для устного собеседования.</p> <p>Практико-ориентированные задания.</p>

4.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации.	Не предусмотрена
Не зачтено	Ответ неполный, непонимании сущности предмета в целом, существенные ошибки или пробелы в	Не предусмотрена

	знания сразу по нескольким темам, незнание основных терминов. Недостаточная глубина и осознанность ответа. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Неспособность	
--	---	--

4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

4.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Основные подходы и методологии теории систем и системного анализа в научно-исследовательской деятельности. Задачи анализа систем. Системное описание объекта.
2	Моделирование систем, определение системной модели: качественные и формальные атрибуты, задача анализа, план эксперимента, моделирование и симуляция, обработка результатов измерений.
3	Кибернетические подходы в системном анализе. Иерархия кибернетических алгоритмов в структуре системного подхода.
4	Модели компьютерного прогнозирования для решения системных задач. Нейросетевые модели в системных исследованиях, системы на основе глубокого машинного обучения, примеры решения прикладных задач с помощью нейросетевого подхода.
5	Электронные информационно-библиотечные системы (ЭИБС). Основные функции и инструменты ЭБС. Библиографические базы данных научных публикаций: базовые функции.
6	Научно-исследовательские поисковые системы. Электронные архивы с открытым доступом для научных статей и препринтов: основные функции, формат публикаций. Цитирование научных публикаций.

7	Наукометрия, наукометрические показатели. Основные понятия: индекс цитирования (ИЦ), импакт-фактор (ИФ), инфометрия, библиометрия. Типы индексов.
8	Национальные и международные индексы цитирования, системы указателей научного цитирования. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Наукометрический инструментальный РИНЦ.
9	Информационные технологии и электронные инструменты подготовки научных публикаций. Текстовые процессоры и системы компьютерной верстки.
10	Форматы библиографической информации, системы управления библиографией в текстовых процессорах и системах компьютерной верстки.
11	Инструменты табличного процессора для решения прикладных научно-исследовательских задач. Основные табличные процессоры. Средства визуализация научных данных.
12	Инструменты табличного процессора для решения прикладных научно-исследовательских задач. Формат хранения, импорт и экспорт научных и экспериментальных данных в среду табличного процессора. Статистические инструменты пакета анализа для обработки научно-исследовательских данных.
13	Электронные инструменты и программное обеспечение подготовки научных презентаций, докладов и выступлений. Программное обеспечение для подготовки и просмотра презентаций в офисных пакетах.
14	Электронные инструменты и программное обеспечение подготовки научных презентаций, докладов и выступлений. Формат переносимых документов (PDF). Связывание объектов, импорт мультимедиа и создание интерактивных презентаций.
15	Искусственный интеллект (ИИ) в прикладных задачах научно-исследовательского процесса: извлечение знаний и анализ данных. Организация знаний в системах ИИ, модели представления знаний. Разработка экспертных систем (ЭС) как научно-исследовательская задача.
16	Искусственный интеллект (ИИ) в прикладных задачах научно-исследовательского процесса. Интеллектуальные программные комплексы и платформы для обработки больших данных, извлечения знаний и глубокого анализа.
17	Инструменты компьютерных систем аналитических и численных решений в научно-исследовательских задачах. Решение научно-исследовательских задач методами САЕ (Computer Aided Engineering). Статистическая обработка и визуализация данных в системах компьютерной алгебры (СКА).
18	Инструменты компьютерных систем аналитических и численных решений в научно-исследовательских задачах. Анализ математической модели, разработка имитационной модели.
19	Специальные инструменты и средства языков программирования высокого уровня для решения прикладных научно-исследовательских задач: использование библиотек анализа данных, решение вычислительных задач, визуализация и представление данных.

4.2.2 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

- Создать иерархию стилей форматирования научно-исследовательской публикации в среде текстового процессора.
- Вставить математическую формулу и создать перекрестную ссылку на данный объект.
- Включить защиту электронного текстового документа в среде текстового процессора.
- Создать макрос автоматизации оформления (форматирования) текста в среде текстового процессора (по вариантам).
- Выполнить автоматическое создание оглавления научно-исследовательской публикации.
- Создать автоматические списки нумерации иллюстраций и таблиц научно-исследовательской публикации.
- Создать систему перекрестных ссылок на объекты (таблица, рисунок, формула) электронного текстового документа.
- Добавить в документ научно-исследовательской публикации список литературы, основанный на стиле оформления библиографического списка "ГОСТ 7.0.5 2008".
- Решить систему линейных уравнений с помощью инструментов табличного процессора.
- Построить график функции (по варианту) и отобразить линию тренда с помощью инструментов табличного процессора.
- Построить гистограмму и выполнить обработку набора случайно сгенерированных величин (по варианту).
- Разработать сценарий автоматизации инженерных вычислений (по вариантам).
- Разработать реализацию программной модели прогнозирования в среде системы компьютерной алгебры (Mathcad, MAXIMA).
- Выполнить анализ основных статистических функций, законов распределения и методов генерации случайных событий в прикладных офисных программных пакетах (MS Excel, надстройка "Анализ данных").
- Реализовать численный эксперимент применимости методов статистических испытаний для вычисления параметров физических объектов.
- Провести исследование влияния параметров модели системы массового обслуживания на временные характеристики исполнения заявок СМО. Реализовать вычисления в прикладном математическом пакете (MathCAD, MAXIMA).
- Реализовать модель нейросети с одним внутренним слоем и целочисленными информационными входами (язык программирования Python).

4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

4.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

4.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

4.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа составляет 30 минут.

Время на выполнение практического задания с применением вычислительной техники составляет 20 минут.

При проведении зачета не разрешается пользоваться учебными материалами.

Зачет проводится в компьютерном классе.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Протоdjяконов, А. В., Пылов, П. А., Садовников, В. Е.	Алгоритмы Data Science и их практическая реализация на Python	Москва, Вологда: Инфра -Инженерия	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/124000.html
Герштейн, Ю. М.	Информационные технологии моделирования бизнес-процессов	Москва: Российский университет транспорта (МИИТ)	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/115841.html
Галиева, Н. В., Галиев, Ж. К.	Информационные технологии в управлении	Москва: Издательский Дом МИСиС	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/116994.html
Воскобойников, Ю. Е.	Обработка и анализ экспериментальных данных в пакетах MathCAD и Excel	Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/107639.html
Фомин, В. Г.	Математическое моделирование в системе MathCAD	Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/108693.html
Лайко, Н. В., Карпасюк, И. В.	Математика и вычисления в Mathcad	Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/115494.html
Левицкая, Л. П., Моргунов, В. М., Ручкин, В. Б.	Системный анализ и принятие решений	Москва: Российский университет транспорта (МИИТ)	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/122060.html
Мещерякова Г.П., Вольнова Д.В.	Теория систем и системный анализ	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2022	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2022105
Пименов В. И., Небаев И. А.	Системы искусственного интеллекта. Инструменты разработки. Экспертные системы	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2023	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202316
Сунгатуллина, А. Т., Базанова, А. А.	Системный анализ и функциональное моделирование бизнес-процессов на основе структурного подхода	Москва: Российский университет транспорта (МИИТ)	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/115891.html

6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Завьялов, О. Г., Подповетная, Ю. В.	Теория вероятностей и математическая статистика с применением Excel и Maxima	Москва: Прометей	2018	https://www.iprbooks.hop.ru/94548.html
Москалев, П. В., Шацкий, В. П.	Основы математического моделирования в системе Maxima	Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого	2015	http://www.iprbookshop.ru/72724.html
Руденко, Б. Д.	Корреляционно-регрессионный анализ в Excel и Mathcad	Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/107205.html
Коробова, Л. А., Черняева, С. Н., Сафонова, Ю. А., Денисенко, В. В.	Статистическая обработка данных в среде wxMaxima	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2019	http://www.iprbookshop.ru/88437.html
Ильина, В. А., Силаев, П. К.	Система аналитических вычислений MAXIMA для физиков-теоретиков	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/92000.html
Кремень, Е. В., Кремень, Ю. А., Расолько, Г. А.	Численные методы: практикум в MathCad	Минск: Вышэйшая школа	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/120098.html
Маккинли, Уэс, Слинкина, А.	Python и анализ данных	Саратов: Профобразование	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/88752.html
Пименов В. И.	Когнитивные информационные технологии и системы	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2022	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202256

Пименов В.И., Суздалов Е.Г., Воронов М.В.	Методы обработки информации в научных исследованиях	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2641
Плас Дж. Вандер	Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение	Санкт-Петербург: Питер	2018	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=356721
Маккинли, Уэс, Слинкина, А.	Python и анализ данных	Саратов: Профобразование	2019	http://www.iprbookshop.ru/88752.html
Глебов В.И., Криволапов С.Я.	Практикум по математической статистике. Проверка гипотез с использованием Excel, MatCalc, R и Python: Учебное пособие	Москва: Прометей	2019	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=365848

5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Библиографическая база данных научных публикаций российских учёных и индекс цитирования научных статей. [Электронный ресурс]. URL: http://elibrary.ru/project_risc.asp

Научная электронная библиотека (ELIBRARY.ru). [Электронный ресурс]. URL: <http://elibrary.ru/>
 Электронный архив с открытым доступом для научных статей и препринтов. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронно-библиотечная система "Юрайт" [Электронный ресурс]. URL: <https://urait.ru/>
 Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://publish.sutd.ru/>
 Информационная справочная система «Электронный центр справки и обучения Microsoft Office» [Электронный ресурс]. URL: <https://support.office.com/ru-RU>

Информационная система он-лайн документации по языку программирования Python [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.python.org/3/>

Открытая сетевая информационная вики-энциклопедия по машинному обучению и анализу данных [Электронный ресурс]. URL: <http://www.machinelearning.ru/>

5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Mathcad Education – University Edition Term

Octave

SolidWorks Education Edition на SolidWorks 500 CAMPUS

TinyCad

Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» версии 3.3

AnyLogic Univercity

PROMT Professional

GPSS Studio (студенческая версия)

GPSS World Student Version

Python

R

Deductor Academic

GNU/Linux

Oracle VM VirtualBox

Solidworks (Dassault)

Microsoft Windows 10 Pro

5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска