

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Клочков Юрий Сергеевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 08.07.2026 16:16:32

Уникальный программный ключ:

3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины:

Математические основы робототехники

направление подготовки:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

направленность (профиль):

Нейросетевые технологии в автоматизированных системах
управления

форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры математики и прикладных информационных технологий

Протокол № 8 от 10.03.2026г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование у обучающихся фундаментальных знаний о математическом аппарате, необходимом для моделирования, программирования и управления робототехническими системами (манипуляторами, мобильными платформами).

Задачи дисциплины:

- освоение методов линейной алгебры и аналитической геометрии применительно к задачам кинематики и динамики роботов;
- изучение теории матриц поворота, кватернионов и однородных преобразований;
- приобретение практических навыков решения прямой и обратной задач кинематики;
- разработка алгоритмов планирования траекторий движения;
- развитие навыков самостоятельной научно-практической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к элективным дисциплинам по выбору части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- основных понятий и методов линейной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа;
- основных принципов алгоритмизации и программирования;

умение:

- представлять движение объектов в трехмерном пространстве, переходы между системами координат и вращение твердого тела;
- разбивать задачу на последовательность простых шагов (математических операций);
- соотносить абстрактные формулы и матрицы с реальным движением физического объекта;

владение:

- навыками понимания технической документации;
- навыками отладки кода.

Основные положения дисциплины могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, в профессиональной деятельности.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-1. Способен разрабатывать и применять алгоритмическое обеспечение для решения профессиональных задач в области информатики, вычислительной техники и искусственного интеллекта	ПКС-1.1. Способен осуществлять планирование по развитию базы данных	Знать (З1) принципы структурирования и хранения данных о кинематических схемах роботов (например, таблицы Д-Х параметров) и конфигурациях манипулятора.
		Уметь (У1) проектировать и реализовывать программные структуры (классы, объекты) для

		хранения и управления данными о состоянии робота (позиции, ориентации, суставные углы).
		Владеть (B1) навыками организации модульного кода, где алгоритмы управления отделены от структур данных, описывающих модель робота.
	ПКС-1.2. Способен анализировать возможности применения ИИ для решения профессиональных задач	Знать (32) основные математические методы, лежащие в основе алгоритмов управления и навигации робототехнических систем (кинематика, динамика, теория матриц).
		Уметь (U2) разрабатывать и реализовывать на языке программирования (Python) алгоритмы для решения прямой и обратной задач кинематики манипулятора.
ПКС-2. Способен применять математическое и программное обеспечение для решения профессиональных задач в области информатики, вычислительной техники и искусственного интеллекта	ПКС-2.1. Способен разрабатывать рекомендации по применению математического и программного обеспечения для решения профессиональных задач	Владеть (B2) навыками применения численных методов (например, метод Якобиана) для решения сложных инженерных задач в области робототехники.
		Знать (33) формализм Денавита-Хартенберга для описания кинематических цепей; методы представления ориентации в пространстве (углы Эйлера, кватернионы).
		Уметь (U3) моделировать кинематику и динамику робототехнических систем с использованием матричных вычислений; анализировать траектории движения роботов.
	ПКС-2.2. Способен оптимизировать и внедрять современные методы для решения профессиональных задач.	Владеть (B3) аппаратом линейной алгебры, теории матриц и однородных преобразований для описания поз и движений роботов.
		Знать (34) современные подходы к планированию траекторий движения роботов; проблемы сингулярностей и способы их обхода.
		Уметь (U4) выбирать и обосновывать оптимальное представление ориентации (кватернионы vs углы Эйлера) для конкретной задачи с целью повышения вычислительной эффективности и стабильности.
		Владеть (B4) навыками программной реализации и отладки алгоритмов управления движением роботов, включая интерполяцию ориентации (Slerp) и численное интегрирование уравнений динамики.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часов.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	1/1	32	-	48	109	27	Экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего , час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименовани е раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение. Линейная алгебра и геометрия	8	-	10	24	42	ПКС-1.1 ПКС-2.1 ПКС-2.2	Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам № 1-2
2	2	Представлени е ориентации и однородные преобразован ия	8	-	12	28	48	ПКС-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.2	Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам № 3-4
3	3	Кинематика роботов-манипуляторов	10	-	16	32	58	ПКС-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.2	Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам № 5-6
4	4	Планировани е траекторий и динамика	6	-	10	25	41	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-2.2	Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам № 7-8
	Экзамен		-	-	-	27	27	ПКС-1.1 ПКС-1.2 ПКС-2.1 ПКС-2.2	Вопросы к экзамену
Итого:			32	-	48	136	216	X	X

5.2. Содержание дисциплины

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы)

Раздел 1. Введение. Линейная алгебра и геометрия. Определение робототехнической системы. Классификация роботов. Обзор математических инструментов. Операции над векторами и матрицами. Определители, ранг, обратная матрица. Решение систем линейных уравнений. Уравнения прямых и плоскостей. Кривые второго порядка. Понятие аффинного пространства. Матрицы сдвига, масштабирования и вращения. Свойства ортогональных матриц.

Раздел 2. Представление ориентации и однородные преобразования. Углы Эйлера ($Z-Y-X$, $Z-Z'-Z''$), углы Крылова-Блика. Карданов подвес и сингулярности. Производная вращающейся системы координат. Алгебра кватернионов. Преимущества перед углами Эйлера (отсутствие сингулярностей). Интерполяция SLERP. Переход от 3×3

матриц вращения к 4x4 матрицам гомогенного преобразования. Базовая система координат, инструментальная система координат, рабочие зоны.

Раздел 3. Кинематика роботов-манипуляторов. Денавит-Хартенберг (Д-Х) формализм. Определение параметров Д-Х. Составление таблицы параметров. Вычисление итоговой матрицы преобразования. Обратная задача кинематики (ОЗК). Геометрический метод. Метод Якобиана (итеративное решение). Сингулярности конфигурационного пространства. Расчёт скоростей звеньев. Аналитическая и дифференциальная матрицы Якоби.

Раздел 4. Планирование траекторий и динамика. Траектории в конфигурационном и рабочем пространствах. Сплайны, полиномы. Критерии гладкости. Уравнения Лагранжа-Эйлера. Понятие инерции, гравитационных и кориолисовых сил. Упрощённые модели динамики.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	8	-	-	Введение в предмет. Элементы векторной алгебры и матричного исчисления. Аналитическая геометрия. Преобразования координат.
2	2	8	-	-	Матрицы вращения. Угловая скорость и угловое ускорение. Кватернионы. Однородные координаты и матрицы преобразования. Системы координат робота.
3	3	10	-	-	Прямая задача кинематики. Обратная задача кинематики (ОЗК). Скоростная кинематика.
4	4	6	-	-	Планирование траекторий. Основы динамики.
Итого:		32	-	-	X

Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	4	-	-	Работа с векторами и матрицами в среде Python (NumPy). Реализация базовых операций.
2	1	6	-	-	Визуализация геометрических объектов и преобразований в 2D/3D пространстве с использованием библиотек Matplotlib/PyPlot.
3	2	6	-	-	Сравнительный анализ представления ориентации: реализация переходов между системами координат с помощью матриц Эйлера и кватернионов. Демонстрация эффекта "шарнирного замка".
4	2	6	-	-	Создание цепочки преобразований для описания положения схвата манипулятора относительно базы.

5	3	8	-	-	Моделирование простого 2-звенного или 3-звенного манипулятора. Решение прямой задачи кинематики с использованием Д-Х формализма.
6	3	8	-	-	Решение обратной задачи кинематики для того же манипулятора методом Якобиана. Анализ сходимости итераций.
7	4	6	-	-	Генерация гладкой пространственной траектории для перемещения инструмента манипулятора по заданным точкам.
8	4	4	-	-	Имитационное моделирование движения простого механизма с учётом упрощённой динамической модели
Итого:		48	-	-	X

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	1	24	-	-	Классификация роботов. Элементы векторной алгебры и матричного исчисления. Аналитическая геометрия. Преобразования координат.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №1-2
2	2	28	-	-	Матрицы вращения. Угловая скорость и угловое ускорение. Кватернионы. Однородные координаты и матрицы преобразования. Системы координат робота.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №3-4
3	3	32	-	-	Прямая задача кинематики. Обратная задача кинематики. Скоростная кинематика.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №5-6
4	4	25	-	-	Планирование траекторий. Основы динамики.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ №7-8
5	1 – 4	27	-	-	Экзамен	Подготовка к экзамену
Итого:		136	-	-	X	X

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- индивидуальная работа и работа в малых группах (лабораторные занятия, СРС).

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Лабораторная работа № 1	0 – 5
2	Лабораторная работа № 2	0 – 10
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0 – 15
2 текущая аттестация		
3	Лабораторная работа № 3	0 – 10
4	Лабораторная работа № 4	0 – 15
5	Лабораторная работа № 5	0 – 15
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		0 – 40
3 текущая аттестация		
6	Лабораторная работа № 6	0 – 15
7	Лабораторная работа № 7	0 – 15
8	Лабораторная работа № 8	0 – 15
ИТОГО за третью текущую аттестацию		0 – 45
ВСЕГО		0 – 100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>;
- Цифровой образовательный ресурс-библиотечная система IPR SMART — <https://www.iprbookshop.ru/>;
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studentlibrary.ru;
- Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com;
- Образовательная платформа ЮРАЙТ www.urait.ru;
- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU http://www.elibrary.ru;
- Библиотеки нефтяных вузов России:
 - Электронная нефтегазовая библиотека РГУ нефти и газа им. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>;
 - Электронная библиотека Уфимского государственного нефтяного технического университета <http://bibl.rusoil.net/>;
 - Библиотечно-информационный комплекс Ухтинского государственного технического университета УГТУ <http://lib.ugtu.net/books>;
- Электронная справочная система нормативно-технической документации «Технорматив»;
- ЭКБСОН-информационная система доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки.

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- Microsoft Windows,
- Microsoft Office Professional Plus,

- Jupyter Notebook (свободно-распространяемое ПО),
- Google Colaboratory (свободно распространяемое ПО),
- язык программирования Python со следующими библиотеками: NumPy (для матричных вычислений), Matplotlib / Mayavi / VTK (для визуализации), SciPy (для научных вычислений и интегрирования).

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно – наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	3	4
1.	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., микрофон - 1 шт., документ-камера - 1 шт., телевизор - 2 шт.	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70.
	Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторных занятий); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья. Моноблоки, проектор - 1 шт., проекционный экран - 1 шт., акустическая система (колонки) - 4 шт., микрофон - 1 шт., документ-камера - 1 шт., телевизор - 2 шт.	625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к лабораторному занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом лабораторных занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего лабораторного занятия.

Подготовка к лабораторному занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересных вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на практическом занятии.

В начале лабораторного занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

В конце каждой темы подводятся итоги, предлагаются темы докладов, выносятся вопросы для самоподготовки.

Лабораторные занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по созданию и эксплуатации баз данных, подготовиться к научно-исследовательской деятельности. В процессе работы на лабораторных занятиях обучающийся должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Усвоенный материал необходимо научиться применять при решении поставленных задач.

Успешному осуществлению внеаудиторной самостоятельной работы способствует проведение коллоквиумов. Они обеспечивают непосредственную связь между студентом и преподавателем (по ним преподаватель судит о трудностях, возникающих у студентов в ходе учебного процесса, о степени усвоения предмета, о помощи, какую надо указать, чтобы устранить пробелы в знаниях); они используются для осуществления контрольных функций.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является одной из важнейших форм изучения любой дисциплины. Она позволяет систематизировать и углубить теоретические знания, закрепить умения и навыки, способствует развитию умений пользоваться научной и учебно-методической литературой. Познавательная деятельность в процессе самостоятельной работы требует от студента высокого уровня активности и самоорганизованности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, изучение мультимедиалекций, расположенных в свободном доступе, решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Работа на лекции – это сложный процесс, который включает в себя такие элементы как слушание, осмысление и, собственно, конспектирование. Для того, чтобы лекция выполнила свое назначение, важно подготовиться к ней и ее записи еще до прихода преподавателя в аудиторию, поскольку в первые минуты лекции объявляется тема лекции, формулируется ее основная цель. Без этого дальнейшее восприятие лекции становится сложным. Важно научиться слушать преподавателя во время лекции. Здесь не следует

путать такие понятия как слышать и слушать. Слушание лекции состоит из нескольких этапов, начиная от слышания (первый шаг в процессе осмысленного слушания) и заканчивая оценкой сказанного.

Чтобы процесс слушания стал более эффективным, нужно разделять качество общения с лектором, научиться поддерживать непрерывное внимание к выступающему. Для оптимизации процесса слушания следует:

1. научиться выделять основные положения. Нельзя понять и запомнить все, что говорит выступающий, однако можно выделить основные моменты. Для этого необходимо обращать внимание на вводные слова, словосочетания, фразы, которые используются, как правило, для перехода к новым положениям, выводам и обобщениям;

2. во время лекции осуществлять поэтапный анализ и обобщение, услышанного. Необходимо постоянно анализировать и обобщать положения, раскрываемые в речи говорящего. Стараясь представить материал обобщенно, мы готовим надежную базу для экономной, свернутой его записи. Делать это лучше всего по этапам, ориентируясь на момент логического завершения одного вопроса (подвопроса, тезиса и т.д.) и перехода к другому;

3. готовность слушать выступление лектора до конца.

Слушание является лишь одним из элементов хорошего усвоения лекционного материала.

Поток информации, который сообщается во время лекции необходимо фиксировать, записывать – научиться вести конспект лекции, где формулировались бы наиболее важные моменты, основные положения, излагаемые лектором. Для ведения конспекта лекции следует использовать тетрадь. Ведение конспекта на листочках не рекомендуется, поскольку они не так удобны в использовании и часто теряются. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или непосредственно у преподавателя в конце лекции.

Составляя конспект лекции, следует оставлять значительный интервал между строчками. Это связано с тем, что иногда возникает необходимость вписать в первоначальный текст лекции одну или несколько строчек, имеющих принципиальное значение и почерпнутых из других источников. Расстояние между строками необходимо также для подчеркивания слов или целых групп слов (такое подчеркивание вызывается необходимостью привлечь внимание к данному месту в тексте при повторном чтении). Обычно подчеркивают определения, выводы.

Главным отличием конспекта лекции от текста является свертывание текста. При ведении конспекта удаляются отдельные слова или части текста, которые не выражают значимую информацию, а развернутые обороты речи заменяют более лаконичными или же синонимичными словосочетаниями. При конспектировании основную информацию следует записывать подробно, а дополнительные и вспомогательные сведения, примеры – очень кратко. Особенно важные моменты лекции, на которые следует обратить особое внимание лектор, как правило, читает в замедленном темпе, что позволяет сделать их запись дословной. Также важно полностью без всяких изменений вносить в тетрадь схемы, таблицы, чертежи и т.п., если они предполагаются в лекции. Для того, чтобы совместить механическую запись с почти дословным фиксированием наиболее важных положений, можно использовать системы условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким.

КАРТА**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**Дисциплина: **Математические основы робототехники**Код, направление подготовки: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**Направленность (профиль): **Нейросетевые технологии в автоматизированных системах управления**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Авцинов, И. А. Основы организационно-технологического управления роботизированными комплексами. Лабораторный практикум : учебное пособие / И. А. Авцинов, В. К. Битюков. - Электрон. дан. (1 файл)col. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2022. - 179 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/122597.html . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "IPR BOOKS". - ISBN 978-5-00032-570-4 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	ЭР*	15	100	+
2	Булгаков, А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. - Электрон.текстовые дан. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2021. - 486 с. - URL: https://www.iprbookshop.ru/142007.html . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "IPR BOOKS". - ISBN 978-5-91359-013-8 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	ЭР*	15	100	+
3	Мисюра, Н. Е. Кватернионные модели в кинематике и динамике твердого тела : учебное пособие для вузов / Н. Е. Мисюра, Е. А. Митюшов. - Санкт-Петербург : Лань, 2026. - 108 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/517842 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ISBN 978-5-507-54492-9 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	ЭР*	15	100	+
4	Мобильные роботы : робот-колесо и робот-шар / Р. Армур, Дж. Винсент, Т. Иликорпи [и др.] ; ред.: А. В. Борисов, И. С. Мамаев. - Электрон.текстовые дан. - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013. - 532 с. - URL: http://www.iprbookshop.ru/28901.html . - ISBN 978-5-4344-0124-1 : Б. ц. - Текст : электронный.	ЭР*	15	100	+

ЭР – электронный ресурс для автор. пользователей доступен через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>