



Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 05.10.2023 14:33:47
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:
Руководитель ООП:

А.В. Язенин
2022 г.


Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ

Направление подготовки

02.04.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направленность (профиль)

Информационные технологии в управлении и принятии решений

Для студентов 1 курса

очная форма

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Солдатенко И.С.

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является:

Формирование у студентов компетенций в области искусственного интеллекта, машинного обучения, основанного на глубоких нейронных сетях.

Формирование у студентов навыков и получения опыта решения прикладных задач с использованием глубокого обучения на примере компьютерного зрения.

Задачами освоения дисциплины являются:

- 1) изучение основных направлений компьютерного зрения и обработки изображений;
- 2) формирование комплексных знаний о компьютерном зрении и обработке изображений;
- 3) изучение современных подходов к построению архитектур глубоких нейронных сетей, регуляризации и методов оптимизации при обучении глубоких моделей, рекуррентных сетей;
- 4) приобретение навыков разработки алгоритмических и программных решений в области задач компьютерного зрения и обработки изображений;
- 5) приобретение навыков работы с библиотеками для решения задач компьютерного зрения и обработки изображений.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина является элективной в части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания и навыки, полученные в рамках обучения в бакалавриате по дисциплинам «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы оптимизации и исследование операций», «Алгебра и геометрия», «Практикум на ЭВМ».

Полученные знания в последующем используются при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей трудовой деятельности.

3. Объем дисциплины:

5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

- **контактная аудиторная работа:**
практических занятий 32 часа;
- **контактная внеаудиторная работа,** в том числе курсовая работа:
не предусмотрена учебным планом;
- **самостоятельная работа:**
148 час, в том числе контроль 27 часов.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов
ПК-1 Способен владеть общенаучными знаниями в области математических, естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий и методов искусственного интеллекта	ПК-1.1 Применяет полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решает стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности ПК-1.2 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:
экзамен в 2-м семестре.

6. Язык преподавания русский.

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

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятел ьная работа, в том числе Контроль (час.)	
		Практические занятия			Контроль самостояте льной работы (в том числе курсовая работа)
		всего	в т.ч. практическая подготовка		
1. Введение в глубокое обучение в компьютерном зрении Постановка задачи. История компьютерного зрения и глубокого обучения.	20	4	0	16	
2. Классификация изображений Обучение с учителем. Семантический разрыв. К-ближайших соседей. Решающие границы. Метрики расстояний. Гиперпараметры. Учебная, проверочная, тестовая выборки. Перекрестная проверка. Универсальный аппроксиматор. Проклятье размерности.	20	4	0	16	
3. Линейные классификаторы Параметрический подход. Линейный классификатор. Интерпретации линейного классификатора. Оценки классов. Функция потерь. Потеря перекрестной энтропии. Потеря мультиклассовой SVM.	20	4	0	16	
4. Регуляризация. Оптимизация Переобучение модели. L1 и L2 регуляризации. Методы оптимизации. Метод градиентного спуска. Пакетный и стохастический градиентный спуск. Проблемы SGD. Инерционный SGD. Инерция Нестерова. Адаптивный градиент AdaGrad. Метод RMSProp. Метод Adam. Оптимизация второго порядка.	18	2	0	16	

<p>5. Нейронные сети прямого распространения Преобразование признаков. Рукотворные признаки изображений vs нейронные сети. Однослойный и многослойные персептрон. Матричная форма записи. Функции активации. Выразительная сила нейронной сети. Универсальный аппроксиматор.</p>	20	4	0		16
<p>6. Метод обратного распространения ошибки Цепное правило. Граф вычислений. Обратное распространение на основе графа вычислений. Основные шаблоны в потоке градиентов. Плоская и модульная реализация алгоритма. Векторное обратное распространение. Матрицы Якоби. Тензоры. Тензорное обратное распространение.</p>	20	4	0		16
<p>7. Сверточные нейронные сети Сверточный слой. Фильтры, карты активаций. Интерпретация сверток. Слой подвыборки (пулинга). Пример сети LeNet-5. Пакетная нормализация. Послойная нормализация. Пространственная нормализация. Примеры архитектур сетей: AlexNet, VGG, GoogLeNet, ResNet.</p>	20	4	0		16
<p>8. Обучение глубоких нейронных сетей Функции активации: сигмоида, гиперболический тангенс, ReLU, протекающий ReLU, ELU, SELU, GELU. Предобработка данных: центрирование, нормализация, отбеливание. Инициализация весов: инициализация Ксавье, инициализация Кайминга. Дропаут. Инвертированный дропаут. Аугментация данных. Другие типы регуляризации. Расписание затухания скорости обучения. Методы поиска гиперпараметров. Анализ кривых обучения. Ансамбли моделей. Трансферное обучение.</p>	20	4	0		16

9. Фреймворк PyTorch Тензоры. Библиотека AutoGrad. Модули. Статический vs динамический графы обучения.	22	2	0	20
ИТОГО	180	32	0	148

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Введение в глубокое обучение в компьютерном зрении	<ul style="list-style-type: none"> • лекция, • практическая работа, • выполнение домашнего проектного задания 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • компьютерные (показ презентаций) • проектный подход, • исследовательская работа
2. Классификация изображений		
3. Линейные классификаторы		
4. Регуляризация. Оптимизация		
5. Нейронные сети прямого распространения		
6. Метод обратного распространения ошибки		
7. Сверточные нейронные сети		
8. Обучение глубоких нейронных сетей		
9. Фреймворк PyTorch		

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенций:

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

№	Результат (индикатор)	Примерная формулировка заданий	Вид/способ	Критерии оценивания
1	УК-1.1 УК-1.4	<p>Проектное задание</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Реализовать классификатор K-ближайших соседей на датасете CIFAR-10. 2. Используя перекрестную проверку, найти наилучшее значение гиперпараметра K. 3. Визуализировать результат <p>Проект выполняется в питоновском ноутбуке.</p>	<p>вид: творческое, проектное задание</p> <p>результаты: отчет, компьютерная программа</p>	<ul style="list-style-type: none"> • все задания выполнены полностью: 5 баллов, • не выполнена визуализация: 4 балла, • не найдено оптимальное значение гиперпараметра или найдено без

				использования перекрестной проверки: 3 балла
2	УК-1.1 УК-1.4	<p>Примеры вопросов для устного ответа:</p> <p>1. Что из следующего верно в отношении дропаута?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Во время тестирования (вывода) дропаут применяется с обратной вероятностью сохранения нейрона p • Ни один из вышеперечисленных вариантов • Чем больше вероятность сохранения нейрона, тем сильнее регуляризация весов • Дропаут приводит к разреженности обученной матрицы весов (много нулей) <p>2. Во время обратного распространения, когда градиент течет назад через сигмовидную нелинейность, градиент всегда будет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • уменьшаться по модулю, сохранять знак • увеличиваться по модулю, менять знак • увеличиваться по модулю, сохранять знак • уменьшаться по модулю, менять знак <p>3. Выберите методы, которые могут ослабить взрыв градиента:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ использование обходных соединений (residual connections) ○ использование обрезки градиента (gradient clipping) ○ добавление пакетной нормализации ○ использование функции активации ReLU вместо сигмоиды 	<p>вид: ответы на вопросы</p> <p>способ: устно</p>	Правильный ответ на каждый вопрос – 0.5 балла.

ПК-1 Способен владеть общенаучными знаниями в области математических, естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий и методов искусственного интеллекта

№	Результат (индикатор)	Примерная формулировка заданий	Вид/способ	Критерии оценивания
1	ПК-1.1 ПК-1.2	<p>Проектное задание</p> <p>1. Реализовать полностью векторизованную функцию потерь для SVM</p> <p>2. Реализовать полностью векторизованное выражение для его</p>	<p>вид: творческое, проектное задание</p> <p>результаты: отчет,</p>	<ul style="list-style-type: none"> • все задания выполнены полностью: 5 баллов, • не выполнена визуализация: 4 балла,

		<p>аналитического градиента</p> <p>3. Проверить свою реализацию градиента с помощью числового градиента</p> <p>4. Использовать валидационную выборку, чтобы подобрать скорость обучения и силу регуляризации</p> <p>5. Оптимизировать функцию потерь с помощью SGD</p> <p>6. Визуализировать веса обученной модели</p> <p>Проект выполняется в питоновском ноутбуке.</p>	компьютерная программа	<ul style="list-style-type: none"> не найдено оптимальное значение гиперпараметров или найдено без использования валидационной выборки: 3 балла
2	ПК-1.1 ПК-1.2	<p>Примеры вопросов для письменного ответа:</p> <p>Вы создаете глубокую сверточную нейронную сеть, имеющую модульную архитектуру. Пусть ваша сеть состоит из трех идентичных модулей, каждый из которых включает в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> сверточный слой, слой max-пулинга, слой ReLU. <p>Все слои пулинга будут иметь шаг 2 и высоту/ширину 2.</p> <p>На основе данных ниже гиперпараметров сверточных слоев определите форму выходных данных, получаемых после прохождения одного изображения формы $126 \times 126 \times 3$ (формат HxWxC) через всю сеть, а также количество параметров во всей сети.</p> <p>Сверточные слои имеют 64 фильтра размером 3x3, шагом 1, паддингом 0.</p> <p>Укажите форму выходных данных сети: H x W x C и количество параметров сети.</p>	<p>вид: ответы на вопросы</p> <p>способ: письменно</p>	Правильный ответ на каждый вопрос – 0.5 балла

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Яхьяева, Г.Э. Основы теории нейронных сетей / Г.Э. Яхьяева. - 2-е изд., испр. - Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 200 с.: ил. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-818-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429110>.

2. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва: ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107901>

б) Дополнительная литература

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016. [Electronic resource]. – URL: <https://www.deeplearningbook.org>
2. Дэвис Р., Терк М. Компьютерное зрение. Передовые методы и глубокое обучение. – М.: ДМК-Пресс, 2022. – 690 с.
3. Шапиро, Л. Компьютерное зрение: учебное пособие / Л. Шапиро, Д. Стокман; под редакцией С. М. Соколова; перевод с английского А. А. Богуславского. — 4-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 763 с. — ISBN 978-5-00101-696-0. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135496>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение:

- MS Windows 10 Enterprise
- Microsoft Office профессиональный плюс 2013
- MS Visual Studio Ultimate 2013 с обновлением 4

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

- Python 3.4.3
- Python 3.4 numpy-1.9.2

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Электронная образовательная среда ТвГУ: <http://lms.tversu.ru>
- Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по

выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

1. Работа с учебными пособиями.

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем.

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

3. Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

4. Составление конспектов.

В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания используются схемы и таблицы.

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 212 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок,	Набор учебной мебели, мультимедийный комплекс (доска, проектор, панель управления).
--	---

д.35)	
Учебная аудитория № 206 (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.

Для самостоятельной работы

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс факультета ПМиК № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
--	---

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			