

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры


« 17 » мая 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


« 17 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Глубокое обучение

Направление подготовки

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность программы

Интеллектуальный анализ данных и процессов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 918
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 20__ году.

Составители: к.т.н.  (П.С. Кабелянц)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 14 » мая 20 21 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н, доцент  (В.М.Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

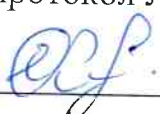
Рабочая программа согласована на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 14 » мая 20 21 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н, доцент  (В.М.Поляков)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 17 » мая 20 21 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
	ПК-2 Способен к разработке и сопровождению программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов	ПКВ-2.1. Знать принципы и методики создания интеллектуальных систем	Знания
		ПКВ-2.2. Уметь осуществлять организационное и технологическое обеспечение разработки программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов	Умения
		ПКВ-2.3. Владеть навыками разработки инструментов и методов анализа программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов	Навыки

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПКВ-2

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Технологии искусственного интеллекта
2.	Машинное обучение
3.	Цифровая обработка сигналов
4.	Глубокое обучение
5.	Нейронные сети и системы
6.	Нечеткое моделирование
7.	Системы поддержки принятия решений
8.	Основы семантического анализа
9.	Проектное обучение
10.	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика
11.	Производственная преддипломная практика
12.	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часа.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55

лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ¹	4	4
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	125	125
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа по подготовке к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	125	125
Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ²
1	<p>Введение в глубокое обучение.</p> <p>Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, кластеризация. Примеры прикладных задач. Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, перекрестная проверка.</p> <p>Основная модель нейронной сети и градиентные методы. Линейный классификатор, непрерывные</p>	2		4	16

	аппроксимации пороговой функции потерь. Описание функций многих переменных с помощью функций от одной переменной: теоремы Колмогорова, Стоуна и т.п. Метод стохастического среднего градиента SAG. Базовая архитектура нейронных сетей. Особенности и преимущества многослойных сетей. Имитация базового машинного обучения с помощью мелких моделей.				
2	Сверточные нейронные сети Свёртка и субдискретизация. Устройство слоя свёрточной нейронной сети. Виды свёртки: Group Convolutions, Depth-wise separable convolution. Основные архитектуры свёрточных сетей: LeNet, AlexNet, VGG, GoogLeNet, ResNet, Inception-v4, SENet, Network in Network, Deep Networks with Stochastic Depth, FractalNet, ResNeXt и другие.	3		6	16
3	Рекуррентные нейронные сети. Применение к обработке текста. Нейронные сети с временной задержкой. Распространение ошибки с блоком RNN. Архитектура LSTM. Различные архитектуры с «долгой памятью». Сверточные и рекуррентные сети для обработки текстов.	2		6	16
4	Глубокое обучение с подкреплением. Байесовские сети и порождающие модели. Состязательные сети и автокодировщики, построенные на архитектуре состязательных сетей. Обучение с подкреплением. Марковские процессы принятия решений.	3		4	16
5	Глубокие порождающие модели Машины Больцмана: ограниченные и сверточные. Глубокие сети доверия.	2		4	12
6	Нейробайесовские методы классификации. EM-алгоритм и нейронные сети. Вариационный автокодировщик. Байесовские сети и дропаут.	1		2	16
7	Применения глубокого обучения в компьютерном зрении и в машинном переводе. Сверточные сети и распознавание изображений. Выделение объектов. Слежение за объектами. Использование «онлайнного» обучения. Языковые модели, генерирование текстов и машинный перевод.	3		6	16
8	Проблемные исследования по глубокому обучению. Анализ медленных признаков и разреженное кодирование. Проблемы переобучения и выбор регуляризации. Предобучение данных.	1		2	17
	ВСЕГО	17		34	125

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий
Учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
семестр №3				
1	Введение в глубокое обучение.	Простейшая нейросеть – 1 нейрон. Функции активации (линейная, пороговая, сигмоида, гиперболический тангенс, softmax, LeakyReLU, ELU, Maxout). Функциональная выразимость нейрона. Теорема об универсальной аппроксимации. Сеть прямого распространения. Обучение. Функции ошибки. Производные на компьютере. Проблема затухания градиента. Обратное распространение градиента.	4	8
2	Сверточные нейронные сети	Реализация свёртки. Разреженные взаимодействия (sparse interactions). Pooling (агрегация, субдискретизация / subsampling).	6	12
3	Рекуррентные нейронные сети. Применение к обработке текста.	RNN (базовый блок). RNN: обучение. RNN: как решать задачи классификации. LSTM. Забывающий гейт. Входной гейт. Обновление состояния. Выходной гейт. Двухнаправленные RNN. Глубокие двухнаправленные RNN. Многонаправленные RNN. Рекурсивные нейронные сети. Особенности регуляризации в RNN. Интерпретация LSTM. Применение RNN.	6	8
4	Глубокое обучение с подкреплением.	Реакция «среды» и обучение с подкреплением. Градиент по стратегиям.	4	8
5	Глубокие порождающие модели	Обучение ограниченных и глубоких машин Больцмана.	4	8
6	Нейробайесовские методы классификации.	Алгоритм EM и вариационные приближения.	2	4
7	Применения глубокого обучения в компьютерном зрении и в машинном переводе.	Задачи с изображениями: Классификация, Локализация, Детектирование, Сегментация. Моделирование языка. Параметрическое оценивание. Немарковские модели. RNN-моделирование языка. Подходы к генерированию.	6	12
8	Проблемные исследования по глубокому обучению.	Алгоритм имитации отжига. Реализация генетического алгоритма с вещественным кодированием.	2	4
ИТОГО:			34	64

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.

4.5. Содержание расчетно-графического задания,

индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрены.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2 Способен к разработке и сопровождению программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Знать принципы и методики создания интеллектуальных систем	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен
ПК-2.2. Уметь осуществлять организационное и технологическое обеспечение разработки программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов	Защита лабораторной работы
ПК-2.3. Владеть навыками разработки инструментов и методов анализа программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в глубокое обучение.	Определение метрики. Виды метрик. Постановки задач классификации и кластеризации. Выбор функционала качества классификации. Метод классификации с помощью «ближайших соседей» и его обобщения. Подбор числа соседей по критерию перекрестной проверки. Алгоритм иерархической кластеризации. Алгоритм K-средних и его модификации.
2	Сверточные нейронные сети	Случай линейного разделения данных на классы. Понятие опорного вектора. Классификация с помощью опорных векторов в случае линейного разделения данных и алгоритм для нелинейного случая. Алгоритм классификации с помощью нейронных сетей.
3	Рекуррентные нейронные сети. Применение к обработке	Метод главных компонент и редукция данных. Алгоритмы сглаживания временных рядов. Регрессия и авторегрессия.

	текста.	
4	Глубокое обучение с подкреплением.	Оценка распределения признаков в классах с помощью байесовского подхода. Вывод дискриминантной функции классификации в случае нормальных распределений классов. Логистическая регрессия.
5	Глубокие порождающие модели	Алгоритм разбиения области значений признака на информативные зоны. Решающие списки и деревья. Жадный алгоритм синтеза списка.
6	Нейробайесовские методы классификации.	Алгоритм обучения коэффициентов комбинаций классификаторов и параметров композиций классификаторов. Алгоритмы AdaBoost и AnyBoost. Голосование по большинству. Голосование по старшинству.
7	Применения глубокого обучения в компьютерном зрении и в машинном переводе.	Алгоритм бэггинга и метод случайных подпространств. Последовательный метод и иерархический методы построения смеси алгоритмов классификации.
8	Проблемные исследования по глубокому обучению.	Композиции решающих деревьев. Случайный выбор признаков в вершинах деревьев. Уменьшение корреляции между собой базовых алгоритмов-деревьев классификации. Алгоритм ПейджРанк. Ранговая классификация.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблицах.

1. Компетенция ПК-2. Способен к разработке и сопровождению программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Типовые контрольные задания для текущего контроля
Знать принципы и методики создания интеллектуальных систем	Вопросы при защите лабораторной работы: - метрики (еклидова Махаланобиса, Хемминга и др.); расстояние между классами (внутриклассовое и междуклассовое расстояния); функционалы качества классификации; - архитектуры нейронных сетей; - методы построения обучаемых композиций

	классификаторов; - методы решения проблемы переобучения; - коллаборативная фильтрация.
Уметь осуществлять организационное и технологическое обеспечение разработки программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов	Вопросы при защите лабораторной работы: - представление больших данных, разбиение данных на обучающую и тестовую выборку; - использование параллельных вычислений в алгоритмах машинного обучения; - оценивание качества разработки интеллектуальной системы.
Владеть навыками разработки инструментов и методов анализа программно-информационных систем интеллектуального анализа данных и процессов	Вопросы при защите лабораторной работы: - предварительная обработка данных, выявление выбросов, редукция данных, восстановление потерянных данных; - интерфейс основных библиотек машинного обучения, особенности их настройки; – особенности программирования систем машинного обучения.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание основных терминов, понятий, структур
	Объем усвоенного материала
	Полнота ответов на поставленные вопросы
	Четкость изложения ответов на вопросы
Умения	Умение полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе
	Умение дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей
	Умение разработать алгоритм по поставленному заданию
Навыки	Навык самостоятельной разработки приложения
	Навык работы с известными библиотеками глубокого обучения
	Навык правильности выбора алгоритма глубокого обучения

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание основных терминов, понятий, структур	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем усвоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов	Не дает ответы на большинство	Дает полные, развернутые ответы на

на поставленные вопросы	вопросов	поставленные вопросы
Четкость изложения ответов на вопросы	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Способность полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе	Не способен ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе	Способен полно ответить на поставленный вопрос по лабораторной работе
Умение дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей	Не умеет дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей	Умеет самостоятельно дополнить и изменить свою программу в соответствии с поставленной задачей
Умение разработать алгоритм по поставленному заданию	Не умеет разработать алгоритм по поставленному заданию	Умеет самостоятельно разработать алгоритм по поставленному заданию

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Навык самостоятельной разработки приложения	Не способен самостоятельно разработать приложение	Способен самостоятельно разработать приложение
Навык работы с известными библиотеками глубокого обучения	Не имеет навыка работы с известными библиотеками глубокого обучения	Имеет твердые навыки работы с известными библиотеками глубокого обучения
Навык правильности выбора алгоритма машинного обучения	Не способен правильно выбрать алгоритм машинного обучения	Способен правильно выбрать алгоритм машинного обучения

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Python 3.7 (CPython)	Свободно распространяемое ПО
2	Anaconda (дистрибутив Python)	Свободно распространяемое ПО
3	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО
6	Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio	Подписка Microsoft Imagine Premium id: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c.

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Аггарвал Ч. Нейронные сети и глубокое обучение: учебный курс. - СПб. : ООО "Диалектика", 2020. - 752 с.
2. Николенко С. И., Кадуринов А. А., Архангельская Е. О. Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 480 с.
3. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение. — М. : ДМК-Пресс, 2018. — 652 с.
4. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. — СПб.: Питер, 2018. — 400 с.
5. Паттерсон Дж., Гибсон А. Глубокое обучение с точки зрения практика. – М. : ДМК-Пресс, 2018. — 418 с.
6. Микелуччи У. Прикладное глубокое обучение. Подход к пониманию глубоких нейронных сетей на основе метода кейсов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 368 с.
7. Гласснер Э. Глубокое обучение без математики. – М: ДМК Пресс, 2019. – 578 с.
8. Траск Э. Грожаем глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2019. – 352 с.
9. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.
10. Andrew Ng. Machine Learning Yearning. [Электронный ресурс] — Электрон. текстовые данные. (доступ свободный: <http://www.mlyearning.org/>)

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных,

информационно-справочных систем

1. Информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных, профессора МФТИ, д.ф.-м.н. Воронцова К.В. - <http://www.machinelearning.ru>
2. Блог профессора МГУ, д.ф.-м.н. Дьяконова А.Г. - <https://dyakonov.org>

6. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год без изменений

Протокол № _____ заседания кафедры от «_»_____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ (Поляков В.М.)
подпись, ФИО

Директор института _____ (Белоусов А.В.)
подпись, ФИО