

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института
арктических технологий

Федорова О.А.

Ф.И.О.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина	Б1.О.08.ДВ.02.02 Основы машинного обучения <small>код и наименование дисциплины</small>
Направление подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника <small>код и наименование направления подготовки / специальности</small>
Направленность (профиль)	Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем <small>наименование направленности (профиля) образовательной программы</small>
Квалификация выпускника	бакалавр <small>указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО</small>
Кафедра-разработчик	цифровых технологий, математики и экономики <small>наименование кафедры-разработчика рабочей программы</small>

Мурманск
2021

Лист согласования

1 Разработчик

Доцент

кафедры цифровых
технологий, математики и
экономики
кафедра



подпись

Золотов Олег
Владимирович
Ф.И.О.

2. РП рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

цифровых технологий, математики и экономики
наименование кафедры

21.06.2021 протокол № 12
дата



подпись

Романовская Ю.В
Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Наименование циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточной аттестации)
1	2	3
<p><u>Б1.О.08.</u> <u>ДВ.02.02</u></p>	<p>Основы машинного обучения</p>	<p>Цель дисциплины: формирование компетенций в соответствии с ФГОС по направлению подготовки бакалавра и учебным планом для направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.</p> <p>Задачи дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сформировать представление об основных принципах и методах машинного обучения (теории распознавания образов), современном программном обеспечении, предназначенном для решения задач в области машинного обучения; - сформировать навыки использования методов и программного обеспечения в области машинного обучения для решения прикладных задач. <p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности в области машинного обучения; - основы методов математики, физики, вычислительной техники и программирования, применяемые в задачах машинного обучения; - современные информационные технологии и программные средства в области машинного обучения, в том числе отечественного производства, которые могут быть использованы при решении задач профессиональной деятельности; принципы работы современных информационных технологий и программных средств. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников при решении задач в области машинного обучения; - решать стандартные профессиональные задачи в области машинного обучения с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, информационных технологий; - выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности в области машинного обучения. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и

синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач в области машинного обучения;

- навыками теоретического и экспериментального (численный эксперимент) исследования объектов профессиональной деятельности в задачах машинного обучения;
- навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности в области машинного обучения.

Содержание разделов дисциплины:

Семестр 7 (очная) / зимний (заочная)

Тема 1. Введение в машинное обучение (МО). История. Основные понятия. Решаемые МО задачи и их классификация. Практические примеры. Тема 2. Линейные модели МО. Тема 3. Метрические алгоритмы МО. Тема 4. Байесовский классификатор. Тема 5. Метод опорных векторов. Тема 6. Метод восстановления регрессии. Тема 7. Нелинейные регрессионные модели. Тема 8. Многомерная регрессия. Обобщенная регрессионная модель. Тема 9. Логические методы классификации. Тема 10. Композиция моделей МО. Тема 11. Ранжирование и рекомендательные системы.

Семестр 8 (очная) / летний (заочная)

Тема 12. Тематическое моделирование. Тема 13. Кластеризация. Тема 14. Компьютерное зрение. Тема 15. Прогнозирование временных рядов. Тема 16. ИНС: обучение с учителем. Тема 17. Инкрементальное обучение. Тема 18. Глубокие нейронные сети. Тема 19. ИНС: обучение без учителя. Тема 20. Обучение с подкреплением. Тема 21. Активное обучение.

Реализуемые компетенции:

УК-1, ОПК-1, ОПК-2

Формы промежуточной аттестации:

Очная форма обучения:

семестр 7 — зачет, расчетно-графическая работа;
семестр 8 — экзамен, расчетно-графическая работа.

Заочная форма обучения:

зимняя сессия – зачет;
летняя сессия — экзамен, расчетно-графическая работа.

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника,
(код и наименование направления подготовки)

утвержденного 19.09.2017 г. приказом Минобрнауки РФ № 929,
дата, номер приказа Минобрнауки РФ

учебного плана в составе ОПОП по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленности (профилю) «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», 2021 года начала подготовки.

2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью дисциплины (модуля) является формирование компетенций в соответствии с ФГОС по направлению подготовки бакалавра и учебным планом для направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Задачи:

- сформировать представление об основных принципах и методах машинного обучения (теории распознавания образов), современном программном обеспечении, предназначенном для решения задач в области машинного обучения;
- сформировать навыки использования методов и программного обеспечения в области машинного обучения для решения прикладных задач.

3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника:

Таблица 1. - Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Соответствие Кодексу ПДНВ ¹	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций) ²
1.	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	-	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины; компетенция реализуется в части основ машинного обучения.	УК-1.1. Знать: методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности в области машинного обучения УК-1.2. Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информа-

¹ Только для конвенционных специальностей (для остальных направлений подготовки/специальностей столбец удалить)

² Для ФГОС ВО 3++

				<p>ции, полученной из разных источников при решении задач в области машинного обучения</p> <p>УК-1.3. Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач в области машинного обучения</p>
2.	<p>ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	-	<p>Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины; компетенция реализуется в части основ машинного обучения.</p>	<p>ОПК-1.1. Знать: основы методов математики, физики, вычислительной техники и программирования, применяемые в задачах машинного обучения</p> <p>ОПК-1.2. Уметь: решать стандартные профессиональные задачи в области машинного обучения с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, информационных технологий</p> <p>ОПК-1.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального (численный эксперимент) исследования объектов профессиональной деятельности в задачах машинного обучения</p>
3.	<p>ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности</p>	-	<p>Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины; компетенция реализуется в части основ машинного обучения.</p>	<p>ОПК-2.1. Знать: современные информационные технологии и программные средства в области машинного обучения, в том числе отечественного производства, которые могут быть использованы при решении задач профессиональной деятельности; принципы работы современных информационных технологий и программных средств</p> <p>ОПК-2.2. Уметь: выбирать</p>

					современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности в области машинного обучения.
					ОПК-2.3. Владеть: навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности в области машинного обучения.

4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 2 - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Вид учебной нагрузки ³	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	7	8	-		-	-	-		Зим	Лет	-	
Аудиторные часы												
Лекции	28	20		48	-	-	-	-	4	2	-	6
Практические работы	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-
Лабораторные работы	28	20	-	48	-	-	-	-	4	2	-	6
Часы на самостоятельную и контактную работу												
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта) ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-			-	
Прочая самостоятельная и контактная работа	16	32	-	48	-	-	-	-	60	95	-	155

В

³ При отсутствии вида учебной нагрузки ставить прочерк в соответствующей ячейке

⁴ Контактная работа при выполнении курсовой работы (проекта) - 2 а.ч. (3 а.ч.) соответственно. Конкретный объем часов на выполнение курсовой работы (проекта) определяет разработчик

Подготовка к промежуточной аттестации ⁵	-	36	-	36	-	-	-	-	4	9	-	13
Всего часов по дисциплине	72	108	-	180	-	-	-	-	72	108	-	180

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-	+	-		-	-	-	-	-	+	-	
Зачет	+	-	-		-	-	-	-	+	-	-	
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Количество расчетно-графических работ	1	1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	1
Количество контрольных работ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Количество рефератов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Количество эссе	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3 - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
	семестр 7								зимний семестр			
1. Введение в машинное обучение (МО). История. Основные понятия. Решаемые МО задачи и их классификация. Практические примеры.	2	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	4
2. Линейные модели МО.	2	2	-	1	-	-	-	-	1	2	-	4
3. Метрические алгоритмы МО.	2	2	-	1	-	-	-	-	1	2	-	4
4. Байесовский клас-	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6

⁵ Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения – 36 часов, для экзамена заочной формы обучения – 9 часов, для зачета заочной формы обучения – 4 часа.

сети												
19. ИНС: обучение без учителя	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	10
20. Обучение с подкреплением	2	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-	10
21. Активное обучение	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	10
Итого за Семестр 8:	20	20	-	32	-	-	-	-	2	2	-	95

Таблица 4. - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм текущего контроля

Перечень компетенций	Виды занятий и оценочные средства ⁶								Формы текущего контроля
	Л	ЛР	ПР	КР/КП	СР	к/р	РГР	...	
УК-1	+	+			+		+		Опрос на лекции, защита расчетно-графической работы
ОПК-1	+	+			+		+		Опрос на лекции, защита лабораторной работы, защита расчетно-графической работы
ОПК-2	+	+			+		+		Опрос на лекции, защита лабораторной работы, защита расчетно-графической работы

Примечание 1: ПР, КР/КП, к/р не предусмотрены

Примечание 2: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа, РГР – расчетно-графическая работа

Таблица 5. - Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	2	3	4	5
		семестр 7	-	зимний
1.	Простейшие линейные модели	2	-	2
2.	Метрические алгоритмы	2	-	1
3.	Построение байесовского классификатора	2	-	1
4.	Метод опорных векторов	4	-	-
5.	Метод восстановления регрессии	2	-	-

⁶ Оценочные средства указываются в соответствии с учебным планом

6.	Построение регрессионной модели	4	-	-
7.	Построение многомерной регрессионной модели	4	-	-
8.	Построение логического классификатора	2	-	-
9.	Построение композиции (ансамбля) моделей	4	-	-
10.	Обучение алгоритма ранжирования	2	-	-
		Итого за семестр 7: 28	-	4
		семестр 8		летний
11.	Тематическое моделирование	2	-	2
12.	Кластеризация	2	-	-
13.	Компьютерное зрение	2	-	-
14.	Прогнозирование временных рядов	2	-	-
15.	Обучение с учителем	2	-	-
16.	Инкрементальное обучение	2	-	-
17.	Глубокие нейронные сети	2	-	-
18.	Обучение без учителя	2	-	-
19.	Обучение с подкреплением	2	-	-
20.	Активное обучение	2	-	-
		Итого за семестр 8: 20	-	2

Таблица 6. - Перечень практических работ

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	2	3	4	5
	Практические работы не предусмотрены			

5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Курсовая работа / проект не предусмотрены

6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)⁷

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине

⁷ В перечень входят методические указания к: выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчетно-графических, курсовых работ и др.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Пролубников, А. В. Математические методы распознавания образов : учебное пособие : [16+] / А. В. Пролубников. – Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2020. – 110 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=614061> . – Библиогр.: с. 108-109. – ISBN 978-5-7779-2461-2. – Текст : электронный.
2. Матренин, П. В. Методы стохастической оптимизации : учебное пособие : [16+] / П. В. Матренин, М. Г. Гриф, В. Г. Секаев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 67 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576420> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-2861-0. – Текст : электронный.
3. Гулятьева, Т. А. Методы статистического обучения в задачах регрессии и классификации / Т. А. Гулятьева, А. А. Попов, А. С. Саутин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2015. – 323 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576264> . – Библиогр.: с. 268-292. – ISBN 978-5-7782-2817-7. – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Осипов, Г. С. Методы искусственного интеллекта / Г. С. Осипов. – Москва : Физматлит, 2011. – 296 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457464> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1323-6. – Текст : электронный.
2. Чубукова, И. А. Data Mining : учебное пособие : [16+] / И. А. Чубукова. – 2-е изд., испр. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 383 с. – (Основы информационных технологий). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233055> . – ISBN 978-5-94774-819-2. – Текст : электронный.
3. Павлов, С. И. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие / С. И. Павлов. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – Часть 2. – 194 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208939> (дата обращения: 29.12.2021). – ISBN 978-5-4332-0014-2. – Текст : электронный.
4. Хливненко Л.В. Практика нейросетевого моделирования: монография / Л.В. Хливненко. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 214 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/970/80970>

5. Роганов В.Р., Роганова С.М., Новосельцева М.Е. Методы искусственного интеллекта для машинного перевода текстов: Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. - 165 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/892/36892>
6. Каширина И.Л. Искусственные нейронные сети: Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. - 51 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/939/26939>
7. Васенков Д.В. Методы обучения искусственных нейронных сетей // Компьютерные инструменты в образовании. - СПб.: Изд-во ЦПО "Информатизация образования", 2007, N1, С. 20-29. URL: <http://window.edu.ru/resource/754/57754>
8. Сивохин А.В., Лушников А.А., Шибанов С.В. Искусственные нейронные сети: Лабораторный практикум. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. - 140 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/918/36918/>
9. Овчинников П.Е. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов: Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 32 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/846/77846>
10. Васильев В.Н., Павлов А.В. Оптические технологии искусственного интеллекта. Учебное пособие. - СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2005. - 99 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/425/24425>
11. Васильев В.Н., Павлов А.В. Оптические технологии искусственного интеллекта: Учебное пособие. Изд.2-е. в 2-х т. Т.1. Основы оптических информационных технологий и теории искусственных нейронных сетей. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. - 81 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/728/58728>
12. Васильев В.Н., Павлов А.В. Оптические технологии искусственного интеллекта: Учебное пособие. Изд.2-е. в 2-х т. Т.2. Когнитивные системы и оптические логические процессоры. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. - 71 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/729/58729>
13. Моделирование искусственных нейронных сетей в системе MATLAB. Часть 2. Линейные сети: Методические указания к выполнению лабораторных работ / Сост.: Д.А. Донской, Б.Д. Шашков, Д.М. Деревянчук, Н.В. Деревянчук, Ю.Г. Квятковский, Н.В. Слепцов, С.Н. Трофимова. - Пенза: Пензенский гос. ун-т, 2005. - 33 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/620/59620>
14. Моделирование искусственных нейронных сетей в системе MATLAB. Часть 1. Введение: Методические указания к выполнению лабораторных работ / Сост.: Д.А. Донской, Б.Д. Шашков, Д.М. Деревянчук, Н.В. Деревянчук, Ю.Г. Квятковский, Н.В. Слепцов, С.Н. Трофимова. - Пенза: Пензенский гос. ун-т, 2005. - 37 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/621/59621>
15. Моделирование искусственных нейронных сетей в системе MATLAB. Часть 3. Радиальные базисные сети: Методические указания к выполнению лабораторных работ / Сост.: Д.А. Донской, Б.Д. Шашков, Д.М. Деревянчук, Н.В. Деревянчук, Ю.Г. Квятковский, Н.В. Слепцов, С.Н. Трофимова. - Пенза: Пензенский гос. ун-т, 2005. - 63 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/619/59619>
16. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу "Микропроцессоры". - М.: Издательство МЭИ, 2002. - 176 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/588/69588/>
17. Потапов А.С. Технологии искусственного интеллекта: Учебное пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. - 218 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/612/69612>
18. Ключкин В.И., Николаенков Ю.К. Нейросетевые структуры и технологии. Часть 1. Электрические и математические модели нейронов. НС прямого распространения: Учебное пособие для вузов. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. - 63 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/609/65609/>
19. Лепский А.Е., Броневиц А.Г. Математические методы распознавания образов: Курс лекций. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. - 155 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/800/73800/>

20. Новикова Н.М. Структурное распознавание образов: Учебно-методическое пособие для вузов. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. - 30 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/570/65570>
21. Воробьев С.Н., Осипов С.С. Параметрическое обучение в теории распознавания образов: Учебное пособие. - СПб.: ГУАП, 2005. - 46 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/929/44929/>
22. Гуров С.И. Оценка надежности классифицирующих алгоритмов. - М.: Издательский отдел ф-та ВМиК МГУ, 2002. - 42 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/133/59133>
23. Хливненко Л.В. Практика нейросетевого моделирования: монография / Л.В. Хливненко. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 214 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/970/80970>
24. Брюхомицкий Ю.А., Письмиченко Д.В., Фадеев Р.В. Исследование цифровых моделей нейронов, нейронных ансамблей и сетей: Лабораторный практикум по курсу "Системы искусственного интеллекта". - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. - 39 с. URL: <http://window.edu.ru/resource/833/28833>
25. Моделирование систем: подходы и методы : учебное пособие / В. Н. Волкова, Г. В. Горелова, В. Н. Козлов [и др.] ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2013. – 568 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362986> (дата обращения: 30.12.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7422-4220-8. – Текст : электронный.
26. Бутаков, Н. А. Обработка больших данных с Apache Spark : учебно-методическое пособие : [16+] / Н. А. Бутаков, М. В. Петров, Д. Насонов. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 52 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566771> (дата обращения: 30.12.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Добро пожаловать в Colaboratory!, https://colab.research.google.com/?utm_source=scs-index
5. *Jake VanderPlas, Python Data Science Handbook*, <https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/>
6. <http://www.machinelearning.ru>
7. NumPy quickstart, <https://numpy.org/doc/stable/user/quickstart.html>
8. Streaming structured data from Elasticsearch using Tensorflow-IO, <https://colab.research.google.com/github/tensorflow/io/blob/master/docs/tutorials/elasticsearch.ipynb#scrollTo=qFdPvIXBOdUN>
9. <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=NN/base.cou>
10. pyTorch tutorials, <https://pytorch.org/tutorials/>
11. https://keras.io/why_keras/
12. <https://www.tensorflow.org/>
13. <https://scikit-learn.org/stable/>
14. <https://xgboost.readthedocs.io/en/stable/>
15. <http://edu.mmcs.sfedu.ru/course/view.php?id=201>
16. Машинное обучение, курс лекций К.В. Воронцова, <https://bit.ly/1bCmE3Z>
17. Курс лекций К.В. Воронцова для студентов МФТИ,

- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLk4h7dmY2eYFmowaPqjFDzSokiiLq5TkT>
18. Семинары Грабового А.В. к Курсу лекций К.В. Воронцова для студентов МФТИ, <https://github.com/andriygav/MachineLearningSeminars>, <https://andriygav.github.io/MachineLearningSeminars/>
19. Воронцов К.В., Курс «Машинное обучение», 2019, (Школа анализа данных Яндекс), <https://www.youtube.com/playlist?list=PLJOzdkh8T5krxc4HsHbB8g8f0hu7973fK>

10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа. (Пример)

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)
3. Свободное программное обеспечение Jupyter Notebook с установленным интерпретатором языка программирования Python 3 и Python-пакетами NumPy, SciPy, Pandas, matplotlib, numpy, SymPy, pyfiri
4. Виртуальная машина (например, VirtualBox) с возможностью установки свободного Linux-окружения (например, Ubuntu) и установки в это Linux-окружение библиотек машинного обучения (Keras, tensorflow, sci-kit learn, XGBoost).
5. Веб-обозреватель (браузер), обеспечивающий доступ к Google colab.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 7. - Материально-техническое обеспечение

№ п.п.	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	104Л Учебная аудитория для проведения учебных занятий 183010 Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 1, помещение (корпус «Л»)	Оснащена оборудованием и техническими средствами обучения: – доска магнитно-маркерная – 3 шт.; – проектор Epson EB-2250U; – моноблок ProOne 440; – экран Lumien Cinema Home. Посадочных мест – 61.
2.	107Л Учебная аудитория для проведения учебных занятий 183010 Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 1, помещение (корпус «Л»)	Оснащена оборудованием и техническими средствами обучения: – доска магнитно-маркерная – 3 шт.; – проектор Epson EB-2250U – 1 шт.; – экран Lumien Cinema Home – 1 шт. Посадочных мест – 119.
3.	111Л Учебная аудитория для проведения учебных занятий 183010 Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 1, помещение (корпус «Л»)	Оснащена оборудованием и техническими средствами обучения: – доска магнитно-маркерная – 3 шт.; – проектор Epson EB-2250U – 1 шт.; – моноблок ProOne 440; – экран Lumien Cinema Home – 1 шт. Посадочных мест – 119
4.	117С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, для проведения групповых консультаций, для промежуточной аттестации 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – проектор Toshiba TLP-X2500 – 1 шт.; – проекционный экран – 1 шт.; – переносной ноутбук Aquarius NE405 – 1 шт.; – передвижная аудиторная доска – 1 шт.; – учебные столы – 23 шт.

5.	207С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, для проведения групповых консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – проектор Epson H430B – 1 шт.; – проекционный экран – 1 шт.; – аудиторная доска – 1 шт.; – переносной ноутбук Lenovo Z61e – 1 шт.; – учебные столы – 32 шт.
6.	217С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – проектор Epson EB-S12 – 1 шт.; – проекционный экран – 1 шт.; – аудиторная доска – 1 шт.; – переносной ноутбук Lenovo B590 – 1 шт.; – учебные столы – 12 шт.
7.	211С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для промежуточной аттестации 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – аудиторная доска – 1 шт.; – учебные столы – 12 шт.
8.	219С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для промежуточной аттестации 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – аудиторная доска – 1 шт.; – учебные столы – 14 шт.
9.	221 С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для промежуточной аттестации 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – аудиторная доска – 1 шт.; – учебные столы – 12 шт.
10.	223С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для промежуточной аттестации 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – аудиторная доска – 1 шт.; – учебные столы – 12 шт.
11.	103С Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для курсового проектирования 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – персональные компьютеры Intel Pentium G840 2,8 ГГц, 2 Гб ОЗУ – 7 шт.; – аудиторная доска – 1 шт.
12.	111С Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для курсового проектирования 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – персональные компьютеры Intel Pentium G4620, 8 Гб ОЗУ – 12 шт.; – аудиторная доска – 1 шт.; – учебные столы – 8 шт.
13.	115С Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для проведения	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:

	<p>групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для курсового проектирования 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)</p>	<p>– персональные компьютеры Intel Pentium G4620, 8 Гб ОЗУ – 12 шт.;</p> <p>– аудиторная доска – 1 шт.;</p> <p>– учебные столы – 8 шт.</p>
14.	<p>203С Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для курсового проектирования 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:</p> <p>– персональные компьютеры Intel Pentium G4620, 8 Гб ОЗУ – 8 шт.;</p> <p>– аудиторная доска – 1 шт.;</p> <p>– учебные столы – 3 шт.</p>
15.	<p>308С Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для курсового проектирования 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:</p> <p>– персональные компьютеры Intel i3-7100, 16 Гб ОЗУ – 15 шт.;</p> <p>– учебные столы – 8 шт.</p>
16.	<p>303 С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов (семинаров, практических занятий, практикумов), выполнения курсовых работ (проектов), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестаций</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:</p> <p>- столы – 16 шт.;</p> <p>- аудиторная доска – 1 шт.;</p> <p>- проектор BENQ MX514 – 1 шт.;</p> <p>- настенный экран ScreenMedia -1 шт.;</p> <p>- переносной ноутбук TOSHIBA Satellite C850-BLK – 1 шт.</p> <p>Посадочных мест – 32</p>
17.	<p>305 С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов (семинаров, практических занятий, практикумов), выполнения курсовых работ (проектов), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестаций</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:</p> <p>- столы – 13 шт.;</p> <p>- аудиторная доска – 1 шт.;</p> <p>- проектор TOSHIBA TLP-X2500– 1 шт.;</p> <p>- настенный экран ScreenMedia – 1 шт.;</p> <p>- переносной ноутбук ASUS K50I – 1 шт.;</p> <p>Посадочных мест – 26</p>
18.	<p>307С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов (семинаров, практических занятий, практикумов), выполнения курсовых работ (проектов), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестаций</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:</p> <p>- столы – 16 шт.;</p> <p>- аудиторная доска – 1 шт.;</p> <p>- проектор TOSHIBA TLP-X2500 – 1 шт.;</p> <p>- настенный экран DINON Manual – 1 шт.;</p> <p>- переносной ноутбук Dell Inspiron 1525 – 1 шт.</p> <p>Посадочных мест – 32</p>
19.	<p>309С Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов (семинаров, практических занятий, практикумов), выполнения курсовых работ (проектов), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестаций</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:</p> <p>- столы – 15 шт.;</p> <p>- аудиторная доска – 1 шт.;</p> <p>- проектор TOSHIBA TDP-SP1</p> <p>- настенный экран PROCOLOR</p> <p>- переносной нетбук Acer Aspire One D255E-N558Qws</p> <p>- телевизор LG JOY MAX</p> <p>Посадочных мест – 30</p>
20.	<p>108С Специальное помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования 183010 Мурманская область, г. Мур-</p>	<p>Помещение оснащено специализированной мебелью</p>

	манск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	
21.	311 С Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Помещение укомплектовано специализированной мебелью для хранения
22.	201С Специальное помещение для самостоятельной работы 183010 Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения: – доска аудиторная – 1 шт. – персональные компьютеры (Intel(R) Core(TM) 2 DUO CPU E7200 2,53 ГГц, 1 Гб ОЗУ) – 7 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

Таблица 9. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация - экзамен)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Посещение лекций (10 лекций) Нет посещений 0 баллов, (3 лекции) 25% - 3 балла, (5 лекций) 50% - 6 баллов, (8 лекций) 75% - 9 баллов, (10 лекций) 100% - 12 баллов	9	12	По расписанию
2.	Выполнение лабораторных работ (10 лаб.) Выполнение одной ЛР — 2 балла, не в срок — 1 балл	10	20	По расписанию
3.	Защита лабораторных работ (10 лаб) Защита одной ЛР — от 2 до 4 баллов. Отличная защита — 4 балла, хорошая — 3 балла, удовлетворительная — 2 балла.	35	40	По расписанию
4.	Выполнение и защита РГР Выполнение и защита одной РГР — 8 баллов, не в срок — 6 баллов	6	8	По расписанию
	ИТОГО	min - 60	max - 80	
Промежуточная аттестация				
	Экзамен Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов	min – 10	max - 20	Сессия
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	min - 70	max - 100	
	Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 70- 80 баллов - оценка «3» 69 и менее баллов - оценка «2» Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося			

Таблица 10. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «зачет» и «зачет с оценкой»)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	

Текущий контроль				
1.	Посещение лекций (14 лекций) Нет посещений 0 баллов, (4 лекции) 25% - 3 балла, (7 лекций) 50% - 6 баллов, (11 лекций) 75% - 9 баллов, (14 лекций) 100% - 12 баллов	9	12	По расписанию
2.	Выполнение лабораторных работ (14 лаб.) Выполнение одной ЛР — 2 балла, не в срок — 1 балл	20	28	По расписанию
3.	Защита лабораторных работ (14 лаб) Защита одной ЛР — от 2 до 4 баллов. Отличная защита — 4 балла, хорошая — 3 балла, удовлетворительная — 2 балла.	30	56	По расписанию
4.	Выполнение и защита РГР Выполнение и защита одной РГР — 4 баллов, не в срок — 1 балл	1	4	По расписанию
ИТОГО за работу в семестре		min - 60	max - 100	
Промежуточная аттестация «зачет» и «зачет с оценкой»				
ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ		min – 60	max - 100	Зачетная неделя
<p>1. Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным.</p> <p>2. Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с дифференцированным зачетом, то он считается аттестованным с оценкой согласно шкале баллов для определения итоговой оценки:</p> <p>91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 60- 80 баллов - оценка «3»</p> <p>Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося</p>				

Таблица 1 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация - экзамен)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
Текущий контроль				
1	Посещение лекций (4 лекции)	9	12	16-ая неделя
	Нет посещений – 0 баллов, (1 лекция) 25 % - 3 балла; (2 лекции) 50% - 6 баллов; (3 лекции) 75% - 9 баллов; (4 лекции) 100 % - 12 баллов			
2	Выполнение практических работ (12 практ.)	36	48	По расписанию
	Выполнение одной ПР в срок – 4, не в срок – 2 балла.			
3	Подготовка доклада и выступление	5	5	8 неделя
4	Составление глоссария	4	5	14 неделя
	Составление глоссария в срок 5 баллов, не в срок – 4 балла			
5	Контрольные работы (2)	6	10	10,14-ая неделя
	Одна к.р. – от 2 до 5 баллов. Отлично – 5 баллов, хорошо – 4 балла, удовлетворительно – 3 балла			
ИТОГО за работу в семестре		60	80	16-ая неделя
Промежуточная аттестация				
Экзамен		10	20	Сессия
Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов				
ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ		70	100	
<p>Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p>Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 70- 80 баллов - оценка «3» 69 и менее баллов - оценка «2»</p> <p>Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося</p>				

Таблица 2 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «зачет» и «зачет с оценкой»)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Посещение лекций (5 лекции)	10	15	15-ая неделя
	Нет посещений – 0 баллов, (1 лекция) 25 % - 5 балла; (3 лекции) 75% - 10 баллов; (5 лекции) 100 % - 15 баллов			
2.	Выполнение лабораторных работ (12 лаб.)	18	24	По расписанию
	Выполнение одной ЛР – 2 балла, не в срок – 1 балла (выполнение фиксируется преподавателем)			
3.	Защита лабораторных работ	24	48	По расписанию
	Защита одной ЛР – от 2 до 4 баллов. Отличная защита– 4 балла, хорошая – 3 балла, удовлетворительно – 2 балл			
4.	Составление глоссария	2	3	10 неделя
	Составление глоссария в срок - 2 балла, не в срок – 3 балла			
5.	Контрольные работы (2)	6	10	10,14-ая неделя
	Одна к.р. – от 2 до 5 баллов. Отлично – 5 баллов, хорошо – 4 балла, удовлетворительно – 3 балла			
	ИТОГО за работу в семестре	60	100	15-ая неделя
Промежуточная аттестация «зачет» и «зачет с оценкой»				
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	60	100	Зачетная неделя
	<p>3. Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным.</p> <p>4. Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с дифференцированным зачетом, то он считается аттестованным с оценкой согласно шкале баллов для определения итоговой оценки:</p> <p>91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 60- 80 баллов - оценка «3»</p> <p>Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося</p>			
	ИТОГО за дисциплину	60	100	