**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Стохастические системы управления и связи  
Stochastic Control and Communication Systems

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 043487

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Обучение известным алгоритмам в области машинного обучения.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Программа курса предназначена магистрантам 2 семестра обучения по ООП магистратуры *Математическое моделирование, программирование и искусственный интеллект* по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Обучающийся должен иметь предварительную подготовку по программе бакалавриата математико-механического факультета СПбГУ.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Способность подбирать и программно реализовывать известные алгоритмы машинного обучения.

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины:

(ПКП-5)  
Способен управлять ИТ-проектами и персоналом, обслуживающим ресурсы ИТ.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Лекционные занятия – 30 часов.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 профиль Динамические системы, эволюционные уравнения, экстремальные задачи и математическая кибернетика**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 2 | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 51 |  | 23 |  | 2 | 3 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  |  |  |  |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 51 |  | 23 |  | 2 | 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  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения очная | | | | | | |
| Семестр 2 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Введение. Примеры задач, успешно решаемых методами машинного обучения. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |
| 2 | Задача фильтрации почтового спама. Подходы к решению. Вероятностная модель. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |
| 3 | Байесовские сети. Условная независимость величин в байесовской сети. Факторизация совместного распределения случайных величин. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |
| 4 | Оценка распределения случайных величин в байесовской сети методом максимального правдоподобия. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |
| 5 | Оценка апостериорного распределения случайных величин в байесовской сети. Распределение Дирихле. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |
| 6 | Восстановление условных вероятностей в байесовской сети по имеющимся наблюдениям. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |
| 7 | Восстановление структуры байесовской сети. Дерево Chow-Liu, алгоритм K2, алгоритм MMHC. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |
| 8 | Методы Монте-Карло для задачи восстановления структуры байесовской сети. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |
| 9 | Алгоритм прямого-обратного хода. Алгоритм Витерби. Алгоритм Баума-Велша. Averaged one-dependence estimators (AODE). | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 6 |
| 10 | Скрытая Марковская модель. | лекции | 3 |
| практические занятия | 0 |
| по методическим материалам | 5 |

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы кчащегося соответствует перечню изучаемых тем, приведенному в п. 2.2 и уточняется преподавателем.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

На каждом занятии формулируются задания для самостоятельного выполнения с последующей проверкой в начале следующего занятия.

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

Оценка «отлично» (A) ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» (B) ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя) и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» (C) ставится за полный ответ на вопросы билета с небольшими неточностями.

Оценка «удовлетворительно» (D) ставится за знание ответов на основные вопросы по каждой теме.

Оценка «удовлетворительно» (E) ставится за знание основных формулировок (по одной из каждого вопроса) с подсказками со стороны преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» (F) выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

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

Список экзаменационных вопросов:

1) Примеры задач, успешно решаемых методами машинного обучения.

2) Задача фильтрации почтового спама. Подходы к решению. Вероятностная модель.

3) Байесовские сети. Условная независимость величин в байесовской сети. Факторизация совместного распределения случайных величин.

4) Оценка распределения случайных величин в байесовской сети методом максимального правдоподобия.

5) Оценка апостериорного распределения случайных величин в байесовской сети. Распределение Дирихле.

6) Восстановление условных вероятностей в байесовской сети по имеющимся наблюдениям.

7) Восстановление структуры байесовской сети. Дерево Chow-Liu, алгоритм K2, алгоритм MMHC.

8) Методы Монте-Карло для задачи восстановления структуры байесовской сети.

9) Алгоритм прямого-обратного хода. Алгоритм Витерби. Алгоритм Баума-Велша. Averaged one-dependence estimators (AODE).

10) Скрытая Марковская модель.

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

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

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

Квалификация и опыт штатных преподавателей по данному курсу (ст. преподаватель, доцент, профессор) должны иметь диплом о высшем образовании в рамках соответствующей дисциплины и соответствовать нормам и требованиям, установленным в СПбГУ.

**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**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

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

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специализированное оборудование не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

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

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

А.Х. Гелиг, А.С. Матвеев. Введение в математическую теорию обучаемых распознающих систем и нейронных сетей. Изд-во СПбГУ, 2013.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

– Koski T., Noble J.M. Bayesian Networks. An Introduction. John Willey & Sons LTD. 2009.  
– S. Theodorides. Machine Learning. A Bayesian and Optimization Perspective. Elsevier, 2015.  
– K.E. Rasmussen, C.K.I. Williams. Gaussian Processes for Machine Learning. MIT-Cambridge, 2006.  
– S. Rogers, M. Girolami. A First Course in Machine Learning. CRC, 2017.  
– M. Morhi, A. Rostamizadeh, A. Talwalkar. Foundations of Machine Learning. MIT, 2012.  
– E. Alpaydin. Introduction to Machine Learning. MIT, 2014.  
– S.Y. Kung. Kernel Methods and Machine Learning. MIT, 2014.  
– K.P. Murphy. Machine Learning a Probabilistic Perspective. MIT-Cambridge, 2012.  
– S.Haykin. Neural Networks and Learning Machines. Pearson, 2008.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

* Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
* <http://www.library.spbu.ru/>
* Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
* <http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS>
* Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
* <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
* Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
* <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8>
* ACM Digital Library: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/12>
* Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/375>
* MathSciNet - электронная коллекция Американского математического сообщества (AMS): <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/415>
* O’Reilly: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/483>
* **Zentralblatt MATH:** <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/86>

**Раздел 4. Разработчики программы**

Михаил Сергеевич Ананьевский, к.ф.-м.н., доцент Кафедры теоретической кибернетики, [m.s.ananyevskiy@spbu.ru](mailto:m.s.ananyevskiy@spbu.ru)