

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
А. И. Елкин  
« 31 » 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИИ»**

**направление подготовки / специальность**

**13.03.03 – энергетическое машиностроение**

**направленность (профиль) подготовки**

**Двигатели внутреннего сгорания**

г. Владимир

Год  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Искусственный интеллект в энергомашиностроении» является овладение студентами основными методами теории интеллектуальных систем, приобретение навыков по использованию интеллектуальных систем, изучение основных методов представления знаний и моделирования рассуждений.

Задачи: помочь студентам овладеть навыками и знаниями в области искусственного интеллекта.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Искусственный интеллект в энергомашиностроении» относится к обязательной части структуры программы бакалавриата.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Знает современные методы исследования, оценивания и представления результатов выполненной работы. ОПК-2.2. Умеет использовать соответствующие-современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы. ОПК-2.3. Владеет соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для представления результатов выполненной работы при решении профессиональных задач.	<b>Знает</b> методы разработки алгоритмов и программного обеспечения в рамках систем искусственного интеллекта. <b>Умеет</b> настраивать необходимое окружение для работы с нейронными сетями. <b>Владеет</b> навыком использования существующих программных библиотек и моделей, создания программных реализаций глубоких нейронных сетей.	Зачет

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Обзор технологий искусственного интеллекта	7	1-2	4	4			2	
2.	Нейронные сети обратного распространения	7	3-4	4	4	4		2	
3.	Рекуррентные нейронные сети	7	5-6	4	4			2	Рейтинг-контроль №1
4.	Сверточные нейронные сети	7	7-8	4	4			2	
5.	Аппаратные средства реализации нейронных сетей	7	9-10	4	4			2	
6.	Использование TensorFlow для построения и обучения нейронных сетей	7	11-12	4	4	4		2	Рейтинг-контроль №2
7.	Прикладные аспекты использования нейронных сетей в энергомашиностроении	7	13-14	4	4	4		2	
8.	Генетические алгоритмы	7	15-16	4	4	2		2	
9.	Использование технологий искусственного интеллекта в процессе проектирования узлов, агрегатов и систем объектов энергомашиностроения.	7	17-18	4	4	4		2	Рейтинг-контроль №3
Всего за 7 семестр:				36	36	18		18	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				36	36	18		18	Зачет

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Раздел 1. Обзор технологий искусственного интеллекта

Содержание темы: История создания систем искусственного интеллекта; системы логического вывода; экспертные системы; системы нечеткой логики; языки программирования систем искусственного интеллекта: Lisp и Prolog; машинное обучение и большие данные; современные тенденции развития систем искусственного интеллекта.

### Раздел 2. Нейронные сети обратного распространения

Содержание темы: Естественные нейронные сети; нейрон и его строение: аксоны и синапсы; искусственный нейрон: математические основы построения; нормализация; передаточная функция; процессы обучения: обучение с учителем, обучение с подкреплением, обучение без учителя; ошибка обучения; алгоритм обратного распространения ошибки; представление функционирования искусственного нейрона в матричной форме; задачи классификации и искусственные нейронные сети, персептрон.

### Раздел 3. Рекуррентные нейронные сети

Содержание темы: Анализ и прогнозирование временных рядов; рекуррентные нейронные сети, нейроны GRU и LSTM; особенности обучения рекуррентных нейронных сетей; области применения рекуррентных нейронных сетей; ограничения, накладываемые архитектурой рекуррентных нейронных сетей.

### Раздел 4. Сверточные нейронные сети

Содержание темы: Операция свёртки и ее применение для поиска и выделения особенностей входных данных; слой свертки, слой активации, слой субдискретизации; архитектура сверточных нейронных сетей; использование сверточных нейронных сетей для задач распознавания образов и сегментации изображений; подготовка данных для обучения сверточных нейронных сетей, разметка изображений; использование сверточных нейронных сетей для синтеза визуальной информации; применение сверточных нейронных сетей в задачах обработки естественного языка.

### Раздел 5. Аппаратные средства реализации нейронных сетей

Содержание темы: Исторический обзор способов аппаратной реализации искусственных нейронных сетей: модель искусственного нейрона на базе аналоговых полупроводников; цифровые аппаратные средства поддержки функционирования искусственных нейронных сетей; массивно-параллельные вычисления с использованием графических ускорителей, технологии CUDA и OpenCL; использование Intel One API для построения и обучения искусственных нейронных сетей; Intel Compute Stick и Nvidia Jetson в решении задач искусственного интеллекта.

### Раздел 6. Использование TensorFlow для построения и обучения нейронных сетей

Содержание темы: TensorFlow и Keras – описание возможностей; базовые сведения о языке программирования Python и библиотеке Numpy; подготовка данных, обучающая и контрольная выборки; создание нейронных сетей, входные и выходные слои, типы промежуточных слоев и возможные их комбинации; определение параметров процесса обучения; обучение и работа нейронной сети; сохранение и загрузка обученных нейронных сетей; инструменты TensorFlow для контроля процесса обучения и работы искусственных нейронных сетей; общедоступные наборы данных для обучения и тестирования нейронных сетей.

Раздел 7. Прикладные аспекты использования нейронных сетей в энергомашиностроении

Содержание темы: Нейронные сети в энергомашиностроении – история применения, проблемы и перспективы; использование искусственных нейронных сетей для прогнозирования показателей двигателей внутреннего сгорания на ранних этапах проектирования; использование нейронных сетей для синтеза всережимного и двухрежимного регулятора дизеля; прогнозирование режима работы дизель-генератора с

использованием нейронных сетей; нейронные сети в решении задач обеспечения безопасности производства в энергомашиностроении.

#### Раздел 8. Генетические алгоритмы

Содержание темы: Математические основы генетических алгоритмов; области применения генетических алгоритмов; реализация генетических алгоритмов на языке Python, библиотека `sklearn-dear` и основы ее применения.

Раздел 9. Использование технологий искусственного интеллекта в процессе проектирования узлов, агрегатов и систем объектов энергомашиностроения.

Содержание темы: Задачи и методы оптимизации – симплекс-оптимизация и поиск глобальных и локальных экстремумов; сравнительный анализ особенностей применения статистических методов и технологий искусственного интеллекта в задачах оптимизации; применение искусственных нейронных сетей и генетических алгоритмов в задачах оптимизации параметров узлов, агрегатов и систем объектов энергомашиностроения; снижение материалоемкости элементов конструкции двигателя с использованием технологий искусственного интеллекта; определение оптимального сочетания параметров процесса топливоподачи дизеля по критериям экологичности и экономичности.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

#### Раздел 1. Обзор технологий искусственного интеллекта

Содержание темы: Алгебра логики и исчисление предикатов; минимизация логических функций, матрица Карно.

#### Раздел 2. Нейронные сети обратного распространения

Содержание темы: Персептрон и его свойства; свойства многослойных нейронных сетей обратного распространения в решении задач классификации.

#### Раздел 3. Рекуррентные нейронные сети

Содержание темы: Краткосрочное и среднесрочное прогнозирование с использованием LSTM рекуррентных нейронных сетей.

#### Раздел 4. Сверточные нейронные сети

Содержание темы: Выделение объектов на изображении с использованием RCNN; препарирование набора данных для дообучения RCNN.

#### Раздел 5. Аппаратные средства реализации нейронных сетей

Содержание темы: Использование технологии CUDA при построении и обучении искусственных нейронных сетей.

#### Раздел 6. Использование TensorFlow для построения и обучения нейронных сетей

Содержание темы: Построение и обучение многослойной сети обратного распространения с помощью TensorFlow; контроль процесса обучения нейронной сети с помощью TensorBoard.

Раздел 7. Прикладные аспекты использования нейронных сетей в энергомашиностроении

Содержание темы: Прогнозирование показателей двигателей внутреннего сгорания на ранних этапах проектирования; моделирование всережимного регулятора на базе нейронной сети.

#### Раздел 8. Генетические алгоритмы

Содержание темы: Использование генетических алгоритмов для поиска глобального максимума/минимума функции.

Раздел 9. Использование технологий искусственного интеллекта в процессе проектирования узлов, агрегатов и систем объектов энергомашиностроения.

Содержание темы: Оптимизация конструкции по заданным критериям с использованием генетических алгоритмов.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

## Раздел 2. Нейронные сети обратного распространения

Содержание темы: Распознавание показаний семисегментного индикатора с помощью персептрона.

## Раздел 6. Использование TensorFlow для построения и обучения нейронных сетей

Содержание темы: Система оповещения о присутствии человека в опасной зоне на основе Mask-RCNN.

Раздел 7. Прикладные аспекты использования нейронных сетей в энергомашиностроении

Содержание темы: Прогнозирование показателей расхода топлива легкового автомобиля с помощью многослойной нейронной сети обратного распространения.

## Раздел 8. Генетические алгоритмы

Содержание темы: Поиск глобального максимума многомерной функции с помощью генетических алгоритмов.

Раздел 9. Использование технологий искусственного интеллекта в процессе проектирования узлов, агрегатов и систем объектов энергомашиностроения.

Содержание темы: Уменьшение материалоемкости кронштейна крепления фильтра тонкой очистки топлива дизеля с использованием генетических алгоритмов.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Базы знаний и экспертные системы, принципы построения.
2. В чем заключается отличие языков искусственного интеллекта от обычных языков программирования?
3. Основные тренды развития систем искусственного интеллекта.
4. Строение нейрона и его представление в составе искусственных нейронных сетей.
5. Нормализация обучающей и контрольной выборки.
6. Виды функций активации и их производных.
7. Этапы процесса обучения нейронной сети обратного распространения.
8. Структура нейронной сети обратного распространения.
9. Ограничения присущие нейронным сетям обратного распространения.
10. Особенности строения базового нейрона рекуррентной нейронной сети.
11. Особенности строения GRU нейрона рекуррентной нейронной сети.
12. Особенности строения LSTM нейрона рекуррентной нейронной сети.
13. Прогнозирование временных рядов с помощью рекуррентных нейронных сетей.
14. Подготовка обучающей выборки для обучения нейронной сети.
15. Подготовка контрольной выборки для обучения нейронной сети.

#### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Какие задачи решаются с помощью сверточных нейронных сетей?
2. Архитектура сверточных нейронных сетей.
3. Операция свертки, ядро свертки.
4. Сверточный слой.

5. Активационный слой.
6. Слой субдискретизации.
7. Подготовка данных для обучения сверточных нейронных сетей.
8. Особенности применения графических ускорителей для обучения нейронных сетей.
9. Применение Intel Compute Stick.
10. Особенности архитектуры Nvidia Jetson.
11. Применение Intel One API для построения нейронных сетей.
12. Структура программы для создания и обучения нейронной сети с использованием TensorFlow.
13. Сохранение обученной нейронной сети в TensorFlow.
14. Нормализация обучающей выборки в TensorFlow.
15. Использование TensorBoard для контроля процесса обучения.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Прогнозирование показателей двигателей с использованием нейронных сетей.
2. Использование сверточных нейронных сетей в системах машинного зрения.
3. Генетические алгоритмы – начальная популяция.
4. Генетические алгоритмы – отбор.
5. Генетические алгоритмы – выбор родителей.
6. Генетические алгоритмы – размножение.
7. Генетические алгоритмы – мутации.
8. Ограничения, присущие генетическим алгоритмам.
9. Генетические алгоритмы в задачах поиска экстремумов.
10. Оптимизация процесса топливоподачи дизеля с помощью генетических алгоритмов.
11. Перспективы применения систем искусственного интеллекта в энергомашиностроении.
12. Сравните эффективность симплекс-оптимизации и генетических алгоритмов в задачах поиска экстремума.
13. Опишите принципы оптимизации конструкции узлов и агрегатов объектов силовых установок с помощью технологий искусственного интеллекта.
14. Принципы построения всережимного регулятора на базе нейронных сетей.
15. Принципы построения двухрежимного регулятора на базе нейронных сетей.

### **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет).**

#### **Контрольные вопросы к зачету**

1. Экспертные системы и базы знаний.
2. Большие данные и машинное обучение.
3. Язык программирования Prolog в решении задач искусственного интеллекта.
4. Персептрон: архитектура и принципы работы.
5. Многослойные нейронные сети обратного распространения.
6. Обучение без учителя.
7. Базовые рекуррентные нейронные сети.
8. GRU рекуррентные нейронные сети.
9. LSTM рекуррентные нейронные сети.
10. Сверточные нейронные сети.
11. Применение Mask-RCNN в системах машинного зрения.
12. Использование TensorFlow для построения нейронных сетей.
13. Использование TensorBoard для контроля обучения нейронных сетей.
14. Генетические алгоритмы.

15. Оптимизация конструкции энергетических установок с помощью технологий искусственного интеллекта.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа включает в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Материалы, используемые студентами при самостоятельной работе, перечислены в разделе 6. «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины».

#### Перечень рефератов для СРС

1. История развития систем искусственного интеллекта.
2. Этические аспекты использования систем искусственного интеллекта.
3. Обучение с учителем, обучение с подкреплением, обучение без учителя – возможности и ограничения.
4. Автономные транспортные средства: проблемы и перспективы.
5. Интеллектуальные системы управления: теория и практика.
6. Прогнозирование поведения сложных систем с помощью нейронных сетей.
7. Системы машинного обучения: сравнительный анализ эффективности.
8. Использование сверточных нейронных сетей в системах машинного зрения.
9. Особенности практической реализации генетических алгоритмов.
10. Анализ причин неисправностей электрических и электронных систем автомобилей и тракторов с использованием экспертных систем.
11. Языки программирования систем искусственного интеллекта: обзор возможностей и перспектив применения.
12. Сравнительный анализ библиотек машинного обучения.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Когнитивные процессы и искусственный интеллект: монография / Нарциссова С.Ю., Сиротин В.П., Куликова С.В., Архипова М.Ю., Воронкова Т.Н. – М.: Академия МНЭПУ. – 2020. – 271 с.	2020	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=44152123">https://elibrary.ru/item.asp?id=44152123</a>
2. Нейронные сети: учебные учебное пособие / Б. М. Кувшинов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 66 с.	2015	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=41214282">https://elibrary.ru/item.asp?id=41214282</a>
3. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – Москва : Горячая линия–Телеком, 2013. – 384 с. – ISBN 9785991203203	2013	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=21556269">https://elibrary.ru/item.asp?id=21556269</a>
Дополнительная литература		
1. Искусственный интеллект и имитации функций человека : Учебное пособие / Н. Б. Кобелев. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью издательство «КУРС», 2021. – 112 с. – ISBN	2021	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=45639748">https://elibrary.ru/item.asp?id=45639748</a>



9785907352117		
2. Самоорганизация и искусственный интеллект в группах автономных роботов: методология, теория, практика : Коллективная монография / Под редакцией О.Н. Граничина, С.Ф. Сергеева. – Санкт-Петербург : ООО "Издательство ВВМ", 2020. – 125 с. – ISBN 9785965108886	2020	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=42906791">https://elibrary.ru/item.asp?id=42906791</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Журнал «Высокие интеллектуальные технологии в науке и образовании»  
[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=64037](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=64037)
2. Журнал «Интеллект и технологии» [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=56183](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=56183)
3. Журнал «Интеллект. Инновации. Инвестиции»  
[https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=28823](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=28823)

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. <https://www.tensorflow.org>
2. <https://software.intel.com/content/www/us/en/develop/tools/oneapi.html#gs.c95zpx>
3. <https://developer.nvidia.com/cudnn>
4. <https://scikit-learn.org/stable/index.html>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия проводятся в ауд. 301-2, оснащенной проектором.

Практические занятия проводятся в ауд. 304-2, оснащенной проектором, компьютерами с установленным лицензионным программным обеспечением (MATLAB R2010b), доступом к сетевым ресурсам университета и интернет, демонстрационными и справочными материалами.

Лабораторные работы проводятся в ауд. 304-2, оснащенной проектором, компьютерами с установленным лицензионным программным обеспечением (MATLAB R2010b), доступом к сетевым ресурсам университета и интернет, демонстрационными и справочными материалами.

Самостоятельная работа студентов проводится в компьютерном классе кафедры - ауд. 304-2, оснащенной персональными компьютерами с установленным лицензионным программным обеспечением (MATLAB R2010b, Mathcad 14.0M011), доступом к сетевым ресурсам университета и интернет, необходимыми справочными материалами.

Рабочую программу составил  
к.т.н.

А. Ю. Абаляев

Рецензент

(представитель работодателя) специалист по сертификации АО «Камешковский механический завод», Владимирская область, г. Камешково  
д.т.н.

А. Р. Кульчицкий

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТДиЗУ  
Протокол № 1 от 31.08.21 года  
Заведующий кафедрой

А. Ю. Абаляев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.03 – энергетическое  
машиностроение  
Протокол № 1 от 31.08.21 года  
Председатель комиссии Председатель комиссии,  
д.т.н., профессор

А. Н. Гоц

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

*«Искусственный интеллект в энергомашиностроении»*

образовательной программы направления подготовки 13.03.03 – энергетическое машиностроение,

направленность: *двигатели внутреннего сгорания*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись**ФИО*