

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 15.06.2026 12:28:21  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f5b6c177a486b9a8788b8322573



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Математические методы кинематики станков и роботов» по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности «Робототехника» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)  
**«Математические методы кинематики станков и роботов»**

Направление подготовки (специальность)  
**02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»**

Направленность (профиль)  
**«Робототехника»**

Присваиваемая квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Год набора  
**2026**

Челябинск, 2026 г.



## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств .....	3
2. Перечень формируемых компетенций .....	4
3. Содержание оценочных средств по дисциплине .....	6
3.1. Виды оценочных средств .....	6
3.2. Содержание оценочных средств .....	7
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации .....	9
4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации .....	9
4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств .....	9
4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.....	9



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Математические методы кинематики станков и роботов» по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности «Робототехника» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 3

## 1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки: 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Направленность (профиль): Робототехника.

Дисциплина: Математические методы кинематики станков и роботов.

Семестры: 3.

Форма промежуточной аттестации: экзамен в 3 семестре.

Для оценивания результатов обучения используется балльно-рейтинговая система.



## 2. Перечень формируемых компетенций

Изучение дисциплины «Математические методы кинематики станков и роботов» направлено на формирование компетенций, приведённых в 1.

Таблица 1. Результаты обучения по дисциплине.

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
<b>УК-2</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Определяет этапы жизненного цикла проекта и выстраивает последовательность их реализации. УК-2.2. Формулирует проблему, на решение которой направлен проект, грамотно определяет цель проекта. УК-2.3. Проектирует решение конкретных задач проекта, выбирая оптимальный способ их решения.	Знать принципы управления проектами. Уметь формулировать цели проекта и определять пути решения. Владеть технологиями в сфере управления ИТ-проектами.
<b>ОПК-4:</b> Способен оптимальным образом комбинировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.1. Обладает базовыми знаниями о существующих информационно-коммуникационных технологиях и методах их интегрирования с учетом требований информационной безопасности для решения профессиональных задач. ОПК-4.2. Демонстрирует умение проводить анализ и оптимальным образом выбирать информационно-коммуникационные технологии для решения профессиональных задач с учетом требований информационной безопасности. ОПК-4.3. Имеет практический опыт комбинирования различных типов информационно-коммуникационных технологий для решения задач в области профессиональной деятельности.	Знать основы функционирования и администрирования сетевой инфраструктуры; основные принципы информационной безопасности. Уметь проектировать сетевую инфраструктуру в соответствии с потребностями построения информационной системы организации; производить установку и настройку систем и сетевого оборудования. Владеть инструментальными средствами и навыками управления сетевым оборудованием и сетевыми компонентами вычислительных систем; методами и средствами контроля работы сетевых устройств и служб.
<b>ОПК-5:</b> Способен устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем, осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов	ОПК-5.1. Обладает базовыми знаниями методологий и принципов эффективного управления разработкой программных средств и ИТ-проектов. ОПК-5.2. Демонстрирует умения устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем и баз данных, планировать реализацию ИТ-проектов. ОПК-5.3. Имеет практический опыт сопровождения программного обеспечения информационных систем и баз данных, опыт участия в реализации ИТ-проектов.	Знать назначение и виды ПО, состав функциональных и обеспечивающих подсистем ПО; методы анализа прикладной области, типовые требования к информационным системам. Уметь анализировать и выбирать архитектуру вычислительных систем, сетей и систем телекоммуникаций и их подсистем; выбирать инструментальные средства и технологии проектирования ПО, использовать различные операционные системы; планировать реализацию ИТ-проектов. Владеть навыками работы в современной программно-технической среде в различных операционных системах и компьютерных сетях; навыками работы с инструментальными средствами



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Математические методы кинематики станков и роботов» по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности «Робототехника» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 5

моделирования систем в сетевых топологиях.



### 3. Содержание оценочных средств по дисциплине

#### 3.1. Виды оценочных средств

Таблица 2. Виды оценочных средств.

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знать принципы управления проектами.	Математический методы кинематики	3	1-10	Проект
	Уметь формулировать цели проекта и определять пути решения.				
	Владеть технологиями в сфере управления ИТ-проектами.				
ОПК-4: Способен оптимальным образом комбинировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Знать основы функционирования и администрирования сетевой инфраструктуры; основные принципы информационной безопасности.				
	Уметь проектировать сетевую инфраструктуру в соответствии с потребностями построения информационной системы организации; производить установку и настройку систем и сетевого оборудования.				
	Владеть инструментальными средствами и навыками управления сетевым оборудованием и сетевыми компонентами вычислительных систем; методами и средствами контроля работы сетевых устройств и служб.				
ОПК-5: Способен устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем, осуществлять эффективное управление	Знать назначение и виды ПО, состав функциональных и обеспечивающих подсистем ПО; методы анализа прикладной области, типовые требования к информационным системам.			1-10	Самостоятельная работа



разработкой программных средств и проектов	Уметь анализировать и выбирать архитектуру вычислительных систем, сетей и систем телекоммуникаций и их подсистем; выбирать инструментальные средства и технологии проектирования ПО, использовать различные операционные системы; планировать реализацию IT-проектов.				
	Владеть навыками работы в современной программно-технической среде в различных операционных системах и компьютерных сетях; навыками работы с инструментальными средствами моделирования систем в сетевых топологиях.				

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

### 3.2. Содержание оценочных средств

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена в 3 семестре.

Перечень направлений для реализации в проектах:

1. Применение дробно-дифференциального исчисления для моделирования демпфирования вибраций в 5-осевых станках
2. Построение модели упруго-вязкого звена с дробной производной, анализ устойчивости решения, сравнение с классическими моделями Кельвина—Фойхта на примере траекторий высокоскоростной обработки.
3. Синтез оптимальных траекторий с использованием вариационного исчисления и сплайнов на многообразиях  $SO(3) \times \mathbb{R}^3$ .
4. Формулировка функционала качества (время, энергия, плавность), вывод уравнений Эйлера—Лагранжа в кватернионном представлении, реализация геодезической интерполяции для избегания кинематических сингулярностей.
5. Анализ рабочей зоны избыточных манипуляторов методами алгебраической геометрии.
6. Представление кинематических уравнений как системы полиномиальных ограничений, вычисление размерности и границ конфигурационного многообразия с использованием базисов Грёбнера, визуализация в среде SageMath/Maple.
7. Реконструкция траектории инструмента по дискретным данным датчиков с применением рядов Фурье и вейвлет- анализа.



8. Фильтрация шумов измерений, аппроксимация угловых/линейных координат тригонометрическими и вейвлет-рядами, оценка погрешности восстановления скоростей и ускорений методом Парсеваля.
9. Топологический анализ кинематических сингулярностей манипуляторов: применение теории Морса и характеристических классов.
10. Построение функции высоты на конфигурационном пространстве, классификация критических точек якобиана, вычисление индексов Морса для оценки структуры сингулярных подмногообразий в 6-звенных механизмах.

Примеры тем самостоятельных работ:

1. Расчёт кинематической схемы 3-звенного планарного манипулятора.
2. Построение ДХ-параметров, вывод уравнений прямой кинематики, визуализация рабочей зоны в MATLAB/Python.
3. Анализ сингулярных конфигураций 5-осевого фрезерного станка с поворотным столом.
4. Классификация сингулярностей по типу кинематической схемы, расчёт якобиана в критических точках, рекомендации по их избеганию при обработке.
5. Сравнительный анализ методов решения обратной кинематики для 6-звенного промышленного робота.
6. Реализация геометрического и численного (градиентного) подходов, оценка точности и вычислительной сложности на тестовых траекториях.
7. Моделирование вибраций исполнительного органа при высокоскоростной интерполяции.
8. Построение дифференциальной модели движения с учётом упругих деформаций, анализ влияния параметров траектории на амплитуду колебаний.
9. Оптимизация траектории инструмента для минимизации времени обработки при ограничениях на ускорение.
10. Формулировка задачи как нелинейного программирования, решение методом штрафных функций или сплайн-интерполяции с адаптивной параметризацией.



#### **4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

##### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

Экзамен проводится в виде защиты проекта.

##### **4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств**

Критерии оценивания самостоятельных работ.

«Зачтено» - Работа выполнена в полном объеме, обучающийся знает материал, умеет анализировать проблему и может грамотно прокомментировать выполненную работу.

«Не зачтено» - Работа не выполнена, либо обучающийся не может ответить на контрольные вопросы, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими ошибками, либо отказывается от ответов на вопросы.

При подведении итогов учитываются результаты только промежуточной аттестации:

1. Доклад по проекту (15 баллов): структурированность доклада – 5 баллов, проработанность темы – 5 баллов, умение отвечать на вопросы – 5 баллов.

2. Проверка результатов выполнения заданий проекта (35 баллов): полнота выполнения – 10 баллов, правильность выполнения – 15 баллов, своевременность и последовательность выполнения – 10 баллов.

Итого - 50 баллов.

##### **4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций**

Итоговая оценка выставляется по балльной системе.

По сумме баллов студенту выставляется дифференцированная оценка:

оценка «Отлично» выставляется за 45-50 баллов,

оценка «Хорошо» - за 35-44 балла,

оценка «Удовлетворительно» за 25-34 балла,

оценка «Неудовлетворительно» за 24 и меньше баллов.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Продвинутый уровень сформированности компетенций соответствует оценке «зачтено»:

Обучающийся владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.

2. Базовый уровень соответствует оценке «зачтено»:

Обучающийся владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.

3. Пороговый уровень соответствует оценке «зачтено»:



Обучающийся владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов.

4. Низкий уровень соответствует оценке «не зачтено»:

Обучающийся не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.

