

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем машиноведения  
Российской академии наук  
(ИПМаш РАН)**

Одобрено на Ученом совете  
ИПМаш РАН  
Протокол № 7/23  
«27» июня 2023 г.



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИПМаш РАН, д.т.н.

*В.А. Полянский* В.А. Полянский  
«30» августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ»**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
«АДАПТАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ»**

Научные специальности:

- 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение**
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика**
- 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы**
- 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические систем**

**Форма обучения:**

очная

Санкт-Петербург  
2023

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Машинное обучение» реализуется в рамках элективной (обязательной) дисциплины образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН) для аспирантов очной формы обучения по научным специальностям: 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение; 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации; 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы; 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические систем.

Рабочая программа разработана в соответствии с «Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122) и «Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» (утверждены приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 20.10.2021 № 951), и учебным планом программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по образовательной программе **«АДАПТАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ»** по научным специальностям: 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение; 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика; 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы; 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические систем

Программа дисциплины «Машинное обучение» по учебному плану предусматривает: лекции; практические (семинарские) занятия, в том числе аудиторные занятия в интерактивной форме; самостоятельную работу, в том числе творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу. Текущая аттестация проводится в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренными настоящей программой. Промежуточная аттестация осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в форме экзамена.

Дисциплина «Машинное обучение» реализуется на третьем году обучения в аспирантуре.

[illegible]

| Форма обучения: очная                                                         |                                      |       |  |                                    |       |  |                                     |                                                                                                                 |  |  |  |    |  |   |  |    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------|--|------------------------------------|-------|--|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|----|--|---|--|----|---|
|                                                                               | 12                                   | 6     |  | 10                                 |       |  |                                     | 2                                                                                                               |  |  |  | 16 |  | 2 |  | 48 | 3 |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |                                      |       |  |                                    |       |  |                                     |                                                                                                                 |  |  |  |    |  |   |  |    |   |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.                              | Формы текущего контроля успеваемости |       |  | Виды промежуточной аттестации      |       |  |                                     | Виды итоговой аттестации<br>(только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) |  |  |  |    |  |   |  |    |   |
|                                                                               | Формы                                | Сроки |  | Виды                               | Сроки |  | Виды                                | Сроки                                                                                                           |  |  |  |    |  |   |  |    |   |
|                                                                               |                                      |       |  | экзамен, устно, традиционная форма |       |  | по графику промежуточной аттестации |                                                                                                                 |  |  |  |    |  |   |  |    |   |



## 2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5

| №<br>п/<br>п | Наименование темы (раздела, части)                                                                                                                                                                                                                                                                      | Вид учебных<br>занятий             | Кол-во<br>часов |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| 1            | <b>Байесовские сети</b><br>1.1 Наивный Байесовский классификатор<br>1.2 Скрытый Байесовский классификатор<br>1.3 Скрытая Марковская модель<br>1.4 Алгоритм прямого-обратного хода<br>1.5 Алгоритм Витерби<br>1.6 Алгоритм Баума-Велша<br>1.7 Averaged one-dependence estimators (AODE)                  | лекции                             | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | практические занятия               | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | сам. раб. с исп. метод. материалов | 3               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                 |
| 2            | <b>Линейные классификаторы и их обобщения</b><br>2.1 Метод опорных векторов<br>2.2 Линейная регрессия<br>2.3 Логистическая регрессия<br>2.4 Алгоритм Winnow<br>2.5 Квадратичный классификатор<br>2.6 Кernels (Kernel methods)                                                                           | лекции                             | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | практические занятия               | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | сам. раб. с исп. метод. материалов | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                 |
| 3            | <b>Метод «k» ближайших соседей</b><br>3.1 Метод «k» ближайших соседей (k-NN)<br>3.2 Large margin nearest neighbor                                                                                                                                                                                       | лекции                             | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | практические занятия               | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | сам. раб. с исп. метод. материалов | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                 |
| 4            | <b>Выявление признаков (Feature extraction)</b><br>4.1 Метод главных компонент (PCA)<br>4.2 Kernel PCA<br>4.3 Многомерное шкалирование<br>4.4 Многофакторное понижение размерности (MDR)<br>4.5 Линейный дискриминантный анализ (LDA)<br>4.6 Isomap<br>4.7 Специальные методы для обработки изображений | лекции                             | 6               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | практические занятия               | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | сам. раб. с исп. метод. материалов | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                 |
|              | Промежуточная аттестация                                                                                                                                                                                                                                                                                | самостоят. работа                  | 6               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | зачет                              | 2               |
| Итого        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    | 40              |

Период обучения (модуль): Семестр 6 (электив)

| №<br>п/<br>п | Наименование темы (раздела, части)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Вид учебных<br>занятий | Кол-во<br>часов |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|
| 5            | <b>Искусственные нейронные сети</b><br>5.1 Персептрон<br>5.2 Метод обратного распространения ошибки<br>5.3 Автоэнкодер<br>5.4 Самоорганизующаяся карта Кохонена<br>5.5 Сеть Хопфилда<br>5.6 Сеть Хэмминга<br>5.7 Машина Больцмана<br>5.8 Ограниченная машина Больцмана<br>5.9 Сверточная нейронная сеть<br>5.10 Сиамская нейронные сети | лекции                 | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | практические занятия   | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
| 6            | <b>Кластерный анализ</b><br>6.1 Метод k-средних<br>6.2 Алгоритм HCS кластеризации<br>6.3 Алгоритм DBSCAN<br>6.4 Алгоритм OPTICS<br>6.5 Бикластеризация<br>6.6 Метод нечёткой кластеризации C-средних<br>6.7 Single-linkage clustering<br>6.8 Conceptual clustering (COBWEB)                                                             | лекции                 | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | практические занятия   | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
| 7            | <b>Дерево принятия решений</b><br>7.1 Алгоритм ID3<br>7.2 Алгоритм C4.5<br>7.3 Методы CART<br>7.4 Алгоритм VFDT<br>7.5 Случайный лес (Random forest)                                                                                                                                                                                    | лекции                 | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | практические занятия   | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
| 8            | <b>Обучение с подкреплением</b><br>8.1 SARSA<br>8.2 Q-обучение<br>8.3 Temporal difference learning                                                                                                                                                                                                                                      | лекции                 | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | практические занятия   | 4               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |                 |
|              | Промежуточная аттестация                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | консультации           | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | самостоят. работа      | 2               |
|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | экзамен                | 2               |
| Итого        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        | 48              |

### **Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

#### **3.1. Методическое обеспечение**

##### **3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Посещение лекционных занятий, выполнение самостоятельных работ.

##### **3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Основная и дополнительная литература.

##### **3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Методика проведения зачёта

По дисциплине «Машинное обучение» в течение семестра проводятся контрольные работы в соответствии с графиком и зачёт.

Обучающийся, не отчитавшийся по контрольной работе (контрольному домашнему заданию) в течение семестра, отчитывается по ним во время зачета. Для получения зачёта, кроме ответа на теоретические вопросы, необходимо решить задачу.

Критерии получения «зачёт»:

«Зачёт» выставляется, если выполняются три условия:

1. Экзаменуемым даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. Экзаменуемый отвечает на все дополнительные вопросы
3. Экзаменуемый решил выданную задачу.

«Незачёт» выставляется, если не выполняются условия для получения «зачтено».

##### **3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Примерный перечень вопросов к экзамену совпадает с темами обучения (см. раздел 2.2).

##### **3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Оценка обучающимися содержания и качества учебного процесса по дисциплине осуществляется в установленном в СПбГУ порядке.

#### **3.2. Кадровое обеспечение**

##### **3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

Базовое образование и/или ученая степень, соответствующая профилю дисциплины.

##### **3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не требуется.



### **3.3. Материально-техническое обеспечение**

#### **3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Лекционная аудитория.

#### **3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Мультимедийный проектор. Маркерная доска.

#### **3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не требуется.

#### **3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не требуется.

#### **3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Канцелярские принадлежности. Фломастеры цветные (из расчета 4 фломастера на 4 часа занятий). Губка для маркерной доски.

### **3.4. Информационное обеспечение**

#### **3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Гелиг А.Х., А.С. Матвеев. Введение в математическую теорию обучаемых распознающих систем и нейронных сетей. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2014.

2. Rogers S., Girolami M. A First Course in Machine Learning. - CRC, 2017.- ЭР открытого доступа в сети интернет: <http://ebook-dl.com/book/34346>

3. Николенко С. И. , Кадурын А. А., Архангельская Е. О. Глубокое обучение. СПб, Питер, 2019.

4. Haykin S.. Neural Networks and Learning Machines. - Pearson, 2008. - ЭР открытого доступа в сети интернет:  
[https://cours.etsmtl.ca/sys843/REFS/Books/ebook\\_Haykin09.pdf](https://cours.etsmtl.ca/sys843/REFS/Books/ebook_Haykin09.pdf).

#### **3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Rasmussen K.E., Williams C.K.I. Gaussian Processes for Machine Learning. MIT-Cambridge, 2006.

2. Theodorides S. Machine Learning. A Bayesian and Optimization Perspective. Elsevier, 2015.

3. Everitt B.S., Landau S., Leese M., Stahl D. Cluster Analysis. Willey, 2011.

4. Handbook of Natural Language Processing. CRC, 2010.

#### **3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Не предусмотрено.

### **Раздел 4. Разработчики программы**

Ананьевский Михаил Сергеевич, к.ф.-м.н. с.н.с. ИПМаш РАН,

Липкович Михаил Маркович, к.ф.-м.н. с.н.с. ИПМаш РАН