

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

Д.А. Гаврилов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Управление трафиком в телекоммуникационных системах
по направлению:	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль подготовки:	Телекоммуникационные сети и системы Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра инфокоммуникационных систем и сетей
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: В.М. Антонова, канд. техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры инфокоммуникационных систем и сетей 26.02.2024

Аннотация

Целью и задачами преподавания дисциплины является изучение современных технологий для построения транспортных инфокоммуникационных сетей. Знание новых транспортных технологий позволит магистрам данного направления не только изучать и анализировать варианты построения существующих транспортных сетей, но и решать задачи технического обслуживания и эксплуатации оборудования современных транспортных сетей, проектировать их развитие с учетом новых технологий, осваивать системы управления сетями и управлять их перспективным развитием с учетом требований современных потребителей транспортных сетей.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Целью курса является изучение основ теории машинного обучения и ознакомление с основными задачами обучения по прецедентам: классификация, кластеризация, регрессия, понижение размерности.

Задачи дисциплины

- Освоение основных идей и эвристик машинного обучения.
- Приобретение знаний для формализации и математического описания основных проблем машинного обучения.
- Анализ достоинств, недостатков и границ применимости основных методов дисциплины.
- Изучение взаимосвязи между методами.
- Знакомство студентов с примерами прикладных задач.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные научные знания в области естественных наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.2 Владеет навыками реализации новых принципов и методов исследования в современных инфокоммуникационных системах и сетях

ОПК-3 Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций при поиске научно-технической информации в своей профессиональной деятельности
--	---

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Основные понятия машинного обучения.
- основные математические модели для описания данных.
- основные задачи, а именно, регрессия, классификация, кластеризация, понижение размерности, отбор признаков.

уметь:

- Выбирать оптимальную математическую модель для описания данных.
- строить по этим моделям прогнозы и оценки для целевых признаков.

владеть:

- Методами описания моделей машинного обучения и алгоритмами решения основных задач для этих моделей.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Основные технологии при построении транспортных сетей.	2			1
2	Основные сетевые устройства и их принципы. Особенности каналов передачи.	2			1
3	Технологии ACL и NAT. DMVPN, GRE и IPSec. Технологии OpenVPN и WireGuard, настройка и сравнительный анализ.	2			1
4	Устойчивость функционирования сети. Управление сетями. Системы поддержки (OSS/BSS)	2			1
5	Брокеры сетевых пакетов. Агрегация трафика.	2			1
6	Зеркалирование, балансировка, фильтрация, дедубликация, модификация и тунелирование трафика.	2			1
7	Протоколы маршрутизации внешнего шлюза. BGP и IP SLA.	2			1
8	Гидрожидкостные задачи в телекоммуникационных системах.	2			1
9	Задачи гиперграфов в применении к сетевым решениям	2			1
10	Тарификация, QoS и Network Slicing. Эластичный трафик.	2			1

11	Вентильная, барьерная и магнитная достижимость канала.	2			1
12	Надежность элементов и систем.	2			1
13	Технологии мультисервисного доступа	2			1
14	ZegBee и Wi-Fi	2			1
15	Основные принципы и коммутация в квантовых сетях	2			1
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Основные технологии при построении транспортных сетей.

Пакетная и канальная коммутация. Сети первого уровня – локальные или местные. Они организуются в городских или сельских местностях. Сети второго уровня – региональные или внутризональные. Третий уровень – глобальная (магистральная) сеть.

2. Основные сетевые устройства и их принципы. Особенности каналов передачи.

Абоненты сети (узлы сети) - устройства подключенные к сети. Сервер - абонент сети отдающий в сеть свой ресурс. Клиент (рабочая станция) - абонент, не отдающий своего ресурса в сеть, но имеющий доступ к ресурсам сети. Концентратор - устройство, служащее для объединения нескольких сегментов единой сети и не преобразующее передаваемую информацию. Коммутатор - устройство, служащее для объединения нескольких сегментов единой сети, осуществляющее пересылку пакетов только в те сегменты, где находятся адресаты. Устройство снижает нагрузку на сеть. Маршрутизатор - устройство, служащее для определения пути по которому наиболее целесообразно пересылать пакет. Мост - устройство, объединяющее в единую сеть нескольких сетей различных типов. Повторитель - устройство, восстанавливающее и усиливающее сигналы в сети, служащее для увеличения ее длины. Трансивер - приемопередатчик, усиливающий сигнал или преобразующий физическую природу сигнала (например, электрический сигнал в световой или наоборот). Шлюз - устройство, объединяющее сети с различными протоколами обмена. Особенности применения устройств различных вендоров на примере компании Ростелеком.

3. Технологии ACL и NAT. DMVPN, GRE и IPSec. Технологии OpenVPN и WireGuard, настройка и сравнительный анализ.

Построение защищенного канала между двумя или более удаленными сегментами сети (например, между офисами в Москве и Нижнем Новгороде). Подключение удаленного работника к корпоративной сети (теперь об этом знает почти каждый офисный сотрудник). Виртуальное изменение местоположения с помощью услуг VPN Providers (требует наименьших телодвижений для настройки, однако весь ваш трафик будет проходить через чужой сервер).

4. Устойчивость функционирования сети. Управление сетями. Системы поддержки (OSS/BSS)

Изменение маршрутов адаптивно к изменению топологии реализуется совместно с системой управления живучестью сети. администратор корпоративной сети должен осуществлять сбор информации о состоянии сетевых компонент, в том числе и от удаленных фрагментов; должен обрабатывать эту информацию в соответствии с реализуемым алгоритмом управления, должен вырабатывать и выдавать к объектам управления соответствующие команды.

5. Брокеры сетевых пакетов. Агрегация трафика.

Информационная безопасность отделилась от телекоммуникаций в самостоятельную отрасль со своей спецификой и своим оборудованием. Но есть малоизвестный класс устройств, стоящий на стыке телекома и инфобеза – брокеры сетевых пакетов. Агрегация трафика с различных точек сети и систем DPI с возможностью изоляции потоков по группам портов для разделения направлений передачи.

6. Зеркалирование, балансировка, фильтрация, дедубликация, модификация и тунелирование трафика.

Балансировка нагрузки на системы DPI с сохранением целостности потоков по вложенным заголовкам. Фильтрация сетевого трафика на основании внешних и вложенных туннельных заголовков. Зеркалирование трафика в режимах «one-to-one», «one-to-many», «many-to-one» и «many-to-many» для обеспечения параллельной работы нескольких средств анализа сетевого трафика.

7. Протоколы маршрутизации внешнего шлюза. BGP и IP SLA.

Маршрутизаторы, поддерживающие один и тот же протокол IGP обмениваются информацией друг с другом в пределах домена маршрутизации. Маршрутизаторы, работающие более чем с одним протоколом IGP, например, использующие протоколы RIP и OSPF, являются участниками двух отдельных доменов маршрутизации. Такие маршрутизаторы называются граничными.

8. Гидрожидкостные задачи в телекоммуникационных системах.

Представление потоков информации в виде потоков жидкостей. Применение соответствующих математических аппаратов. Обоснование логических исключения применения таких моделей.

9. Задачи гиперграфов в применении к сетевым решениям

Изучение моделей гиперграфов для моделирования трафика в гетерогенных сетях. Обоснование логических исключения применения таких моделей.

10. Тарификация, QoS и Network Slicing. Эластичный трафик.

Обсуждение различных способов управления загрузкой каналов. В частности, технологии, которая позволяет на основе физической инфраструктуры сети создавать виртуальные экземпляры мобильной сети.

11. Вентильная, барьерная и магнитная достижимость канала.

Магнитная, барьерная и вентильная достижимости применительно к моделям обслуживания потоков. Обоснование логических исключения применения таких моделей.

12. Надежность элементов и систем.

Изучение безотказной работы системы в течение некоторого промежутка времени. Параллельное и последовательное подключение узлов сети. Обсчет выхода каналов из строя, на примере конкретного оборудования сети.

13. Технологии мультисервисного доступа

Уровень управления может включать множество независимых подсистем, базирующихся на различных технологиях, имеющих своих абонентов и использующих свои, внутренние системы адресации. Операторам связи требуются механизмы, позволяющие быстро и гибко разворачивать, а также изменять услуги в зависимости от индивидуальных потребностей пользователей.

14. ZigBee и Wi-Fi

Во многих приложениях требуются беспроводные сети связи, не обладающие высокой скоростью передачи, но надежные, живучие (способные к самовосстановлению), простые в развертывании и эксплуатации. Важно также, чтобы оборудование таких сетей допускало длительную работу от автономных источников питания, имело низкую стоимость, и было компактным. Пример такого приложения – «умный дом».

15. Основные принципы и коммутация в квантовых сетях

Квантовая запутанность — это явление связи квантовых характеристик. Связь может сохраняться, даже если частицы расходятся на большое расстояние, так как, измеряя квантовые характеристики одной из связанных частиц, мы автоматически узнаем характеристики и второй. Первый протокол квантовой криптографии появился ещё в 1984 году. С тех пор создано множество как экспериментальных, так и коммерческих систем, основанных на явлениях квантового мира.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и аудиторной доской.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Бишоп Кристофер М. Распознавание образов и машинное обучение. Москва : Вильямс, 2020. 960 с.
2. Тибришани Роберт, Фридман Джером. Основы статистического обучения: интеллектуальный анализ данных, логический вывод и прогнозирование. Москва: Вильямс, 2020. 768 с.
3. Николенко С.И., Архангельская Е. О., Кадурын А. А. Глубокое обучение. Санкт-Петербург: Питер, 2022. 480 с.

Дополнительная литература

1. Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. Москва: Ленанд. 2021. 256 с.
2. Бурков А. Инженерия машинного обучения. Москва: ДМК Пресс, 2022. 306 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

https://academy.yandex.ru/handbook/ml?utm_source=vk&utm_medium=cpc&utm_campaign=handbook&utm_content=ml

http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%28%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B9%2C_%D0%9A.%D0%92.%D0%92%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%BE%D0%B2%29#.D0.9A.D1.80.D0.B8.D1.82.D0.B5.D1.80.D0.B8.D0.B8_.D0.B2.D1.8B_.D0.B1.D0.BE.D1.80.D0.B0_.D0.BC.D0.BE.D0.B4.D0.B5.D0.BB.D0.B5.D0.B9_.D0.B8_.D0.BC.D0.B5.D1.82.D0.BE.D0.B4.D1.8B_.D0.BE.D1.82.D0.B1.D0.BE.D1.80.D0.B0_.D0.BF.D1.80.D0.B8.D0.B7.D0.BD.D0.B0.D0.BA.D0.BE.D0.B2

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Jupyter (google colab), Anaconda (Python 3), PyTorch.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- подготовку к дифференцированному зачёту.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль подготовки: Телекоммуникационные сети и системы
Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий
кафедра инфокоммуникационных систем и сетей
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: В.М. Антонова, канд. техн. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные научные знания в области естественных наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.2 Владеет навыками реализации новых принципов и методов исследования в современных инфокоммуникационных системах и сетях
ОПК-3 Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций при поиске научно-технической информации в своей профессиональной деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Управление трафиком в телекоммуникационных системах» обучающийся должен:

знать:

- Основные понятия машинного обучения.
- основные математические модели для описания данных.
- основные задачи, а именно, регрессия, классификация, кластеризация, понижение размерности, отбор признаков.

уметь:

- Выбирать оптимальную математическую модель для описания данных.
- строить по этим моделям прогнозы и оценки для целевых признаков.

владеть:

- Методами описания моделей машинного обучения и алгоритмами решения основных задач для этих моделей.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Постановка задачи кластеризации. EM алгоритм. K-means.
2. Иерархическая кластеризация. Методы, основанные на плотности точек (DB-scan).
3. Обнаружение аномалий.
4. Многомерное шкалирование. Метод SNE, t-SNE.
5. Метод главных компонент. Матричное разложение (SVD, ALS).
6. Постановка задачи регрессии. Линейная регрессия. Lasso. Ridge. Compressive sensing.
7. Кросс-валидация и подбор гиперпараметров.
8. Постановка задачи классификации. Логистическая регрессия.
9. Метод опорных векторов. K-ближайших соседей.
10. Использование ядер в машинном обучении.
11. Деревья решений.
12. Композиция алгоритмов. Бэггинг. Случайные леса. Бустинг. Стекинг.
13. Многоклассовая классификация.
14. Байесовские методы машинного обучения. Наивный Байесовский классификатор.
15. Нейронные сети. Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.

Критерии оценивания

- отлично (10) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;
- отлично (9) - выставляется студенту, показавшему свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера;
- отлично (8) - выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся;
- хорошо (7) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и, по существу, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускается в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- хорошо (6) - выставляется студенту если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков;
- хорошо (5) - выставляется студенту если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки;
- удовлетворительно (4) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- удовлетворительно (3) - выставляется студенту в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены;
- неудовлетворительно (2) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач;
- неудовлетворительно (1) - выставляется студенту, который не освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 30 минут.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.