МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____/ Шубаева В.Г./
«28» августа 20 20 г.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки	38.03.01 Экономика
Направленность (профиль) программы	Математическое моделирование и анализ данных в экономике
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Составитель(и):
_____/д.т.н., профессор Фридман Г.М.

Санкт-Петербург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ 3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП..... 3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 3
4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ 4
5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ..... 5
6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА 6
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 7
7.1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины 7
7.2. Организация самостоятельной работы 8
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ..... 8
9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 9
9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 9
9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса..... 10
10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 11
11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 11
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ 12

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: представить обучающимся современные архитектуры искусственных нейронных сетей, методы их обучения и области их применения в прикладных задачах анализа данных.

Задачи:

- исследование областей применения искусственных нейронных сетей в экономике;
- освоение методов и средств разработки архитектур искусственных нейронных сетей для эффективного решения прикладных задач;
- освоение алгоритмов обучения нейронных сетей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 «Интеллектуальный анализ данных» относится к дисциплинам по выбору части Блока 1 РУП ОПОП, является обязательной для освоения обучающимся после выбора обучающимся направленности (профиля) программы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код и наименование компетенции выпускника	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенции)
ПК-1 Способностью собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов	*ПК-1*	***Знать:*** основные принципы и подходы к построению современной системы показателей и моделей деятельности хозяйствующих субъектов и их взаимодействия *З(4) (ПК-1)* ***Уметь:*** осуществлять поиск информации по полученному заданию, сбор данных, необходимых для решения поставленных экономических задач *У(4) (ПК-1)* ***Владеть:*** современными методами сбора, обработки и интеллектуального анализа данных, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов *В(4) (ПК-1)*

ПК-4 Способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты	*Третий уровень (продвинутый) (ПК-4)-3*	***Знать:*** методы построения моделей взаимодействия экономических агентов и их интеллектуального анализа *З3(3) (ПК-4)* ***Уметь:*** выполнять интеллектуальный анализ данных и интерпретировать результаты анализа *У3(3) (ПК-4)* ***Владеть:*** навыками применения методов клиентской аналитики и оперативного анализа данных *В3(3) (ПК-4)*
ПК-8 Способностью использовать для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии	*Второй уровень (углубленный) (ПК-8)-2*	***Знать:*** возможности использования современных технических средств и информационных технологий для решения аналитических и исследовательских задач интеллектуального анализа данных и теории игр *З2 (5) (ПК-8)* **Уметь**: выполнять обоснованный выбор технических средств и информационных технологий для интеллектуального анализа данных *У2 (5) (ПК-8)* ***Владеть:*** навыками применения технологий интеллектуального анализа для анализа конкретных ситуаций, построения и анализа эффективных решений *В2(5) (ПК-8)*

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачет в 7 семестре.

Распределение фонда времени по темам дисциплины по очной форме обучения представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение фонда времени по темам дисциплины

Номер и наименование тем	Объем дисциплины (ак. часы)			
	Контактная работа			СРО
	ЗЛТ	ПЗ	ЛР	
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Тема 1. Введение в интеллектуальный анализ данных. Основные понятия и области применения искусственных нейронных сетей	2	-	-	4
Тема 2. Алгоритмы обучения нейронных сетей	8	12	-	16
Тема 3. Методы регуляризации нейронных сетей	4	8	-	12
Тема 4. Сверточные нейронные сети в	4	4	-	10

прикладных задачах анализа данных				
Тема 5. Рекуррентные нейронные сети и сети краткосрочной памяти	4	8	-	12
Всего по дисциплине:	**22**	**32**		**54**

*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение в интеллектуальный анализ данных. Основные понятия и области применения искусственных нейронных сетей

Постановка задачи распознавания образов. Предпосылки возникновения искусственных нейронных сетей. Области применения искусственных нейронных сетей. Модель искусственного нейрона. Понятие функции активации. Представление нейронных сетей с помощью направленных графов. Архитектура нейронной сети. Обучение с учителем. Обучение с подкреплением. Обучение без учителя. Представление логических операций в виде нейронной сети.

Тема 2. Алгоритмы обучения нейронных сетей

Постановка оптимизационной задачи обучения нейронных сетей. Дифференцирование на графе вычислений. Методы инициализации весов. Метод градиентного спуска. Производная композиции функций. Стохастический градиентный спуск в обучении искусственных нейронных сетей. Прямое распространение ошибки. Алгоритм обратного распространения ошибки. Понятие эпохи. Выбор шага обучения. Понятие мини-батча. Проблема паралича алгоритма. Методы с накоплением импульса. Метод адаптивного градиентного спуска. Метод RMSProp. Обучение искусственных нейронных сетей алгоритмом Adam.

Тема 3. Методы регуляризации нейронных сетей

Проблема переобучения нейронных сетей. Метод случайных отключений нейронов для повышения обобщающей способности нейронных сетей. Вероятность отключения нейронов. Ансамблирование нейронных сетей. Агрегация предсказаний ансамбля нейронных сетей. Обратный метод случайных отключений нейронов. Батч-нормализация. Ограничение параметров сети. Применение метода случайных отключений нейронов с L2-регуляризацией. Ускоряющий множитель. Эффективная скорость обучения.

Тема 4. Сверточные нейронные сети в прикладных задачах анализа данных

Область компьютерного зрения. Понятие канала изображения. Карта признаков изображений. Понятие свертки. Операция субдискретизации. Сверточные нейронные сети для задачи распознавания рукописных цифр. Выбор функции активации. Современные сверточные архитектуры. Глубокое остаточное обучение. Шумоподавляющий автокодировщик. Разреженные автокодировщики.

Тема 5. Рекуррентные нейронные сети и сети краткосрочной памяти

Области применения рекуррентных нейронных сетей. Основные архитектуры рекуррентных нейронных сетей. Распространение ошибки в рекуррентной нейронной сети. Проблема затухающих градиентов. Двунаправленные рекуррентные сети. Архитектура Long Short-Term Memory (LSTM). Виды узлов в LSTM. Забывающий узел. Модель Gated Recurrent Unit (GRU). Языковое моделирование с помощью рекуррентных нейронных сетей.

6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Таблица 6.1 – Практические занятия / Семинарские занятия / Лабораторные работы

№ темы	Тема занятия	Вид занятия
1	*2*	*3*
2	Занятие 1. Построение простейшей нейронной сети для решения задачи бинарной классификации. Обучение нейронной сети методами градиентного спуска и стохастического градиентного спуска. Занятие 2. Построение двухслойной нейронной сети для решения задачи классификации на k непересекающихся классов. Выбор функции активации. Обучение двухслойной нейронной сети методом градиентного спуска по мини-батчам. Занятие 3. Компьютерная реализация алгоритма стохастического градиентного спуска с адаптивным накоплением импульса.	ПЗ: Расчетно-графическая работа
3	Занятие 4. Применение обратного метода случайных отключений нейронов в задаче классификации на k непересекающихся классов. Сравнение кривых обучения с участием всех нейронов сети и с исключением нейронов на каждом шаге обучения. Занятие 5. Вывод формулы обучения с L2-регуляризацией. Применение метода случайных отключений нейронов с L2-регуляризацией. Сравнение качества результатов.	ПЗ: Расчетно-графическая работа
4	Занятие 6. Построение сверточной нейронной сети для задачи распознавания рукописных цифр. Выбор архитектуры и функции активации. Сравнение качества классификации сети с качеством, полученным с добавлением регуляризации. Применение шумоподавляющих автокодировщиков для улучшения качества предсказаний. Визуализация полученных результатов.	ПЗ: Расчетно-графическая работа

5	Занятие 7. Извлечение признаков из текстов. Построение сети LSTM для задачи проставления меток к текстовым документам. Оценка качества полученной модели. Занятие 8. Применение модели GRU к задаче проставления меток к текстовым документам. Сравнение полученных результатов с результатами, полученными моделью LSTM.	ПЗ: Расчетно-графическая работа

* ПЗ – практические занятия, СЗ – семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

7.1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Для формирования четкого представления об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине в самом начале учебного курса обучающийся должен ознакомиться с учебно-методической документацией:

– рабочей программой дисциплины: с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, перечнем знаний и умений, которыми в процессе освоения дисциплины должен владеть обучающийся,

– порядком проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации;

– графиком консультаций преподавателей кафедры.

Систематическое выполнение учебной работы на занятиях лекционных и семинарских типов, а также выполнение самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину.

В процессе освоения дисциплины обучающимся следует:

– слушать, конспектировать излагаемый преподавателем материал;

– ставить, обсуждать актуальные проблемы курса, быть активным на занятиях;

– задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений;

– выполнять задания практических занятий полностью и установленные сроки.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, то обратится к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на занятиях семинарского типа.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, рекомендуется не позже, чем в 2 - недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме.

7.2. Организация самостоятельной работы

Под самостоятельной работой обучающихся понимается планируемая работа обучающихся, направленная на формирование указанных компетенций, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия.

Методическое обеспечение самостоятельной работы при наличии обучающихся лиц с ограниченными возможностями представляется в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Виды самостоятельной работы по дисциплине представлены в таблице 7.2.1.

Таблица 7.2.1 – Организация самостоятельной работы обучающегося

№ темы	Вид самостоятельной работы
1	*2*
1-5	Изучение литературы по искусственным нейронным сетям и методам анализа данных.
2	Самостоятельное задание: компьютерная реализация алгоритмов обучения двухслойной нейронной сети для задачи бинарной классификации. Выбор оптимальной архитектуры. Подготовка к экзамену.
3	Самостоятельное задание: компьютерная реализация обратного метода случайных отключений нейронов в задаче классификации на k непересекающихся классов. Обучение нейронной сети с L2-регуляризацией. Сравнение кривых обучения. Подготовка к экзамену.
4	Самостоятельное задание: построение сверточной нейронной сети для задачи распознавания цифр на фотографиях зданий. Добавление регуляризации. Применение шумоподавляющих автокодировщиков для улучшения качества предсказаний. Подготовка к экзамену.
5	Самостоятельное задание: построение рекуррентных нейронных сетей для задачи проставления меток к текстовым документам. Сравнение качества моделей LSTM и GRU. Подготовка к экзамену.

Каждый вид СРО, указанный в таблице 7.2.1 обеспечен методическими материалами.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «*Интеллектуальный анализ данных*» используются как традиционные образовательные технологии, так и технологии, предусматривающие активные и интерактивные методы обучения.

Все практические занятия проводятся в компьютерной аудитории в форме выполнения расчетно-графических работ. Активно используются обсуждения вариантов постановки задач, методов решения, возможных

подходов к их компьютерной реализации. Совместно с обучающимися разрабатывается пошаговый план решения поставленной задачи. Решение *ИЗК* (индивидуальное задание, выполняемое на компьютере) реализуется средствами Wolfram Mathematica и Python.

Проводится обсуждение адекватности вариантов полученного решения. Проводится совместное обсуждение корректности и возможности применения метода к другим практическим задачам.

9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Таблица 9.1.1 – Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Основная/ дополнительная литература	Книгообеспеченность	
		Кол-во. экз. в библ. СПбГЭУ	Электронные ресурсы
1. Бессмертный И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие . — 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 157 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
2. Бессмертный И.А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум / И.А. Бессмертный, А.Б. Нугуманова, А.В. Платонов. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 243 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
3. Новиков Ф.А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие . — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 278 с.	дополнительная	–	ЭБС Юрайт
4. Бринк Х. Машинное обучение / Х. Бринк, Д. Ричардс, М. Феверолф. — Электрон. дан. — СПб : Питер, 2017. — 336 с.	дополнительная	–	ЭБС Айбукс
5. Плас, Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение . — Электрон. дан. — СПб: Питер, 2018. — 576 с.	дополнительная	–	ЭБС Айбукс

Таблица 9.1.2 – Перечень современных профессиональных баз данных (СПБД)

№	Наименование СПБД
1	Электронная библиотека Grebennikon.ru – www.grebennikon.ru
2	Научная электронная библиотека eLIBRARRY – www.elibrary.ru

3	Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru
4	База данных ПОЛПРЕД Справочники – www.polpred.com
5	База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary – www.oecd-ilibrary.org

Таблица 9.1.3 – Перечень информационных справочных систем (ИСС)

№	Наименование ИСС
1	Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.consultant.ru)
2	Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.garant.ru)
3	Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.kodeks.ru)
4	Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru
5	Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru
6	Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – www.znanium.com
7	Электронная библиотека СПбГЭУ– opac.unecon.ru

9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица 9.2.1 – Перечень программного обеспечения.

Наименование ПО
Microsoft Windows Professional 10 (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
MS Office 2019 (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
Wolfram Mathematica 12 (№328/20 от 20.08.2020)
R for Windows 3.4.2 (freeware)
Python 3.7.4 (freeware)
Oracle VM VirtualBox (freeware)
Rstudio (бесплатно для обучения)
IBM SPSS 23 (Лицензионный договор № 20140905-1 от 05.09.2014)
GretL (freeware)
EViews 10 (Контракт № 282/19 От 12 июля 2019 г.)
Deductor Academic (Соглашение о сотрудничестве №187/19 18.09.2019)
Anylogic PLE 8.3.2 (бесплатно для начинающих и студентов)
1С 8.3.15.1565 (Рег. Номер - 8922985, 8922986, 9334150, 9334398, 9334400, 8972343, 9985501)
SQL SERVER 2017 EXPRESS (Договор Tr000162172 от 31 05 2017)
Bizagi modeler
SQL Server Management Studio 18.4 (freeware)
Busines studio 4
JetBrains PyCharm Community Edition (Reference No*: D371552136 Date of Issue: September 20, 2019)

10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

11.ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом и является приложением к рабочей программе дисциплины.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
образовательной программы направления подготовки 38.03.01 «Экономика»
направленность «Математическое моделирование и анализ данных в экономике»
уровень - бакалавриат

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание номер и дата распорядительного документа о внесении изменения)	Подпись заведующего кафедрой
1				
2				