

**Белорусский государственный университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

 О. Г. Прохоренко

30 июня 2023 г.

Регистрационный № УД-802/м.

## **МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

7-06-0533-05 Прикладная математика и информатика

Профилизация: Интеллектуальные системы

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 7-06-0533-05-2023, примерного учебного плана 7-06-05-016/пр. от 18.01.2023 и учебного плана М53-5.3-79/уч. от 11.04.2023 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

**М.М. Лукашевич** – доцент кафедры информационных систем управления факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Сидорович А.С.** – ведущий инженер-программист ИПУП «ИССОФТ СОЛЮШЕНЗ».

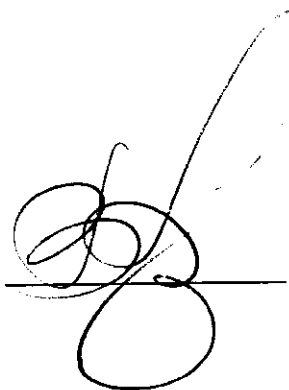
**Голуб Ю.И.** – ст. научный сотрудник государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой информационных систем управления Белорусского государственного университета  
(протокол № 18 от 08.06.2023 г.).

Научно-методическим Советом БГУ  
(протокол № 9 от 29.06.2023 г.)

Заведующий кафедрой  
информационных систем управления



В.В. Краснопрошин

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## Цели и задачи учебной дисциплины

Учебная дисциплина «Методы машинного обучения» знакомит студентов магистратуры с теоретическими основами и практическими задачами машинного обучения.

**Цель** учебной дисциплины – формирование у магистрантов навыков анализа задач машинного обучения и взвешенного выбора того или иного решения.

## Задачи учебной дисциплины:

1. Изучение теоретических основ и основных принципов машинного обучения.
2. Формирование практических навыков работы с данными и решения прикладных задач машинного обучения.

## Место учебной дисциплины

В системе подготовки специалиста с углубленным высшим образованием для специальности 7-06-0533-05 «Прикладная математика и информатика» учебная дисциплина относится к модулю «Технологии машинного обучения» компонента учреждения образования.

Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами. Основой для изучения учебной дисциплины являются следующие учебные дисциплины первой ступени высшего образования: «Нейросетевая обработка данных», «Программирование» и дисциплина второй ступени высшего образования «Программные средства анализа данных».

## Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Методы машинного обучения» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

### Специализированных компетенций:

СК-10. Уметь применять методы машинного обучения для решения актуальных прикладных задач.

СК-11. Уметь анализировать, выделять особенности и комбинировать методы машинного обучения.

### Углубленных профессиональных компетенций:

УПК-4. Оценивать эффективность алгоритмов решения прикладных задач.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

### знать:

- математические основы теории машинного обучения;
- основные классы алгоритмов машинного обучения и спектр задач, решаемых на их основе;
- принципы создания интеллектуальных систем на базе методов машинного обучения;

**уметь:**

- применять алгоритмы машинного обучения, соответствующие решаемым задачам;
- реализовывать компоненты интеллектуальных систем на базе методов машинного обучения;

**владеть:**

- программными средствами для разработки интеллектуальных систем на базе машинного обучения;
- навыками применения методов и алгоритмов машинного обучения при решении практических задач.

**Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается во 2-ом семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Методы машинного обучения» отведено:

– для очной формы получения углубленного высшего образования – 120 часов, в том числе 40 аудиторных часов, из них: лекции – 20 часов, лабораторные занятия – 20 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации по учебной дисциплине – зачет.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## РАЗДЕЛ 1. КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМАТИКУ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

### *Тема 1.1. Введение*

Различие между искусственным интеллектом, машинным обучением и глубоким обучением. Типы обучения. Примеры использования искусственного интеллекта, машинного обучения и глубокого обучения.

### *Тема 1.2. Обозначения и определения*

Обозначения. Случайная величина. Несмещенные оценки. Правило Байеса. Параметры и гиперпараметры. Классификация и регрессия. Обучение на основе моделей и на основе примеров. Поверхностное и глубокое обучение.

## РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

### *Тема 2.1. Фундаментальные алгоритмы*

Линейная регрессия. Логистическая регрессия. Обучение дерева решений. Метод опорных векторов. Метод k ближайших соседей.

### *Тема 2.2. Особенности алгоритмов обучения*

Методы оптимизации. Градиентный спуск. Стохастический градиентный спуск.

### *Тема 2.3. Реализация процесса обучения*

Проектирование признаков. Выбор алгоритма обучения. Наборы данных: обучающий, контрольный, тестовый. Недообучение и переобучение. Регуляризация. Оценка эффективности модели. Настройка гиперпараметров.

### *Тема 2.4. Нейронные сети и глубокое обучение*

Нейронные сети. Глубокое обучение.

### *Тема 2.5. Обучение без учителя*

Оценка плотности. Кластеризация. Сокращение размерности. Обнаружение аномалий.

## РАЗДЕЛ 3. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ

### *Тема 3.1. Ограничения фундаментальных алгоритмов и пути их преодоления*

Ядерная регрессия. Многоклассовая классификация. Одноклассовая классификация. Обучение ансамбля. Активное обучение. Обучение с частичным привлечением учителя. Обучение с первого раза.

### *Тема 3.2. Продвинутые методики в машинном обучении*

Работа с несбалансированными наборами данных. Объединение моделей. Обучение нейронных сетей. Обработка нескольких входов. Обработка нескольких выходов. Перенос обучения. Эффективность алгоритмов.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения углубленного высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДО)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Количество часов УРС	
1	2	3	4	5	6
<b>1</b>	<b>КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМАТИКУ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	Устный опрос. Расчетно-графическая работа №1
1.1	Введение	1	1	-	
1.2	Обозначения и определения	1	1	-	
<b>2</b>	<b>ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	-	Устный опрос. Расчетно-графическая работа №2 Коллоквиум
2.1	Фундаментальные алгоритмы	4	4	-	
2.2	Особенности алгоритмов обучения	2	2	-	
2.3	Реализация процесса обучения	2	2	-	
2.4	Нейронные сети и глубокое обучение	4	4	-	
2.5	Обучение без учителя	2	2	-	
<b>3</b>	<b>СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	Устный опрос. Расчетно-графическая работа №3 Контрольная работа
3.1	Ограничения фундаментальных алгоритмов и пути их преодоления	2	2	-	
3.2	Продвинутые методики в машинном обучении	2	2	-	
	<b>Всего:</b>	<b>20</b>	<b>20</b>		

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Уатт, Д. Машинное обучение: основы, алгоритмы и практика применения: для разработчиков систем машинного обучения: подробное руководство / Джереми Уатт, Реза Борхани, Ангелос Катсаггелос; перевод с английского Андрея Логунова. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2022. - 612 с.
2. Николенко, С. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2020. - 476 с. - <https://ibooks.ru/bookshelf/377026>.
3. Таулли, Т. Основы искусственного интеллекта. Нетехническое введение = Artificial Intelligence Basics. A Non-Technical Introduction / Том Таулли ; [пер. с англ. Андрея Логунова]. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2021. - 288 с. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/385769>.
4. Вейдман Сет. Глубокое обучение: легкая разработка проектов на Python – СПб.: Питер, 2021. - 272 с. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/374461>.
5. Головатая, Е. А. Нейросетевые технологии в обработке и защите данных: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по направлению специальности "Компьютерная безопасность (радиофизические методы и программно-технические средства) / Е. А. Головатая, А. В. Курочкин; БГУ. - Минск : БГУ, 2021. - 151 с. - URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/294980>.
6. Гласнер, Э. Глубокое обучение без математики: [в 2 т.] / Э. Гласнер; [пер. с англ. В. А. Яроцкого]. - Москва: ДМК Пресс, 2019–2020. - Загл. ориг.: Deep learning: From Basics to Practice. Т. 2: Практика. - 2020. - 609 с.
7. Васильев, Ю. Обработка естественного языка. Python и SpaCy на практике / Юлий Васильев; [пер. с англ. И. Пальти]. - Санкт-Петербург; Москва; Минск : Питер, 2021. - 254 с. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/376835>.

### Перечень дополнительной литературы

1. Орельен Ж. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-learn и tensorflow / СПб.: Диалектика, 2019. – 683 с.
2. Рашка, С. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2 / Себастьян Рашка, Вахид Мирджалили; перевод с английского и редакция Ю. Н. Артеменко. - 3-е изд. - Москва; Санкт-Петербург: Диалектика, 2020. - 846 с.
3. Бурков, А. Машинное обучение без лишних слов // Андрей Бурков. – СПб.: Питер, 2020. – 192 с.
4. Бурков, А. Инженерия машинного обучения / пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 306 с.

5. Коул Анирад, ганджу Сиддха, Казам Мехер. Искусственный интеллект и компьютерное зрение. Реальные проекты на Python, Keras, TensorFlow. – СПб.: Питер, 2023. – 624 с.
6. Крон Джон, Бейлеверльд Грант, Аглаэ Бассен. Глубокое обучение в картинка. Визуальный гид по искусственному интеллекту. – СПб.Ж Питер, 2020. – 400 с.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Для диагностики компетенции в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устная форма: устный опрос, коллоквиум, выступление с докладом на семинаре.
2. Письменная форма: контрольные работы.
3. Устно-письменная форма: отчеты по домашним практическим заданиям с их устной защитой, оценивание на основе проектного метода.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Методы машинного обучения» учебным планом предусмотрен – зачет.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в рейтинговую оценку (формирование оценки за текущую успеваемость):

- отчёты по расчетно-графическим работам – 35 %;
- контрольные работы – 30 %;
- коллоквиум – 20 %;
- устный опрос – 15%.

Отметка «зачтено» выставляется магистранту, имеющему отметку за текущую успеваемость не ниже 4 («четырёх») баллов.

### **Примерная тематика лабораторных занятий**

**Занятие № 1.** Линейная регрессия

**Занятие № 2.** Логистическая регрессия

**Занятие № 3.** Обучение дерева решений

**Занятие № 4.** Метод опорных векторов

**Занятие № 5.** Метод k ближайших соседей.

**Занятие № 6.** Алгоритм обратного распространения ошибки

**Занятие № 7.** Сверточные нейронные сети.

**Занятие № 8.** Обучение ансамбля

**Занятие № 9.** Работа с несбалансированными данными.

**Занятие № 10.** Оценка эффективности алгоритмов



## *Рекомендуемая тематика контрольной работы и коллоквиума:*

1. Контрольная работа. Решение задач одноклассовой или многоклассовой классификации.
2. Коллоквиум. Методы и алгоритмы машинного обучения.

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса большинства практических занятий используется **практико-ориентированный** подход, который предполагает освоение содержания учебного материала через решение практических задач, а также приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности.

Кроме этого, используются комбинации **методов группового обучения, проектного обучения и учебной дискуссии**. Комбинация этих методов предполагает: ориентацию на генерирование идей, приобретение навыков для решения исследовательских, творческих и коммуникационных задач, появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

В качестве технических средств для организации работы в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать:

- Образовательный портал БГУ (<https://edufpmi.bsu.by>) – инструмент с эффективной функциональностью контроля, тренинга и самостоятельной работы;
- систему AnyTask <https://anytask.org/school/bsu>.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Для организации самостоятельной работы студентов магистратуры по учебной дисциплине следует использовать информационно коммуникационные ресурсы: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, презентации лекций, методические указания к практическим занятиям, электронные версии домашних заданий, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в том числе вопросы для подготовки к зачету, задания, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

## Примерный перечень вопросов к зачету

1. Различие между искусственным интеллектом, машинным обучением и глубоким обучением.
2. Типы обучения.
3. Параметры и гиперпараметры.
4. Классификация и регрессия.
5. Обучение на основе моделей и на основе примеров.
6. Поверхностное и глубокое обучение.
7. Линейная регрессия.
8. Логистическая регрессия.
9. Обучение дерева решений.
10. Метод опорных векторов.
11. Метод ближайших соседей.
12. Методы оптимизации.
13. Градиентный спуск.
14. Стохастический градиентный спуск.
15. Проектирование признаков.
16. Наборы данных: обучающий, контрольный, тестовый.
17. Недообучение и переобучение.
18. Оценка эффективности модели.
19. Нейронные сети.
20. Глубокое обучение.
21. Кластеризация.
22. Многоклассовая классификация.
23. Одноклассовая классификация.
24. Обучение ансамбля.
25. Работа с несбалансированными наборами данных.
26. Объединение моделей.
27. Эффективность алгоритмов.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Нейроносетевая обработка данных	Информационных систем управления	Нет	Изменений не требуется (протокол № 18 от 08.06.2023 г.).

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ № П / П	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

\_\_\_\_\_

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)