

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 28.06.2023 14:55:53
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Математические методы в ин-
формационных технологиях»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ОБРАБОТКА АУДИОСИГНАЛОВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

по профилю

«Математические методы в информационных технологиях»

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н. Рыбин С.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМ
12.01.2023, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 16.02.2023, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОБРАБОТКА АУДИОСИГНАЛОВ»

Курс логически состоит из двух разделов.

Первый раздел теоретический - посвящен математическим методам цифровой обработки звуковых сигналов: математическая модель сигнала, теорема об отсчетах, дискретное преобразование Фурье и его простейшие свойства, алгоритм Герцеля, характеристики акустических сигналов, мел-спектр, нотный спектр.

Второй раздел имеет практическую направленность и предполагает применение этих технологий для задач классификации акустических сигналов различной природы методами машинного обучения.

Рассматриваются основные понятия машинного обучения: постановки задач обучения, методы подготовки данных для обучения, принципы обучения, методы статистического анализа обучающих данных и результатов обучения, методы оценки качества обученных моделей.

Слушатели подробно знакомятся с алгоритмами машинного обучения, решающие задачи кластеризации, классификации, регрессии, снижения размерности.

В число изучаемых алгоритмов классификации входят алгоритмы ближайшего соседа, SVM, байесовские методы, деревья решений.

Курс предназначен для подготовки специалистов в области анализа данных и машинного обучения, владеющих теоретическими основами методов машинного обучения и цифровой обработки аудио сигналов, обладающих навыками построения обучающихся моделей с использованием современных программных средств и способных применять методы машинного обучения для решения прикладных задач.

SUBJECT SUMMARY

«ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

The course logically consists of two sections.

The first theoretical section is devoted to mathematical methods of digital processing of sound signals: mathematical signal model, reference theorem, discrete Fourier transform and its simplest properties, Hertz algorithm, characteristics of acoustic signals, chalk-spectrum, musical spectrum.

The second section has a practical orientation and implies the application of these technologies for the classification of acoustic signals of different nature by machine learning methods.

The basic concepts of machine learning are considered: formulation of training tasks, methods of data preparation for training, principles of training, methods of statistical analysis of training data and results of training, methods of quality estimation of trained models.

Students are introduced to machine learning algorithms that solve problems of clustering, classification, regression, and dimensionality reduction. Classification algorithms studied include nearest neighbor algorithms, SVM, Bayesian methods, decision trees.

The course is intended for training specialists in the field of data analysis and machine learning, having theoretical foundations of methods of machine learning and digital processing of audio signals, possessing skills of building learning models using modern software tools and capable of applying methods of machine learning to solve applied problems.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний в области анализа аудиоданных и машинного обучения и формирование практических умений и навыков построения обучающихся моделей аудиосигналов с использованием современных программных средств.

2. Задачами изучения дисциплины является получение знаний о современных библиотеках машинного обучения, этапах обработки аудиоданных, умений применять методы машинного обучения для решения прикладных задач и владения навыками оценки эффективности и сравнения моделей аудиосигналов.

3. Знания:

- этапов обработки информации при анализе акустических событий;
- компонент архитектуры системы анализа акустических событий;
- методов и алгоритмов анализа акустических событий;
- методов машинного обучения, их применения при решении реальных задач обработки и анализа акустических сигналов.

4. Умения:

- извлекать признаки для анализа акустических событий из акустических данных;
- применять современные подходы к решению задач анализа акустических событий;
- объединять различные акустические модальности.

5. Навыки:

- реализации, применения и модификации исходного кода существующих библиотек для детектирования акустических событий;
- владения методами оценки качества работы алгоритмов анализа акустических

событий, обучения на малых наборах данных.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Построение и анализ алгоритмов»
2. «Теория вероятностей и математическая статистика»
3. «Методы оптимизации»
4. «Логический вывод в системах искусственного интеллекта»
5. «Математические основы машинного обучения»
6. «Численное моделирование»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Современные архитектуры глубоких искусственных нейронных сетей»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
СПК-10	Способен решать задачи моделирования природных, технических и информационных процессов
<i>СПК-10.1</i>	<i>Знает множество различных моделей природных, технических и информационных процессов</i>
СПК-12	Способен применять результаты математических исследований в различных областях, ориентированных на решение задач развития информационных технологий
<i>СПК-12.1</i>	<i>Знает прикладные аспекты фундаментальных математических исследований, методы решения оптимизационных задач</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Математические методы цифровой обработки сигналов	10	3		18
2	Извлечения признаков из аудио данных	8	4	0.5	36
3	Методы анализа и классификации акустических сигналов	16	10	0.5	38
	Итого, ач	34	17	1	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Математические методы цифровой обработки сигналов	Модель сигнала. Дискретное преобразование Фурье, свойства. быстрое преобразование Фурье (алгоритм Кули-Тьюки, метод простых множителей). Теорема об отсчетах. Циклическая свертка и корреляция, свойства. Алгоритм Герцеля. Частотный конвертер.
2	Извлечения признаков из аудио данных	Проблемы извлечения признаков из аудио данных. Обзор наиболее распространенных признаков для анализа аудио данных. Использование специализированных признаков Использование предобученных нейросетевых признаков. Вопросы расширения контекста.
3	Методы анализа и классификации акустических сигналов	Обзор основных алгоритмов классификации для типовых задач. Вопросы фузирования результатов. Анализ эмоционального состояния по аудиоданным. Объединение модальностей на уровне принятия решения и признаков Аугментация данных. Обучение на малых выборках.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Выделение акустических признаков: мел-спектр, нотный спектр, коэффициенты MFCC, PLP, GBFB. Освоение методов библиотек Librosa и OpenSMILE.	5
2. Классификация произвольных акустических событий. Участие в соревнованиях по машинному обучению на платформе для соревнований по анализу данных KAGGLE.	4
3. Классификация звуков птиц. Участие в соревнованиях по машинному обучению на платформе для соревнований по анализу данных KAGGLE.	4
4. Классификация животных в лесу. Участие в соревнованиях по машинному обучению на платформе для соревнований по анализу данных KAGGLE.	4
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения

дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	17
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	15
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	17
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	30
ИТОГО СРС	92

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Поздняков, Сергей Николаевич. Математические методы цифровой обработки сигналов [Текст] : учеб. пособие / С. Н. Поздняков, С. В. Рыбин, 2015. -60 с.	58
2	Николенко С. Глубокое обучение [Электронный ресурс] / С. Николенко, А. Кадурич, Е. Архангельская, 2019. -480 с.	неогр.
3	Аллен Б. Д. Think DSP. Цифровая обработка сигналов на Python [Электронный ресурс], 2017. -160 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Рашка С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения [Электронный ресурс], 2017. -418 с.	неогр.
2	Паршин А. Ю. Обработка аудио-и видеoinформации [Электронный ресурс] : учебное пособие, 2018. -96 с.	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	MachineLearning.ru www.MachineLearning.ru
2	ML Boot Camp https://mlbootcamp.ru/article/tutorial/
3	Kaggle https://www.kaggle.com/
4	Хабр https://habr.com
5	Данные для классификация произвольных акустических событий. https://www.kaggle.com/c/freesound-audio-tagging
6	Данные для классификация звуков птиц. https://www.kaggle.com/c/birdclef-2021/
7	Данные для классификация животных в лесу. https://www.kaggle.com/c/rfcx-species-audio-detection/leaderboard

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13121>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Обработка аудиосигналов» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач

Особенности допуска

Допуск к зачету с оценкой по результатам практических работ:

- 1) классификация произвольных звуков -получена точность классификации не меньше 0.33;
- 2) классификация звуков птиц -получена точность классификации не меньше 0.48;
- 3) классификация животных в лесу -получена точность классификации не меньше 0.40.

Устный зачет.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Математическая модель сигнала.
2	Теорема об отсчетах
3	Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье.
4	Простейшие свойства дискретного преобразования Фурье.
5	Вейвлетные базисы.
6	Дискретное преобразование Хаара.
7	Дискретное преобразование Уолша.
8	Аудио-эффекты "Эхо" и "Distortion".
9	Основной тон и форманты речевого сигнала.
10	Построение сонограммы.
11	Тональный спектр музыкального сигнала.
12	Мел-частотные кепстральные коэффициенты.
13	Построение mel-спектрограммы.
14	Перцепционные коэффициенты линейного предсказания.
15	Построение частотного конвертера.
16	Вокодер Грифиина-Лима.
17	Методы машинного обучения для обнаружения аномалий в акустических сигналах.
18	Методы машинного обучения для классификации акустических сигналов.
19	Амплитудные признаки аудиосигналов.
20	Подходы к задаче сегментации аудиосигналов.
21	Архитектура детектора событий аудиосигналов.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

БИЛЕТ № _____

Дисциплина **Обработка аудиосигналов** ФКТИ

1. Простейшие свойства дискретного преобразования Фурье.
2. Построение частотного конвертера.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.Н. Поздняков

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Математические методы цифровой обработки сигналов	
2		Практическая работа
3	Извлечения признаков из аудио данных	
4		
5		
6		
7		Практическая работа
8	Методы анализа и классификации акустических сигналов	
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		Практическая работа

6.4 Методика текущего контроля

1. Контроль на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифференцированный зачет.

- В процессе обучения по дисциплине «*Обработка аудиосигналов*» студент обязан выполнить 3 практические работы.
- Выполнение работ и оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения работы и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет может быть зачтен или (при наличии замечаний) отправлен на доработку.
- Текущий контроль включает в себя выполнение практических работ с минимальными установленными показателями, сдачу в срок отчетов, по результатам которых студент получает допуск на дифференцированный за-

чет.

2. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на практических занятиях студентов по методике, описанной выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, комплект учебной мебели с компьютерами, проектор, экран, интерактивная доска, комплект тематических презентаций, доступ к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя), Adobe Reader DC (распространяется свободно).
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, комплект учебной мебели с компьютерами, проектор, экран, интерактивная доска, комплект тематических презентаций, доступ к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя) Adobe Reader DC (распространяется свободно), Libre Office (распространяется свободно) PyCharm (распространяется свободно), Python 3.6 (распространяется свободно)

<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Помещение для самостоятельной работы</p>	<p>Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.</p>	<p>MS Windows 7 (предустановленная версия от производителя) Adobe Reader DC (распространяется свободно), Libre Office (распространяется свободно) PyCharm (распространяется свободно), Python 3.6 (распространяется свободно).</p>
-------------------------------	---	---	--

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА