МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Введение в математические методы робототехники

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	**Информационно-измерительной и биомедицинской техники**
Учебный план	15.04.06_25_00.plx 15.04.06 Мехатроника и робототехника
Квалификация	**магистр**
Форма обучения	**очная**
Общая трудоемкость	**4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**1 (1.1)**		Итого	
Недель	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	42,35	42,35	42,35	42,35
Контактная работа	42,35	42,35	42,35	42,35
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Голь Станислав Артурович

Рабочая программа дисциплины
Введение в математические методы робототехники

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1023)

составлена на основании учебного плана:
15.04.06 Мехатроника и робототехника
утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от 04.07.2025 г. № 8
Срок действия программы: 20252027 уч.г.
Зав. кафедрой Жулев Владимир Иванович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от __ _____ 2026 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от __ _____ 2027 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от __ _____ 2028 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от __ _____ 2029 г. № __

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Изучение теории искусственного интеллекта и принципов ее применения в когнитивной робототехнике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Конструирование мехатронных систем
2.1.2	Теория автоматического управления
2.1.3	Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
2.1.4	Метрология, стандартизация и сертификация
2.1.5	Научно-исследовательскую работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
2.1.6	Учебная практика
2.1.7	Информатика
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-3: Способен формировать техническое задание на мехатронные системы и робототехнические комплексы, в том числе - на изделия детской и образовательной робототехники

ПК-3.1. Изучает и применяет опыт ведущих отечественных и зарубежных организаций по достижению технического уровня в сфере проектирования изделий мехатроники и робототехники робототехники

Знать

Уметь

Владеть

ПК-3.2. Определяет по требуемым заказчиком функциям изделий детской и образовательной робототехники его основных конструктивных решений и параметров изделия в целом

Знать

Уметь

Владеть

ПК-4: Готов принимать наиболее целесообразные и экономически обоснованные проектные решения, включая решения при проектировании детской и образовательной робототехники

ПК-4.1. Определяет проектную стоимость работ при разработке новых изделий мехатроники и робототехники

Знать

Уметь

Владеть

ПК-4.2. Выбирает оптимальное решение разработки изделий мехатроники и робототехники на основании проектной стоимости работ

Знать

Уметь

Владеть

ПК-4.3. Расчитывает риски при разработке новых изделий мехатроники и робототехники

Знать

Уметь

Владеть

ПК-4.4. Разрабатывает меры, направленные на повышение качества проектных работ, сокращение расхода материальных ресурсов, снижение стоимости их эксплуатации за счет улучшения качества проектных решений, при проектировании изделий мехатроники и робототехники
Знать **Уметь** **Владеть**

ПК-5: Способен обеспечивать права на результаты интеллектуальной деятельности, инновационные изделия мехатроники и робототехники, в том числе детской и образовательной робототехники
ПК-5.4. Разрабатывает меры по защите интеллектуальной собственности правообладателей в сфере мехатроники и робототехники
Знать **Уметь** **Владеть**

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	актуальное мнение экспертного профессионального сообщества в области машинного обучения о перспективах развития технологии искусственного интеллекта.
3.1.2	принципы построения детерминированных и вероятностных математических моделей мехатронных систем, а также процессов, происходящих при взаимодействии роботов с окружением.
3.1.3	принципы разработки программ и методик испытаний, основы техники безопасности при проведении натурных испытаний.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	грамотно формировать релевантные запросы в системах автоматизированного поиска патентов, аргументировать свой выбор инструментов для решения поставленных задач, руководствуясь принципом фальсифицируемости Поппера и бритвой Оккама.
3.2.2	определять адекватность математических моделей, формировать программы вычислительных экспериментов.
3.2.3	лаконично фиксировать результаты экспериментов в журнале испытаний, выделять и отмечать нестандартное поведение объекта исследования во время испытаний, анализировать полученные результаты, обоснованно вносить изменения в программы и методики испытаний.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	принятой в области искусственного интеллекта системой обозначений, аппаратно-программными средствами искусственного интеллекта.
3.3.2	современными программными инструментами разработки и интерактивной верификации численных моделей.
3.3.3	навыками работы с нормативной документацией организации и проведения предварительных испытаний мехатронных и робототехнических систем.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Ключевые аспекты машинного обучения					
1.1	Постановка задачи машинного обучения. /Тема/	1	0			

1.2	Система обозначений и постановка задачи машинного обучения. Обобщение классической булевой логики. Классификация и регрессия. Понятие репрезентативного обучающего множества. Смещенное обучающее множество. Понятие “проклятия размерности”. Задача уменьшения размерности в данных. Проблема переобучения и понятие обобщающей способности. Кроссвалидация. Классическая (стандартная) задача статистического оценивания и ее связь с машинным обучением. Совместное распределение вероятностей. Условное распределение вероятностей. Правдоподобие. Метод максимума правдоподобия. Байесовский подход. /Лек/	1	1		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
1.3	Постановка задачи машинного обучения /Лаб/	1	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
1.4	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	1	8		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
1.5	Оптимизация. /Тема/	1	0			
1.6	Нормальное псевдорешение системы линейных алгебраических уравнений. Метод наименьших квадратов. Безусловная и условная оптимизация. Функционал качества. Метод золотого сечения. Метод градиентного спуска. Метод Ньютона. Метод Ньютона-Гаусса. Метод Левенберга-Марквардта. Вычисление матриц Якоби и Гессе. /Лек/	1	1		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
1.7	Оптимизация /Лаб/	1	6		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
1.8	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	1	8		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
1.9	Искусственные нейронные сети. /Тема/	1	0			
1.10	Понятие искусственной нейронной сети (ИНС) с позиций адаптивной фильтрации. Область применения ИНС. ИНС прямого распространения. Основные этапы решения задачи обработки информации с использованием ИНС. Обучение ИНС методом обратного распространения ошибки. Групповой и последовательный способы обучения ИНС. /Лек/	1	1		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
1.11	Искусственные нейронные сети. /Лаб/	1	6		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
1.12	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	1	8		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Зачёт
	Раздел 2. Теория вероятностей и нечёткая логика					
2.1	Мультинормальное распределение. /Тема/	1	0			

2.2	Матрицы авто- и кроссковариации, матрица коэффициентов корреляции. Независимость и некоррелированность случайных величин. Одно-, двух- и многомерное нормальное распределение. Регрессия. Линейная модель случайного вектора как взвешенная сумма двух нормально распределенных векторов. Теорема о нормальной корреляции. Формула Байеса для нормально распределенных случайных векторов. /Лек/	1	1		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.3	Мультинормальное распределение. /Пр/	1	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.4	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим работам /Ср/	1	3		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.5	Байесовский подход. /Тема/	1	0			
2.6	Сопряженные распределения. Экспоненциальный класс распределений. Критерий факторизации Фишера. Бритва Оккама. Принцип фальсифицируемости Поппера. Вариационное исчисление. Оптимизация вариационной нижней оценки. Метод релевантных векторов для задачи регрессии. Метод релевантных векторов для задачи классификации. EM-алгоритм в общем виде. Дивергенция Кульбака-Лейблера. Расширения EM-алгоритма. EM-алгоритм с дискретными скрытыми переменными. Разделение смеси гауссиан. EM-алгоритм с непрерывными скрытыми переменными. Графические модели. /Лек/	1	1		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.7	Байесовский подход. /Пр/	1	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.8	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим работам /Ср/	1	8		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.9	Линейные и нелинейные системы. /Тема/	1	0			
2.10	Математические модели линейных и нелинейных систем на основе уравнений состояния. Линеаризация моделей. Линейная детерминировано-стохастическая система, ее разделение на две подсистемы. Фильтр Калмана. Расширенный фильтр Калмана. Сигма-точечный (ансцентный) Калмана. /Лек/	1	1		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.11	Линейные и нелинейные системы. /Пр/	1	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.12	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим работам /Ср/	1	6		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.13	Динамическое программирование. /Тема/	1	0			
2.14	Примеры, приводящие к технике динамического программирования. Субоптимальность. Базис индукции и рекуррентное соотношение. Комбинаторика. Введение в теорию графов. Сложность алгоритмов. Многомерное динамическое программирование. /Лек/	1	1		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.15	Динамическое программирование. /Пр/	1	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен

2.16	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим работам /Ср/	1	8		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.17	Нечеткая логика. /Тема/	1	0			
2.18	Экспертные системы. Основные понятия теории нечетких множеств. Операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения. Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы. Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил логического вывода. Фаззификация. Агрегирование предусловий. Активация подзаключений. Аккумулирование заключений. Дефаззификация. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Мамдани. Алгоритм Цукамото. Алгоритм Ларсена. Алгоритм Сугено. /Лек/	1	1		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.19	Нечеткая логика. /Пр/	1	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
2.20	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим работам /Ср/	1	8		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Экзамен
	Раздел 3. Промежуточная аттестация					
3.1	Подготовка и сдача экзамена /Тема/	1	0			
3.2	Подготовка к экзамену /Экзамен/	1	44,65		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.3	Консультация /Кнс/	1	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.4	Сдача экзамена /ИКР/	1	0,35			

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Введение в математические методы робототехники»)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л1.1	Пегат А.	Нечеткое моделирование и управление	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013, 798с.	978-5-9963-1495-9, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л2.1	Дьяконов В. П.	MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров	Саратов: Профобразование, 2019, 976 с.	978-5-4488-0063-4, http://www.iprbookshop.ru/87980.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л2.2	Дьяконов В. П.	Mathematica 5.1/5.2/6 в математических и научно-технических расчетах	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2017, 744 с.	978-5-91359-045-9, http://www.iprbookshop.ru/90395.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л3.1	Певзнер Л. Д.	Теория автоматического управления. Задачи и решения	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 604 с.	978-5-8114-2161-9, https://e.lanbook.com/book/168937

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение
Э2	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа. - http://cdo.rsreu.ru/
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru/
Э4	лектронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: http://elib.rsreu.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Операционная система Windows XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
MATLAB	Коммерческая лицензия
GNU	Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями
Scilab	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.2	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	323 учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (52 посадочных мест), 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	325 учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, самостоятельной работы Специализированная мебель (16 посадочных мест), проектор, экран, доска для информации эмалевая многофункциональное устройство сбора данных(16шт). модуль имитации(16шт), контроллер(16шт), компьютер (17шт), с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	102 л учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 40 посадочных мест. Специализированная мебель ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ. Проектор, экран, доска маркерная

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ

«Методические указания дисциплины «Введение в математические методы робототехники»)

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Жулев Владимир Иванович, Заведующий кафедрой ИИБМТ **01.11.26** 19:36 (MSK) Простая подпись

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Голь Станислав Артурович, Руководитель магистерской программы **01.11.26** 22:45 (MSK) Простая подпись