

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Нейросети, генетические алгоритмы и нечеткая логика

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заместитель директора центра Кокунин П.А. (Научно-исследовательский центр Центр превосходства Специальная робототехника и искусственный интеллект, Институт вычислительной математики и информационных технологий), PAKokunin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные понятия и принципы нейронных сетей, генетических алгоритмов, нечеткой логики;
- основные операторы и механизм работы генетических алгоритмов, включая операторы скрещивания и мутации;
- основы математической логики и теории множеств;

Должен уметь:

- разрабатывать и обучать нейронные сети для решения различных задач;
- использовать генетические алгоритмы для оптимизации параметров нейронных сетей и улучшения их работы;
- применять нечеткую логику для управления и настройки нейронных сетей, а также для обработки неполных и неточных данных

Должен владеть:

- навыками работы с библиотеками для нейронных сетей;
- навыками разработки и обучения нейронных сетей, оценки качества и эффективности;
- навыками применения генетических алгоритмов для оптимизации нейронных сетей.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания и навыки в практической деятельности;
- адаптироваться к новым технологиям и методам работы;
- эффективно использовать программное обеспечение и инструменты, связанные с нейросетями, генетическими алгоритмами и нечеткой логикой.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 144 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 72 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 135 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре; экзамен в 7 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в нейронные сети: архитектура и принципы работы.	6	2	0	3	0	0	0	9
2.	Тема 2. Обучение нейронных сетей: виды и методы.	6	4	0	6	0	0	0	10
3.	Тема 3. Типы нейронных сетей.	6	3	0	4	0	0	0	6
4.	Тема 4. Виды практических решаемых задач с использованием нейронной сети.	6	4	0	6	0	0	0	8
5.	Тема 5. Генетические алгоритмы.	6	6	0	5	0	0	0	10
6.	Тема 6. Кодирование генетической информации: бинарное кодирование, кодирование вещественных чисел, кодирование целых чисел и т.д.	6	6	0	4	0	0	0	10
7.	Тема 7. Модификации классического генетического алгоритма.	6	5	0	3	0	0	0	10
8.	Тема 8. Эволюционные алгоритмы в нейронных сетях	6	6	0	5	0	0	0	9
9.	Тема 9. Нечеткая логика: основные понятия, нечеткие множества, нечеткие правила и операции над ними.	7	5	0	4	0	0	0	7
10.	Тема 10. Системы нечеткого вывода	7	5	0	5	0	0	0	8
11.	Тема 11. Нечеткое управление	7	5	0	6	0	0	0	9
12.	Тема 12. Модуль нечеткого управления со структурой, определенной в процессе дефuzziфикации.	7	4	0	4	0	0	0	7
13.	Тема 13. Модуль нечеткого управления с нейронной сетью для выполнения дефuzziфикации.	7	3	0	3	0	0	0	9
14.	Тема 14. Модуль нечеткого управления типа Такаги-Сугено: случай независимых лингвистических.	7	4	0	4	0	0	0	6
15.	Тема 15. Вероятностные алгоритмы.	7	5	0	5	0	0	0	10
4.2	Содержание дисциплины (модуля)								
	Тема 1. Введение в нейронные сети: архитектура и принципы работы. История развития нейронных сетей; Архитектура нейронной сети; Основные компоненты нейронной сети; Типы слоев в нейронной сети (входной, скрытый, выходной).		72	0	72	0	0	0	135

Тема 2. Обучение нейронных сетей: виды и методы.

Виды обучения: с учителем, без учителя, смешанное обучение;

Методы обучения: градиентный спуск, обратное распространение ошибки.

Тема 3. Типы нейронных сетей.

Классификация нейронных сетей. Перцептрон: история создания и основы работы. Многослойная нейронная сеть: архитектура, обучение и применение. Сверточная нейронная сеть: принципы действия и роль в глубоком обучении. Рекуррентная нейронная сеть: обработка последовательностей и работа с временными рядами. Трансформеры и генеративно-состязательные сети: современные подходы к обработке данных и искусственному интеллекту.

Тема 4. Виды практических решаемых задач с использованием нейронной сети.

Применение нейросетей в компьютерном зрении; Применение нейросетей в обработке естественного языка; Применение нейросетей в промышленности и производстве; Применение нейросетей в рекомендательных системах.

Тема 5. Генетические алгоритмы.

Определение генетических алгоритмов и их принцип работы; Описание основных компонентов генетического алгоритма (индивиды, популяции, операторы скрещивания и мутации). Классический генетический алгоритм.

Тема 6. Кодирование генетической информации: бинарное кодирование, кодирование вещественных чисел, кодирование целых чисел и т.д.

Роль кодирования генетической информации в генетических алгоритмах; Бинарное кодирование генетической информации; Целочисленное кодирование генетической информации; Перестановочное кодирование генетической информации; Комбинированное кодирование генетической информации

Тема 7. Модификации классического генетического алгоритма.

Методы селекции. Особые процедуры репродукции. Генетические операторы. Методы кодирования. Масштабирование функций приспособленности. Ниши в генетическом алгоритме. Генетические микроалгоритмы.

Тема 8. Эволюционные алгоритмы в нейронных сетях

Независимое применение генетических алгоритмов и нейронных сетей. Нейронные сети для поддержки генетических алгоритмов и наоборот. Генетические алгоритмы для поддержки нейронных сетей. Применение генетических алгоритмов для обучения нейронных сетей. Типовой цикл эволюции: эволюция весов связей, архитектуры сети, правил обучения.

Тема 9. Нечеткая логика: основные понятия, нечеткие множества, нечеткие правила и операции над ними.

Основные понятия и определения теории нечетких множеств. Операции на нечетких множествах. Принцип расширения. Нечеткие числа. Треугольные нормы. Нечеткие отношения и их свойства.

Тема 10. Системы нечеткого вывода

Основные правила вывода в двоичной логике. Основные правила вывода в нечеткой логике. Обобщенное нечеткое правило *modus ponens*, *modus tollens*. Правила нечеткой импликации. Вывод по Мамдани. Вывод по Сунгено.

Тема 11. Нечеткое управление

Классический модуль нечеткого управления. База правил. Блок фуззификации. Блок выработки решения. Блок дефуззификации. Метод нечеткого управления Такаги- Сугено.

Тема 12. Модуль нечеткого управления со структурой, определенной в процессе дефуззификации.

Основные понятия и принципы работы. Конструкция модуля. Структура модуля. Использование алгоритма обратного распространения ошибки. Модификации модуля. Применение модуля нечеткого управления для прогнозирования случайных временных рядов.

Тема 13. Модуль нечеткого управления с нейронной сетью для выполнения дефуззификации.

Конструкция модуля. Структура модуля. Алгоритмы обучения модуля. Формирование набора нечетких правил для конкретной системы управления;

Построение нечеткой системы на основе анализа базы правил; Построение обучения нейронной сети; Доработка функций принадлежности входных нечетких множеств на основе обучающих данных.

Тема 14. Модуль нечеткого управления типа Такаги-Сугено: случай независимых лингвистических.

Нейронная реализация функции принадлежности. Модули Такаги-Сугено. Реализации условий. Реализация заключений. Модуль нечеткого управления типа Такаги-Сугено: случай зависимых лингвистических переменных. Нейронные сети для нечеткого вывода. Структура системы. Способ обучения.

Тема 15. Вероятностные алгоритмы.

Основные принципы вероятностных алгоритмов. Применение вероятностных деревьев в задаче классификации нейросетей; Использование нечеткой логики для управления вероятностными алгоритмами в генетических алгоритмах; Анализ вероятностных деревьев в задаче прогнозирования генетических алгоритмов; Применение нечеткой логики в вероятностных алгоритмах для определения оптимальных параметров нейронных сетей.

Тема 16. Гибридные методы для решения сложных задач.

Определение гибридных методов машинного обучения; Основные подходы к гибридизации нейронных сетей и генетических алгоритмов: комбинирование, вложение, ансамблирование; Преимущества и недостатки гибридных методов машинного обучения.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Журнал - http://www.creativeconomy.ru/mag_rp/

Журнал - http://www.basw-ngo.by/page.php?issue_id=2855

Правительство РФ - <http://government.ru/>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Журнал - http://www.creativeconomy.ru/mag_rp/

Журнал - http://www.basw-ngo.by/page.php?issue_id=2855

Правительство РФ - <http://government.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия проходят в интерактивной форме, предполагающей вовлечение обучающихся в обсуждение всех предложенных тем. Применяются такие формы лекционных занятий как лекция-презентация, лекция-дискуссия, проблемная лекция, видео-лекция. Студенты активно участвуют в конструировании знаний во время круглых столов, дискуссионных площадок.
практические занятия	Практические занятия, семинары являются одной из основных форм образовательного процесса, ориентированной на усвоение студентами теоретического материала и выработку практических компетенций. Основной целью практических занятий является комплексный контроль усвоения пройденного материала, хода выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Подготовка к семинарам предполагает самостоятельную работу студентов по изучению материала по конкретной теме.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа преследует цель закрепить, углубить и расширить знания, полученные студентами в ходе аудиторных занятий, а также сформировать навыки работы с научной, учебной и учебно-методической литературой, развивать творческое, продуктивное мышление обучающихся, их креативные качества, формирование общекультурных и профессиональных компетенций.
зачет	Зачет проводится в письменной форме. В билет включаются теоретические вопросы, из перечня вопросов для подготовки к зачету. Студенту дается 60 минут для выполнения своего варианта задания. По завершению основной части зачета обучающийся может добрать необходимые баллы в ходе устного опроса студента преподавателем.
экзамен	Экзамен проводится в письменной форме. В билет включаются теоретические вопросы и задачи из перечня вопросов для подготовки к экзамену. Студенту дается 120 минут для выполнения своего варианта задания. По завершению основной части экзамена обучающийся может добрать необходимые баллы в ходе устного опроса студента преподавателем.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.03.04 "Программная инженерия" и профилю подготовки "Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.11 Нейросети, генетические алгоритмы и нечеткая логика

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. ; Пер. с польского И. Д. Рудинского. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 384 с. - ISBN 978-5-9912-0320-3. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203203.html> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. Лимановская, О. В. Основы машинного обучения : учебное пособие / О. В. Лимановская, Т. И. Алферьева. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 88 с. - ISBN 978-5-9765-5006-3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3015-7 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891377> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python / Шарден Б., Массарон Л., Боскетти А., пер. с англ. А. В. Логунова. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 358 с. - ISBN 978-5-97060-506-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970605066.html> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Миронов, Ю. М. Машинное преобразование информации и аппаратное обеспечение ЭВМ : сборник описаний практических работ / Ю. М. Миронов. - Москва : МГАВТ, 2007. - 72 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401630> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Коэльо, Луис Педро Построение систем машинного обучения на языке Python / Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 302 с. - ISBN 978-5-97060-330-7. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603307.html> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа : по подписке.
3. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / Флах П. - Москва : ДМК Пресс, 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-97060-273-7. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа : по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.11 Нейросети, генетические алгоритмы и нечеткая логика

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows