

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт
радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Мякинников А.В.
подпись ФИО

“ 19 ” _____ марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.1 Методы статистического обучения
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки : 09.04.02 "Информационные системы и технологии"

(код и направление подготовки, специальности)

Направленность: "Информационно-аналитические и эргатические системы"

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра ЭСВМ

аббревиатура кафедры

Кафедра-разработчик ЭСВМ

аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 108 / 3

часов/з.е

Промежуточная аттестация 2 семестр – зачет

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Милов В.Р., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД

2024 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 09.04.02 "Информационные системы и технологии", утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19.09.2017 № 917 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 21.05.24 № 16

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 6.03.24 №4

Зав. кафедрой *д.т.н, профессор, Бабанов Н.Ю.* _____
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа

УМС ИРИТ, Протокол от 19.03.24 №2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 09.04.02-э-12
Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	20
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является приобретение студентами знаний и навыков, основных понятий, подходов и методов статистического обучения.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): изучение методов подготовки эмпирических данных, машинного обучения, классификации, оценки регрессии, кластерного анализа и технологий нейросетевой обработки информации для решения задач аналитического характера, включая формирование и применение прогностических и дескриптивных моделей при анализе новой научной проблематики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.1 «Методы статистического обучения» включена в перечень обязательных дисциплин в составе вариативной части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений, направленных на углубление уровня освоения компетенций. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 09.04.02 "Информационные системы и технологии".

Предшествующей дисциплиной, на которой базируется дисциплина «Методы статистического обучения» являются дисциплина «Специальные главы математики».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин «Эргатические системы», «Методы интеллектуального анализа данных», «Программные средства информационно-аналитических систем» при прохождении практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является использование специального прикладного программного обеспечения.

Рабочая программа дисциплины «Методы статистического обучения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки (специальности):

а) универсальных (УК): нет.

б) общепрофессиональных (ОПК): нет.

в) профессиональные (ПК):

ПКС-7. Способен проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях: наука, техника, управление технологическими процессами, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями;

ПКС-8. Способен осуществлять постановку и проведение вычислительных экспериментов по заданной методике и анализ результатов.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенции			
	1	2	3	4
ПКС-7				
Методы статистического обучения		*		
Эргатические системы			*	
Технологии интернета вещей		*		
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности		*		
Выполнение и защита ВКР				*
ПКС-8	1	2	3	4
Методы статистического обучения		*		
Преддипломная практика				*
Выполнение и защита ВКР				*

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-7. Способен проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях: наука, техника, управление технологическими процессами, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями	ИПКС-7.1. Разрабатывает экспериментальные модели объектов на основе обучения нейронных сетей, применения методов классификации, оценки регрессии и кластерного анализа	<i>Знать:</i> - методы разработки и исследования экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности на основе обучения по прецедентам (эмпирическим данным) с учителем и с подкреплением; - методы классификации, оценки регрессии и кластерного анализа.	<i>Уметь:</i> - проводить разработку и исследование экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности на основе процедур обучения с учителем; - методы классификации, оценки регрессии и кластерного анализа.	<i>Владеть:</i> - разработкой экспериментальных моделей объектов на основе обучения нейронных сетей, деревьев решений и байесовских сетей; - методы классификации, оценки регрессии и кластерного анализа.	Вопросы для устного опроса	Вопросы для теста

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-8. Способен осуществлять постановку и проведение вычислительных экспериментов по заданной методике и анализ результатов	ИПКС-8.1. Проводит вычислительный эксперимент с моделями объектов, построенными на основе эмпирических данных	<i>Знать:</i> - методики постановки и проведения экспериментов, а также анализа результатов экспериментов.	<i>Уметь:</i> - проводить вычислительный эксперимент с моделями объектов, построенными на основе эмпирических данных	<i>Владеть:</i> - постановкой эксперимента по формированию обучающей выборки для синтеза моделей объектов.	Вопросы для устного опроса	Вопросы для теста

При изучении дисциплины «Методы статистического обучения» частично формируются знания и умения для деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающей выбор и многообразие актуальных способов решения задач, соответствующих трудовой функции D/01.7 «Формирование новых направлений» профессионального стандарта 40.011 "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам".

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час.
Формат изучения дисциплины	С использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
1. Контактная работа:	38
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	34
занятия лекционного типа (Л)	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	—
лабораторные работы (ЛР)	17
1.2.Внеаудиторная, в том числе	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	—
текущий контроль, консультации по дисциплине	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	—
2. Самостоятельная работа (СРС)	70
реферат/эссе (подготовка)	—
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	—
контрольная работа	—

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час.
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	—
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	70

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образователь- ных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
2 семестр									
ПКС-7, ИПКС-7.1; ПКС-8, ИПКС-8.1	Раздел 1. Основы машинного обучения						Активные лекции и тематические дискуссии, кейс- технологии		
	Тема 1.1. Введение в дисциплину и исторический экскурс	0,5	-	-	-				
	Тема 1.2. Основные понятия, определения и методы машинного обучения	0,5	-	-	-				
	Тема 1.3. Подготовка эмпирических данных	1	-	-	-				
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:	-	-	-	10				
	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям	-	-	-	10	Самоподготовка, п. 6.1: пп. 3, с. 2- 140; пп. 7, с. 9 -78.			
	Итого по 1 разделу	2	-	-	10				
ПКС-7, ИПКС-7.1; ПКС-8, ИПКС-8.1	Раздел 2. Методы обучения с учителем						Активные лекции и тематические дискуссии, кейс-		
	Тема 2.1. Задачи распознавания образов и классификации	2	2	-	-				
	Тема 2.2. Задачи оценки регрессии и восстановления зависимостей	2	1	-	-				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образователь- ных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.3. Выбор структуры прогностической модели	1	-	2	-		технологии		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:	-	-	-	12				
	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям	-	-	-	12	Самоподготовка, п. 6.1: пп. 1, с. 7- 41; пп. 4, с. 2-105.			
	Итого по 2 разделу	5	3		12				
	Раздел 3. Методы обучения с подкреплением и без учителя								
ПКС-7, ИПКС-7.1; ПКС-8, ИПКС-8.1	Тема 3.1. Методы обучения без учителя и их применение	1	-	-	-		Активные лекции и тематические дискуссии, кейс- технологии		
	Тема 3.2. Методы обучения с подкреплением и их применение	1	-	-	-				
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:	-	-	-	30				
	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям	-	-	-	30	Самоподготовка, п. 6.1: пп. 4, с. 2-105.			
	Итого по 3 разделу	5	-	-	30				
ПКС-7, ИПКС-7.1; ПКС-8, ИПКС-8.1	Раздел 4. Модели и технологии статистического обучения						Активные лекции и тематические дискуссии, кейс-		
	Тема 4.1. Деревья решений	1	4	4	-				
	Тема 4.2. Метод ближайших соседей	2	2	4	-				
	Тема 4.3. Нейронные сети	1	4	2	-				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образователь- ных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 4.4. Байесовские сети	2	4	4	-		технологии		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:	-	-	-	18				
	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям	-	-	-	18	Самоподготовка, п. 6.1: пп. 2, с. 7-25, пп. 3, с. 2 -140.			
	Итого по 4 разделу	6	14	-	18				
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР		17	17	-	70				
ИТОГО по дисциплине		17	17	-	70				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств

Таблица 5 – Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции	Лекционные занятия		Практические занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
1	Основы машинного обучения	ПКС-7, ПКС-8	Экспресс-опрос	Список вопросов	–	–	Защита лабораторной работы	Список вопросов к лабораторным работам	Экспресс-опрос. Участие в групповых обсуждениях	Список вопросов
2	Методы обучения с учителем	ПКС-7, ПКС-8	Экспресс-опрос	Список вопросов	–	–	Защита лабораторной работы	Список вопросов к лабораторным работам	Экспресс-опрос. Участие в групповых обсуждениях	Список вопросов
3	Методы обучения с подкреплением и без учителя	ПКС-7, ПКС-8	Экспресс-опрос	Список вопросов	–	–	Защита лабораторной работы	Список вопросов к лабораторным работам	Экспресс-опрос. Участие в групповых обсуждениях	Список вопросов
4	Модели и технологии статистического обучения	ПКС-7, ПКС-8	Экспресс-опрос	Список вопросов	–	–	Защита лабораторной работы	Список вопросов к лабораторным работам	Экспресс-опрос. Участие в групповых обсуждениях	Список вопросов

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):

1. Какие основные операции (блоки) применяются в сверточной нейронной сети (CNN)?
2. В каком виде обычно представляются входные данные сверточной нейронной сети (CNN)?
3. Как называется задача машинного обучения, направленная на предсказание (оценку) значения непрерывной числовой величины в зависимости от значений признаков?
4. Как называется задача машинного обучения, направленная на предсказание значения номинальной величины в зависимости от значений признаков?
5. Приведите примеры задач машинного обучения при обучении без учителя.
6. Приведите примеры задач машинного обучения при обучении с учителем.
7. Кто разработал первую модель искусственной нейронной сети?
8. Какой из видов машинного обучения основывается на взаимодействии обучаемой системы со средой?
9. Укажите назначение бустинга.
10. Укажите назначение бэггинга.
11. Перечислите основные методы снижения размерности признаков.
12. Перечислите основные алгоритмы отбора признаков.
13. Что такое априорное распределение вероятностей.
14. Что такое апостериорное распределение вероятностей.
15. Опишите выборку в задаче обучения с учителем.
16. Опишите выборку в задаче обучения без учителя.
17. В каком случае целесообразно применение обучения с частичным привлечением учителя?
18. На каком допущении основан наивный байесовский алгоритм?
19. Что такое вектор признаков?
20. Дайте определение понятию «машинное обучение».
21. Для чего применяется процедура отсечения ветвей при построении (обучении) деревьев решений?
22. Для каких задач машинного обучения обычно используются деревья решений?
23. Для каких задач машинного обучения обычно используются байесовские сети?
24. Что обозначает термин «свидетельство» применительно к байесовским сетям?
25. Какие типы вершин включают сети принятия решений?
26. Что такое средний риск?
27. Как проявляется переобучение (например, нейронной сети)?
28. Что нужно сделать при обучении, если установлено, что нейронная сеть обладает недостаточной аппроксимирующей способностью?
29. Для чего при обучении нейронных сетей предназначена процедура регуляризации?
30. Как называется метод, используемый для обучения многослойных нейронных сетей прямого распространения?
31. Для решения каких основных задач могут применяться такие рекуррентные нейронные сети, как LSTM?
32. Каково назначение дескриптивного моделирования?
33. Для решения какой задачи обычно применяется логистическая регрессия?

34. Дайте определение показателя (метрики) точности в задаче бинарной классификации.
35. Дайте определение показателя (метрики) полноты в задаче бинарной классификации.
36. Что такое мультиколлинеарность?
37. Для чего предназначена перекрестная проверка?
38. Укажите два основных варианта перекрестной проверки?
39. Каково назначение контрольной выборки?
40. Каково назначение тестовой выборки?
41. Как называется функция, которая используется в качестве обобщения логистической функции в задачах с несколькими ($K > 2$) классами?
42. В чем заключается методологический принцип бритвы Оккама?
43. Как формируется решение в задаче классификации при использовании метода ближайших соседей?
44. Каковы основные отличительные особенности глубокого (глубинного) обучения?
45. Каковы основные задачи и процедуры предварительной обработки эмпирических данных?
46. Почему при обучении многослойной нейронной сети (например, персептрона) возникает необходимость применения процедур глобальной оптимизации?
47. В каком случае для решения задачи регрессионного анализа целесообразно применять нейронную сеть вместо линейной регрессии?
48. Что такое функция активации нейронной сети? Перечислите основные виды функций активации.
49. Какие процедуры выполняются при распознавании образов?
50. Дайте определение ошибки первого рода.
51. Дайте определение ошибки второго рода.
52. Как найти оценку вероятности ошибочной классификации.
53. Какие показатели (метрики) применяются в качестве результирующей оценки качества классификации в задачах машинного обучения?
54. Какие подходы используются для оценки качества классификации в случае нескольких классов?
55. Что такое функция регрессии?
56. Дайте определение термину «показатель».
57. Дайте иерархическую классификацию типов признаков.
58. Чем задается структура байесовской сети?
59. Что представляют собой параметры байесовской сети?
60. Чем определяется структура нейронной сети?
61. Что представляют собой параметры нейронной сети?
62. Какой будет результат обучения в случае использования прогностической модели (например, нейронной сети) со слишком сложной структурой?
63. Какой недостаток будет у нейронной сети со слишком простой структурой?
64. Дайте классификацию методов оценки плотности вероятности.
65. Опишите назначение карты Кохонена.
66. Какие виды карт формируются в результате обучения карты Кохонена?
67. В чем суть метода машинного обучения «Transfer Learning»?

68. В чем суть метода автоматического машинного обучения (AutoML)?
69. Для каких задач обработки естественного языка (NLP) применяется машинное обучение?
70. Какие задачи позволяют решать большие языковые модели?
71. Какие большие языковые модели в настоящее время признаны наиболее эффективными?
72. На каких методах и технологиях основаны современные системы обработки естественного языка?
73. Какой вид нейронной сети в настоящее время признан наиболее эффективным для решения задач распознавания объектов на изображениях?
74. Чем отличается задача обнаружения объектов на изображениях от классификации объектов на изображениях?
75. Чем отличаются рекуррентные нейронные сети от нейронных сетей прямого распространения?
76. Перечислите наиболее популярные библиотеки глубокого (глубинного) обучения?
77. Что такое случайный лес и какие гиперпараметры используются при обучении этой модели?
78. В чем отличие параметров модели (нейронной сети) и гиперпараметров?
79. В чем отличие задач классификации и кластеризации?
80. Перечислите основные этапы разработки модели в проекте машинного обучения (жизненный цикл модели машинного обучения).

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 6 – Балльно-рейтинговая система

Шкала оценивания	Оценка	Зачет
85-100	Отлично	Зачтено
70-84	Хорошо	Зачтено
60-69	Удовлетворительно	Зачтено
0-59	Неудовлетворительно	Не зачтено

Таблица 7 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-7. Способен проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в различных областях: наука, техника, управление технологическими процессами, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями	ИПКС-7.1. Разрабатывает экспериментальные модели объектов на основе обучения нейронных сетей, применения методов классификации, оценки регрессии и кластерного анализа	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен осуществлять постановку задачи из числа рассматриваемых в курсе. Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой.	Способен логично мыслить, системно строит изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при постановке и решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении задач.	Способен логично мыслить, системно строит изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при постановке и решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении задач.
ПКС-8. Способен осуществлять постановку и проведение вычислительных экспериментов по заданной методике и анализ результатов	ИПКС-8.1. Проводит вычислительный эксперимент с моделями объектов, построенными на основе эмпирических данных				

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

6.2. Справочно-библиографическая литература

1. Распознавание образов и обработка изображений в информационно-аналитических системах. Мониторинг, проектирование / В.Р. Милов и др.; Под ред. В.Г. Баранова, В.Р. Милова. - М.: Радиотехника, 2014. - 144 с.
2. Интеллектуальные информационные системы. Мониторинг, проектирование / В.Г. Баранов и др.; Под ред. В.Г. Баранова, В.Р. Милова. - М.: Радиотехника, 2014. - 136 с.
3. Перова В.И. Нейронные сети: Учеб. пособие. Ч.1 / В.И. Перова; НГУ им. Н.И. Лобачевского, Нац. исслед. ун-т. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2012. - 155 с.
4. Перова В.И. Нейронные сети: Учеб. пособие. Ч.2 / В.И. Перова; НГУ им. Н.И. Лобачевского, Нац. исслед. ун-т. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2012. - 111 с.
5. Нейросетевые технологии: Учебно-метод. пособие по курсу "Технологии обработки информации"; Сост. М.Б. Волков. - Н. Новгород : Изд-во НГТУ, 2021. - 36 с.
6. Глухих И.Н. Интеллектуальные информационные системы: Учеб. пособие / И.Н. Глухих; Тюм. гос. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Проспект, 2017. - 129 с.
7. Бронфельд Г.Б. Основы искусственного интеллекта: Учеб. пособие / Г.Б. Бронфельд; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2014. - 253 с.
8. Карманов Ф.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: Учеб. пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. - М.: КУРС; ИНФРА-М, 2015. - 208 с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

9. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf
10. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf
11. Методические рекомендации по организации лабораторных занятий и выполнению лабораторных работ по дисциплине, Жукова Л.П., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_laby.PDF
12. Методические рекомендации по организации аудиторной работы, Жукова Л.П., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF
13. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине, Ермакова Т.И., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
3. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
4. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://urait.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

Таблица 9 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP/7/8.1/10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Libre office 5.2.4.2 (свободное ПО, лицензия Mozilla Public License)
Microsoft Office Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732)	Adobe Reader 11 (проприетарное ПО)
Microsoft Office Standard 2007 (лицензия № 43847744)	7-zip для Windows (лицензия GNU LGPL)
Microsoft Office Access 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Интерактивная среда разработки Jupyter Notebook
Microsoft Office Visio 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium,	

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
договор № Tr113003 от 25.09.14)	
Mathcad 15 (лицензия PKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2, договор № 28-13/13-057 от 26.02.13)	

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
4	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 11 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	4311 Компьютерный класс "Электронные сети и телекоммуникации"; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28В (корпус 4 НГТУ)	1. Персональный компьютер на базе процессора Intel Core i7 - 4770K, 8ГБ ОЗУ, 400Гб HDD – 12 шт. 2. Стационарный проектор LG DX130 – 1 шт. 3. Проекционный экран Lumien – 1 шт. 4. Ноутбук Lenovo 3259-DZG - 1 шт. (комплект демонстрационного оборудования). 5. Сетевой коммутатор D-Link 1024D– 1 шт. 6. Доска меловая – 1 шт. 7. Компьютерный стол - 12 шт. 8. Аудиторный стол - 8 шт. 9. Комплекты учебно-методического обеспечения (по дисциплинам). Посадочных мест - 30. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.	• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) • Mathcad 15 (PKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2) • Norsys Netica Free license Agreement • Deductor Academic 5.3.0 Free license Agreement

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением балльно-рейтинговой технологии оценивания.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Лабораторная работа № 1.

- Изучите итерационные алгоритмы оценки весовых коэффициентов в задаче регрессионного анализа.
- Разработайте программу (рекомендуется язык Python) для оценки весовых коэффициентов линейной регрессионной модели.
- Выполните вычислительный эксперимент.
- Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 2.

- Изучите причины и последствия переобучения и борьбу с ним на основе процедуры регуляризации.
- Разработайте программу (рекомендуется язык Python) для оценки весовых коэффициентов линейной регрессионной модели при наличии множества признаков.
- Выполните вычислительный эксперимент.
- Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 3.

- Изучите показатели (метрики) качества в задаче бинарной классификации.
- Разработайте программу (рекомендуется язык Python) для оценки значений показателей качества бинарной классификации на основе тестовой выборки.
- Выполните вычислительный эксперимент.
- Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 4.

- Изучите методы предобработки данных, масштабирования вещественных (числовых) признаков, кодирования номинальных признаков и обработки пропусков.
- Разработайте программу (рекомендуется язык Python) для предобработки данных и применения логистической регрессии в задаче бинарной классификации
- Выполните вычислительный эксперимент.
- Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 5.

Изучите методы обучения деревьев решений, бэггинг и модель «случайный лес».

Разработайте программу (рекомендуется язык Python) для обучения ансамблей деревьев решений с помощью бэггинга и модели «случайный лес».

Выполните вычислительный эксперимент.

Сделайте выводы.

Лабораторная работа № 6.

Изучите применение байесовских сетей для принятия решений в условиях неопределенности.

В пакете для работы с байесовскими сетями (рекомендуется Netica) постройте байесовскую сеть и сеть принятия решений в соответствии с исходными данными.

Выполните вычислительный эксперимент.

Сделайте выводы.

11.1.2. Типовые тестовые задания

В качестве типовых заданий (вопросов) для текущего контроля успеваемости используются вопросы из перечня, представленных в п. 5.1.

Текущий контроль успеваемости проводится на практических занятиях в форме устного вопроса с обсуждением ответов и предоставлением обратной связи обучающимся.

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет (в форме тестирования). В тесте используются открытые вопросы, на которые учащиеся дают короткие ответы на естественном языке. При тестировании вопросы выбираются случайным образом согласно выбранному билету.

Таблица 13 – Регламент проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий (вопросов), предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
80	12	60

В ходе подготовки к промежуточной аттестации обучающимся заблаговременно сообщаются и направляются по электронной почте вопросы теста для промежуточной аттестации.

Примерный тест для итогового тестирования:

1. Какие основные операции (блоки) применяются в сверточной нейронной сети (CNN)?
2. Приведите примеры задач машинного обучения при обучении с учителем.
3. Укажите назначение бустинга.
4. Перечислите основные методы снижения размерности признаков.
5. В каком случае целесообразно применение обучения с частичным привлечением учителя?
6. На каком допущении основан наивный байесовский алгоритм?

7. Для чего применяется процедура отсечения ветвей при построении (обучении) деревьев решений?
8. Какие типы вершин включают сети принятия решений?
9. Для чего при обучении нейронных сетей предназначена процедура регуляризации?
10. Для чего предназначена перекрестная проверка?
11. Как формируется решение в задаче классификации при использовании метода ближайших соседей?
12. Какие показатели (метрики) применяются в качестве результирующей оценки качества классификации в задачах машинного обучения?