

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт экономики и предпринимательства

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**АНАЛИЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ
ТЕХНОЛОГИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки
38.04.05 Бизнес-информатика

Направленность (профиль) программы магистратуры
«Анализ и оптимизация бизнес-процессов»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Нижегород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 «Анализ данных на основе технологии нейронных сетей» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 «Анализ данных на основе технологии нейронных сетей» относится к части ООП направления подготовки 38.04.05 Бизнес-информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способность готовить аналитические материалы для оценки мероприятий и выработки стратегических решений в области ИКТ.	ПК-2.1. Осуществляет поиск, сбор и обработку информации для выработки стратегических решений в области ИКТ.	Знать средства нейронных сетей при разработке компьютерных моделей для обработки информации в целях выработки стратегических решений в области ИКТ для анализа и оптимизации бизнес-процессов. Уметь проводить исследования и создавать компьютерные модели средствами нейронных сетей в специализированных пакетах прикладных программ в целях выработки стратегических решений в области ИКТ для анализа и оптимизации бизнес-процессов. Владеть практическими навыками создания компьютерных моделей средствами нейронных сетей в спе-	Решение практических задач с использованием реальных статистических данных

		<p>циализированных пакетах прикладных программ в целях выработки стратегических решений в области ИКТ для анализа и оптимизации бизнес-процессов.</p>	
--	--	---	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ	___ ЗЕТ	___ ЗЕТ
Часов по учебному плану	72		
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):	31		
- занятия лекционного типа	10		
- занятия семинарского типа (практические занятия)	20		
самостоятельная работа	41		
КСР	1		
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	Зачет		

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Все-го (часы)	в том числе															
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них												Самостоятельная работа обучающегося, часы			
		Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего						
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная

Тема 1. Статистические данные. Виды данных. Источники данных. Сбор данных. Методы статистической обработки данных. Предварительный анализ.	6			1		2				3		3		
Тема 2. Интеллектуальный анализ данных Data Mining. Знания и данные. Data Mining. Хранилища данных. Особенности OLAP-технологии.	11			1		2				3		8		
Тема 3. Введение в методы нейронных сетей. Обучение (тренировка) сети. Нейронные сети прямого распространения сигмоидального типа: многослойный перцептрон. Нейронная сеть с радиальными базисными элементами (RBF). Нейронная сеть как универсальный аппроксиматор нелинейных зависимостей. Преимущества нейронных сетей. Биологический нейрон. Основные элементы модели искусственного нейрона. Топология нейронных сетей. Архитектура нейронных сетей. Парадигмы обучения нейронных сетей: обучение с учителем, обучение без учителя.	23			3		6				9		14		

<p>Многослойный персептрон: Алгоритм обратного распространения ошибки (BP). Подбор коэффициента обучения. Методы подбора начальных значений весовых коэффициентов нейронной сети. Оптимизация архитектуры сети.</p> <p>Нейронная сеть с радиальными базисными элементами (RBF): Математические основы функционирования RBF-сети. Радиально-симметричный шаблонный слой. Архитектура RBF-сети. Этапы обучения RBF-сети. Сравнение сетей RBF и многослойных персептронов. Использование нейросетевых методов в современной экономике.</p>																
<p>Тема 4. Самоорганизующиеся нейронные сети. Нейронные сети встречного распространения (CPN-сети). Рекуррентные нейронные сети.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети: Отличительные особенности самоорганизующихся сетей на основе конкуренции. Самоорганизующиеся карты (СОК) Кохо-</p>	26			4			8					12			14	

<p>нена.</p> <p>Алгоритмы обучения самоорганизующихся сетей: алгоритм Кохонена, алгоритм нейронного газа.</p> <p>Применение СОК в социально-экономических исследованиях.</p> <p>Нейронные сети встречного пространства (CPN-сети):</p> <p>Архитектура CPN-сети. Функционирование CPN-сети. Этапы обучения CPN-сети. Преимущества, недостатки и модификация нейронных сетей встречного пространства.</p> <p>Рекуррентные нейронные сети:</p> <p>Определение рекуррентных нейронных сетей. Главная особенность рекуррентных нейронных сетей. Рекуррентные нейронные сети как ассоциативные запоминающие устройства: автоассоциативная нейронная сеть Хопфилда; нейронная сеть Хэмминга.</p>																
<p>Тема 5.</p> <p>Современные программные средства для обработки данных на основе нейронных сетей.</p> <p>Пакет <i>Deductor Academic</i> и его отличительные особенности.</p> <p>Анализ данных в</p>	5			1		2					3			2		

пакете Deductor Academic. Назначение и возможности пакета Viscovery SOMine . Концепция, положенная в основу Viscovery SOMine. Вид карты, создаваемой Viscovery SOMine. Анализ данных в пакете Viscovery SOMine.																	
В том числе КСР	1																
Аттестация по дисциплине (3 семестр) – зачет.																	
Итого	72			10			20					30			41		

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает решение прикладной задачи кейса.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 2 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

аналитический:

- анализ современных инновационных инструментов и методов управления организацией, в том числе методов планирования деятельности, распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений;
 - анализ финансовых и производственных показателей деятельности инновационной организации, используя современные средства ИКТ;
 - поиск, сбор и обработка информации для выработки стратегических решений в области ИКТ;
 - системный анализ информации и подготовка аналитических материалов для оценки мероприятий и выработки стратегических решений в области ИКТ;
- компетенций - ПК-2 - Способность готовить аналитические материалы для оценки мероприятий и выработки стратегических решений в области ИКТ, в том числе, индикатор достижения компетенции ПК-2.1 - Осуществляет поиск, сбор и обработку информации для выработки стратегических решений в области ИКТ.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы по дисциплине:

1. Подготовка к практическим занятиям, в частности выполнение заданий и решение задач, выдаваемых на самостоятельную подготовку, наполнение портфолио.
2. Выполнение аудиторных и домашних самостоятельных работ.
3. Самостоятельное изучение отдельных вопросов теории по учебникам и методическим пособиям.
4. Самостоятельная работа в творческих группах: выполнение обучающимися в составе творческого коллектива проектов.
5. Самостоятельное решение задач с использованием информационных технологий.
6. Подготовка к практическим занятиям и активное участие в них.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся:

1. **Тюгашев А.А.** Интеллектуальные системы: учебное пособие. – Самара: СамГУПС, 2020. – 151 с.
Постоянная ссылка на документ: <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=748879&idb=0>
Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/161308>
2. **Ростовцев В.С.** Искусственные нейронные сети: учебник для вузов / 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 216 с.
Постоянная ссылка на документ: <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=747874&idb=0>
Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/160142>

Контроль самостоятельной работы осуществляется преподавателем по результатам выполнения индивидуальных заданий, по активности работы обучающегося в творческой группе, по контрольным вопросам.

Контроль знаний обучающихся включает в себя следующие составляющие:

- Текущий контроль по посещению лекционных, практических занятий и активности работы на них.
- В конце каждого практического занятия преподаватель контролирует выполнение задания каждым из обучающихся.
- Текущий контроль по успеваемости: выполнение самостоятельных работ на ЭВМ.
- Итоговый контроль по практическим занятиям на ЭВМ.
- Итоговая оценка: оценка на зачете с учетом итогов контроля по лекционным и практическим занятиям.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами. Выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов.
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
зачтено	Все компетенции (части компетенций), включая индикаторы достижения компетенций, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям и индикаторам их достижения, при этом хотя бы одна компетенция с индикаторами ее достижения сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Все компетенции (части компетенций), включая индикаторы достижения компетенций, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне ниже «удовлетворительно», не продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям, при этом хотя бы одна компетенция с индикаторами ее достижения сформирована на уровнях «неудовлетворительно» или «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции и индикатор ее достижения
<p>Тема 1. Статистические данные.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите виды и источники данных. 2. Каковы методы статистической обработки данных? 3. Что представляет собой предварительный анализ данных? 	<p>ПК-2 ПК-2.1.</p>
<p>Тема 2. Интеллектуальный анализ данных Data Mining.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие методы анализа данных относятся к Data Mining? 2. Охарактеризуйте хранилища данных. 3. Назовите особенности OLAP-технологии. 	<p>ПК-2 ПК-2.1.</p>
<p>Тема 3. Введение в методы нейронных сетей. Обучение (тренировка) сети. Нейронные сети прямого распространения сигмоидального типа: многослойный персептрон. Нейронная сеть с радиальными базисными элементами (RBF).</p> <p>Введение в методы нейронных сетей.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое нейронная сеть? 2. Опишите биологический нейрон. 3. Каковы основные элементы модели искусственного нейрона? 4. Охарактеризуйте детерминированные модели нейрона. 5. Опишите статистическую модель нейрона. 6. Что такое топология и архитектура нейронных сетей? 7. Приведите примеры использования нейронных сетей в современной экономике. 	<p>ПК-2 ПК-2.1.</p>

<p>Обучение (тренировка) сети и некоторые задачи обучения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое алгоритм обучения? 2. Охарактеризуйте обучение, основанное на коррекции ошибок. 3. Что такое конкурентное обучение? 4. Назовите парадигмы обучения нейронных сетей и дайте им характеристику. 5. В чем отличие между классификацией и кластеризацией? <p>Многослойный персептрон.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какова архитектура многослойного персептрона? 2. Напишите функции активации многослойного персептрона. 3. Опишите алгоритм обратного распространения ошибки. <p>Нейронная сеть с радиальными базисными элементами (RBF).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что составляет математическую основу функционирования RBF-сетей? 2. Что реализуют скрытые нейроны радиально-симметричного шаблонного слоя? 3. Какова архитектура RBF-сетей? 4. Назовите этапы обучения RBF-сети. 5. В чем отличие сетей RBF и многослойных персептронов? 	
<p>Тема 4. Самоорганизующиеся нейронные сети. Нейронные сети встречного распространения (CPN-сети). Рекуррентные нейронные сети.</p> <p>Самоорганизующиеся нейронные сети.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите отличительные особенности самоорганизующихся сетей на основе конкуренции. 2. Что такое самоорганизующиеся карты (СОК)? 3. Назовите алгоритмы обучения самоорганизующихся сетей и дайте им характеристику. 4. Назовите программные средства для обработки СОК. 5. Перечислите применение СОК в социально-экономических исследованиях. <p>Нейронные сети встречного распространения (CPN-сети).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое нейронные сети встречного распространения (CPN-сети)? 2. Как функционирует CPN-сеть? 3. Опишите процесс обучения CPN-сети. 4. Каковы преимущества и недостатки нейронных сетей встречного распространения? <p>Рекуррентные нейронные сети.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое рекуррентные нейронные сети? 2. Какая главная особенность рекуррентных сетей? 3. Какова роль и главная задача ассоциативной памяти? 4. Какова архитектура автоассоциативной нейронной сети Хопфилда? 5. Опишите алгоритм обучения сетей Хопфилда и Хэмминга. 6. Какова архитектура нейронных сетей Хэмминга? 7. В чем достоинство нейронной сети Хэмминга по сравнению с сетью Хопфилда? 	<p>ПК-2 ПК-2.1.</p>
<p>Тема 5. Современные программные средства для обработки данных на основе нейронных сетей.</p>	<p>ПК-2 ПК-2.1.</p>

1. Каковы назначение и возможности пакета Deductor Academic?	
2. Какие функции активации реализованы в Deductor Academic?	
3. Каковы назначение и возможности пакета Viscosity SOMine?	

5.2.2. Типовые тестовые билеты для оценки сформированности компетенции ПК-2 (индикатора ПК-2.1) по дисциплине «Анализ данных на основе технологии нейронных сетей»:

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ННГУ

Кафедра математического моделирования экономических процессов

Дисциплина «Анализ данных на основе технологии нейронных сетей» Направление подготовки 38.04.05 «Бизнес-информатика»

БИЛЕТ № 00

Теоретические вопросы:

1. Интеллектуальный анализ данных Data Mining.
2. Самоорганизующиеся нейронные сети.

Практическая задача:

Проведите кластеризацию данных с применением нейронных сетей – самоорганизующихся карт Кохонена, реализованных в пакете Deductor, по следующим показателям Федеральной службы государственной статистики за 2021 г.:

X1 – инвестиции в основной капитал на душу населения (руб.);

X2 – использование ИКТ (персональных компьютеров) в организациях (% от общего числа обследованных организаций);

X3 – объем инновационных товаров, работ, услуг (% от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг).

Федеральный округ РФ	X1	X2	X3
ЦФО	200907	80,6	4,6
С-ЗФО	165052	82,7	6,5
ЮФО	91197	80,4	3,8
С-КФО	72523	80,4	7,1
ПФО	106203	82,0	10,3
УФО	259147	83,6	2,6
СФО	132250	83,5	2,4
ДФО	239391	83,5	2,3

Заведующий кафедрой _____ И.О. Фамилия

Преподаватель _____ И.О. Фамилия

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА ННГУ

Кафедра математического моделирования экономических процессов

Дисциплина «Анализ данных на основе технологии нейронных сетей»

Направление подготовки 38.04.05 «Бизнес-информатика»

БИЛЕТ № 01

Теоретические вопросы:

1. Методы статистической обработки данных.
2. Модели искусственных нейронов.

Практическая задача:

Проведите исследование зависимости валового регионального продукта (ВРП) от показателей, взятых с официального сайта Федеральной службы государственной статистики за 2020 г., с применением нейронных сетей – многослойных персептронов, реализованных в пакете Deductor:

X1 – использование сети Интернет в домашних хозяйствах: широкополосный доступ к сети Интернет (%);

X2 – число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения (шт.);

X3 – ввод в действие жилых домов на 1000 человек населения (м^2 общей площади жилых домов).

Федеральный округ РФ	X1	X2	X3
ЦФО	84,7	329,3	29198,5
С-ЗФО	82,4	330,9	10377,2
ЮФО	85,3	327,5	11999,1
С-КФО	83,2	235,9	4718,6
ПФО	79,7	338,4	17403,9
УФО	82,4	385,6	7673,0
СФО	80,4	309,4	8075,3
ДФО	83,1	339,0	3114,7

Заведующий кафедрой _____ И.О. Фамилия

Преподаватель _____ И.О. Фамилия

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. **Назаров Д. М., Конышева Л.К.** Интеллектуальные системы: основы теории нечетких множеств: учебное пособие / 3-е изд.; испр. и доп. – М.: Юрайт, 2023. – 186 с. – Текст: электронный // ЭБС "Юрайт".
Постоянная ссылка на документ: <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841867&idb=0>
Ссылка на полный текст документа: <https://urait.ru/bcode/514414>
2. **Горбаченко В.И., Ахметов Б.С., Кузнецова О.Ю.** Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети: учебное пособие для вузов / 2-е изд. – Москва: Юрайт, 2023. – 105 с. – Текст : электронный // ЭБС "Юрайт".
Постоянная ссылка на документ: <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=759264&idb=0>
Ссылка на полный текст документа: <https://urait.ru/bcode/472491>
3. **Тюгашев А.А.** Интеллектуальные системы: учебное пособие. – Самара: СамГУПС, 2020. – 151 с.
Постоянная ссылка на документ: <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=748879&idb=0>
Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/161308>
4. **Аршинский Л.В., Кириллова Т.К.** Методы и алгоритмы искусственного интеллекта: учебное пособие. – Иркутск: ИрГУПС, 2022. – 124 с.
Постоянная ссылка на документ: <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829605&idb=0>
Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/276485>
5. **Филиппов Ф.В.** Нейросетевые технологии: учебное пособие. – Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. – 129 с.
Постоянная ссылка на документ: <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=779901&idb=0>
Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/180056>
6. **Бессмертный И.А.** Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / 2-е изд.; испр. и доп. – М.: Юрайт, 2023. – 157 с. – Текст: электронный // ЭБС "Юрайт".
Постоянная ссылка на документ: <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842475&idb=0>
Ссылка на полный текст документа: <https://urait.ru/bcode/512657>

7. **Новиков Ф.А.** Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний: учебное пособие. М.: Юрайт, 2023. – 278 с. – Текст: электронный // ЭБС "Юрайт".

Постоянная ссылка на документ: [http://e-](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=840392&idb=0)

[lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=840392&idb=0](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=840392&idb=0)

Ссылка на полный текст документа: <https://urait.ru/bcode/512382>

б) дополнительная литература:

1. **Остроух А.В., Суркова Н.Е.** Системы искусственного интеллекта / 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 228 с.

Постоянная ссылка на документ: [http://e-](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=757680&idb=0)

[lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=757680&idb=0](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=757680&idb=0)

Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/176662>

2. **Макшанов А.В., Журавлев А.Е., Тындыкарь Л.Н.** Большие данные. Big Data: учебник для вузов / 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 188 с.

Постоянная ссылка на документ: [http://e-](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=797850&idb=0)

[lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=797850&idb=0](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=797850&idb=0)

Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/198599>

3. **Филиппов Ф.В.** Технологии обработки информации: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы. – Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. – 30 с.

Постоянная ссылка на документ: [http://e-](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829801&idb=0)

[lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829801&idb=0](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=829801&idb=0)

Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/279125>

4. **Ростовцев В.С.** Искусственные нейронные сети: учебник для вузов / 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 216 с.

Постоянная ссылка на документ: [http://e-](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=747874&idb=0)

[lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=747874&idb=0](http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=747874&idb=0)

Ссылка на полный текст документа: <https://e.lanbook.com/book/160142>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

1. ОС Windows Корпоративная.
2. Программный пакет Viscosity SOMine.
3. Программный пакет Deductor Academic.

Интернет-ресурсы:

1. <http://elibrary.ru/>
2. <http://www.gks.ru/>
3. <https://urait.ru/>
4. <https://e.lanbook.com/>
5. <http://www.unn.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: персональными компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 38.04.05 Бизнес-информатика (магистратура), направленность (профиль) программы магистратуры «Анализ и оптимизация бизнес-процессов»

Автор:

Доцент кафедры математического моделирования экономических процессов Института экономики и предпринимательства ННГУ,
к.ф.-м.н., доцент _____ **В.И. Перова**

Рецензент:

Профессор кафедры теоретической, компьютерной и экспериментальной механики Института информационных технологий математики и механики ННГУ,
д.ф.-м.н., доцент _____ **Д.Т. Чекмарев**

Заведующий кафедрой математического моделирования экономических процессов Института экономики и предпринимательства ННГУ,
д.ф.-м.н., профессор _____ **Ю.А. Кузнецов**

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 14.11.2022, протокол № 6.