

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов»*

Инженерная академия

Инженерная академия
(факультет/институт/академия)

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning) / Искусственные нейронные
сети (обучение с подкреплением)

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность программы (профиль)

Баллистическое проектирование космических комплексов и систем

г. Москва,
2021

1. Цели и задачи дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning) / Искусственные нейронные сети (обучение с подкреплением)» являются изучение метода построения систем автоматического управления на основе искусственных нейронных сетей, освоение методов решения основных задач управления с использованием нейронных сетей.

Задачами дисциплины являются обучение студентов методам построения искусственных нейронных сетей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning) / Искусственные нейронные сети (обучение с подкреплением)» относится к дисциплинам вариативной компоненты обязательной части блока 1 учебного плана. Её изучение базируется на материале предшествующих дисциплин учебного плана, перечень которых представлен в таблице 1.

В таблице 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общекультурные компетенции			
	УК-1 Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)	
	УК-7 способность искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку	Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)	

	информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.		
Общепрофессиональные компетенции			
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности _____)			
	ПК-2 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки и участвовать в их реализации в виде программных продуктов	Технологии программирования	Научно-исследовательская работа
	ПК-3 способен проводить работы и исследования по обработке и анализу научно-технической информации в области применения математических методов и информационных технологий баллистического проектирования и применения космических систем ДЗЗ		Научно-исследовательская работа
Профессионально-специализированные компетенции специализации _____			

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

УК-1, УК-7, ПК-2, ПК-3

Процесс изучения дисциплины «Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning) / Искусственные нейронные сети (обучение с подкреплением)» направлен на формирование следующих компетенций:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: Знает основные цифровые технологии, методы поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации применяемые в современных условиях цифровой экономики. Знает основные методы и подходы к анализу данных. Знает принципы планирования проведения аналитических работ в разрабатываемом проекте

Уметь: Умеет применять современные цифровые технологии для решения задач профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики. Умеет применять известные методы и подходы для проведения анализа данных.

Умеет осуществлять планирование необходимых аналитических работ в информационно-технологическом проекте

Владеть: Владеет современными цифровыми технологиями, методами поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в области управления в технических системах) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры. Владеет алгоритмами по разработке методик проведения аналитических работ в профессиональной области. Владеет методами и подходами для планирования необходимых аналитических работ в информационно-технологическом проекте

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	68	36	32
В том числе:			
<i>Лекции</i>	34	18	16
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>			
<i>Семинары (С)</i>			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	34	18	16
Самостоятельная работа (всего)	76	40	36
Контроль			
Общая трудоемкость	144	76	68
час	4	2	2
зач. ед.			

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Введение в обучение с подкреплением	Структура алгоритма обучения с подкреплением. Агент. Функция политики. Функция ценности. Модель. Типы сред обучения с подкреплением: детерминированная, стохастическая с полной и неполной информацией, дискретная и непрерывная, эпизодическая и не эпизодическая, одноагентная и многоагентная.
2.	Теоретические основы и методы обучения с	Марковские цепи и Марковские процессы. Марковский процесс принятия решений. Функции ценности

	подкреплением	состояния, Q-функция. Уравнение Беллмана и оптимальность. Вывод уравнения Беллмана. Динамическое программирование. Методы Монте-Карло и теория игр. Обучение на основе временных различий (Temporary Differences). TD прогнозирование. TD обучение. Q обучение. Алгоритм SARSA. (State-Action-Reward-State-Action)
3.	Алгоритмы глубокого обучения. Эвристические и эволюционные алгоритмы	Алгоритм обратного распространения ошибки. Стохастические градиентные алгоритмы. Генетический алгоритм, алгоритм роя-частиц, алгоритм дифференциальной эволюции. Популяционные алгоритмы.
4.	Программное обеспечение обучения с подкреплением	Пакеты программ для реализации нейронных сетей. Tensor Flow.
5.	Развитие искусственных нейронных сетей. Методы символьной регрессии	Генетическое программирование, декартово генетическое программирование, метод сетевого оператора, вариационные методы символьной регрессии
6.	Обучение с подкреплением	Структура алгоритма обучения с подкреплением. Агент. Функция политики. Функция ценности. Модель. Типы сред обучения с подкреплением: детерминированная, стохастическая с полной и неполной информацией, дискретная и непрерывная, эпизодическая и не эпизодическая, одноагентная и многоагентная.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Лекции	Практические занятия и лабораторные работы			СРС	Всего
			ПЗ/С	ЛР	из них в ИФ		
1.	Введение в обучение с подкреплением	4	4			10	18
2.	Теоретические основы и методы обучения с подкреплением	6	6			14	26
3.	Алгоритмы глубокого обучения. Эвристические и эволюционные алгоритмы	6	6			14	26
4.	Программное обеспечение обучения с подкреплением	6	6			14	26
5.	Развитие искусственных нейронных сетей. Методы символьной регрессии	6	6			12	24
6.	Обучение с подкреплением	6	6			12	24
	Всего:	34	34			76	144

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.) ОФО
1.	1	Введение в обучение с подкреплением	4
2.	2	Теоретические основы и методы обучения с подкреплением	6
3.	3	Алгоритмы глубокого обучения. Эвристические и эволюционные алгоритмы	6
4.	4	Программное обеспечение обучения с подкреплением	6
5.	5	Развитие искусственных нейронных сетей. Методы символьной регрессии	6
6.	6	Обучение с подкреплением	6
	Итого		34

7. Практические занятия (семинары) не предусмотрены

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
Ауд. 408: Комплект специализированной мебели; возможность подключения переносного проектора	Москва, ул. Орджоникидзе, д.3. Учебная лаборатория автоматизированных систем управления: ауд. № 408
Ауд. 416: Комплект специализированной мебели; технические средства: Персональные компьютеры на базе системного блока VT/Core2-Duo3000/4x1024Mb/1000GbR/V512Mb/S/DVD+-RW + монитор, клавиатура, мышь (13 шт.); учебно-исследовательский стенд программно-технического комплекса "Контар" (6 шт.); интерактивная доска Polyvision TSL 610; проектор Toshiba TLP-XC3000; коммутатор Cisco Catalyst 2960 24; сетевой фильтр (7 шт.), доступ в Интернет: ЛВС и Wi-Fi, столы, стулья, передвижная доска для маркера.	Москва, ул. Орджоникидзе, д.3. Учебная лаборатория автоматизированных систем управления: ауд. № 416

9. Информационное обеспечение дисциплины:

Осуществление образовательного процесса по дисциплине базируется на использовании следующих информационных технологий:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

1. Рашид Т. Создаем нейронную сеть. – Litres, 2020.
2. Алгоритмы: построение и анализ, издательство Вильямс, Томас Х., Лейзерон Чарльз И., 2019 г.
3. Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети. Издательство: Лань. 2019. 216с.
4. Хливненко Л. В., Пятакович Ф. А. Практика нейросетевого моделирования Издательство: Лань. 2019. 200 с.
5. Дивеев А.И. Численные методы решения задачи синтеза управления: Монография / А.И. Дивеев. - М. : Изд-во РУДН, 2019. - 192 с.
6. Рашид Т. Создаем нейронную сеть. Издательство: Альфа-книга. 2017.
7. Bengio, Yoshua, Ian J. Goodfellow, and Aaron Courville. "Deep learning." An MIT Press book. 2015.
8. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер.с польск.И.Д.Рудинского. Издательство: Горячая линия-Телеком. 2013. 384 стр.

б) дополнительная информация:

1. Мочалов И.А. Искусственные нейронные сети в задачах управления и обработки информации. –М.: 2004, 145 с.
2. Ричард Саттон, Эндрю Барто – Обучение с подкреплением, 2017 г.
3. Мочалов И.А. и др. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления. М., МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001.
4. Дивеев А.И. Современные инструментальные средства интеллектуальных систем [Текст/электронный ресурс] : Учебное пособие / А.И. Дивеев. - М. : Изд-во РУДН, 2008. - 179 с. Ссылка на документ в ЭБС РУДН
http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=288151&idb=0
5. Гаврилов А.И. и др. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления. М., МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001.
6. Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации. М., МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003.
7. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. М., Мир, 1980.
8. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. М., Мир, 1979.
9. Минаев Ю.Н., Филимонова О.Ю., Лисс Б. Методы и алгоритмы идентификации и прогнозирования в условиях неопределенности в нейросетевом логическом базисе. М., Наука, 1977.
10. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2008, 1104 с.
11. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М., Финансы и статистика, 2002.

12. Терехов В. А., Ефимов Д. В., Тюкин И. Ю. Нейросетевые системы управления: учебное пособие для ВУЗов. — М.: Высшая школа, 2002, 183 с.

в) программное обеспечение:

среда программирования MatLab.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Сайты министерств, ведомств, служб, производственных предприятий и компаний, деятельность которых является профильной для данной дисциплины:

3. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Программное обеспечение:

1. Специализированное программное обеспечение проведения лекционных, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов:

среда программирования MatLab

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля):

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования: «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности; удовлетворение потребностей личности в получении соответствующего образования».

Решение этих задач невозможно без такого элемента обучения как самостоятельная работа студентов над учебным материалом. Однако, повысить качество самостоятельной работы можно только при ответственном отношении преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы и повышение творческой активности студентов.

В ходе практических занятий студенту рекомендуется конспектировать основное содержание курса. При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучающихся. Целесообразно при проведении практических занятий по всем разделам программы иллюстрировать практический материал большим количеством примеров, что позволяет усилить наглядность изложения и продемонстрировать обучаемому приемы решения задач.

В процессе освоения дисциплины, в рамках самостоятельной работы студент работает с литературой в библиотеке РУДН; использует ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет».

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (Учебного портала) и электронной почты.

В ходе аудиторных учебных занятий используются различные средства интерактивного обучения, в том числе, групповые дискуссии, мозговой штурм, деловые игры, проектная работа в малых группах, что дает возможность включения всех участников образовательного процесса в активную работу по освоению дисциплины. Такие методы обучения направлены на совместную работу, обсуждение, принятие группового решения, способствуют сплочению группы и обеспечивают возможности коммуникаций не только с преподавателем, но и с другими обучаемыми, сотрудничество в процессе познавательной деятельности.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может производиться по утвержденному индивидуальному графику с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, что подразумевает индивидуализацию содержания, методов, темпа учебной деятельности обучающегося, возможность следить за конкретными действиями студента при решении конкретных задач, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в процесс обучения.

Предусматривается проведение индивидуальных консультаций (в том числе консультирование посредством электронной почты), предоставление дополнительных учебно-методических материалов (в зависимости от диагноза).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю):

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning) / Искусственные нейронные сети (обучение с подкреплением)» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

профессор _____ Дивеев А.И. _____

Руководитель программы

профессор _____ Разумный Ю.Н. _____

Заведующий кафедрой

профессор _____ Разумный Ю.Н. _____

