



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

**ОЛИМПИАДА «Я – МАГИСТР»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ в 2026 году**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»
ПРОГРАММА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
РОБОТАМИ И МЕХАТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ ЭТАПУ ОЛИМПИАДЫ**

Кафедра «Робототехника и мехатроника»

Составители:

к.т.н., доцент Попов С.И.

к.т.н., доцент Филимонов М.Н.

Председатель методической комиссии:

заведующий кафедрой РиМ, к.т.н., Изюмов А.И.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Характер и уровень сложности олимпиадных задач направлены на достижение целей проведения Олимпиады: выявление лиц, обладающих способностями к научно-исследовательской деятельности для формирования качественного контингента обучающихся, ориентированных на продолжение академической карьеры; привлечение талантливой молодежи, в том числе из зарубежных стран, к обучению в магистратуре.

Задания содержат теоретические вопросы и практические задачи и требуют знаний и умений, полученных в бакалавриате. Задания направлены на выявление способностей участников логично объяснять теоретические вопросы и применять свои знания для решения практических задач.

Очный этап Олимпиады проводится только в письменной форме. Каждый участник Олимпиады получает бланк с заданием, содержащий четыре вопроса теоретического характера и практическую задачу. При ответе на вопросы теоретического характера необходимо чётко и грамотно излагать материал, опираясь на факты и знания, раскрывать суть понятия, использовать общепринятую терминологию и демонстрировать понимание связи теории с практикой. Ответ должен быть логичным: пояснять предметную область, показывать связь рассматриваемого вопроса с задачами мехатроники и робототехники. В ответе необходимо рассматривать проблему с разных сторон, что бы показать глубину ваших знаний.

При решении практических задач требуется выполнить анализ задачи, определить какими методами, с использованием каких известных законов задача может быть решена. В процессе решения обязательно записывать комментарии для понимания ваших действий во время проверки.

При подготовке к Олимпиаде следует повторить приведенные ниже темы.

- Физика, математика;
- Детали машин и их конструирование;
- Датчики и измерения в мехатронных системах;
- Управление и моделирование мехатронных и робототехнических систем;
- Приводы роботов и мехатронных устройств;
- Искусственный интеллект.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ЗАДАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА

Тема 1. Детали машин и их конструирование

Описание раздела. Этот раздел включает общие принципы проектирования, расчета и создания основных элементов машин, мехатронных устройств и роботов. Рассматриваются конструкции и функционирование узлов, соединений, передач, валов, подшипников и других элементов, что является важным для проектирования и обеспечения работоспособности машин в целом.

Пример вопроса. «Виды и классификация механических передач. Основные области применения механических передач».

Разбор задания.

Мехатроника и робототехника изучает, проектирует и применяет различные устройства и роботы. В каждом из этих устройств используются механические передачи. Осуществляющие передачу движения, момента, усилия от двигателя к исполнительному органу или инструменту. Механические передачи обычно классифицируют по принципу передачи движения на фрикционные и передачи с зацеплением (зубчатые, цепные, червячные, винтовые). Основные виды включают зубчатые (цилиндрические, конические), ременные, цепные, червячные и фрикционные (с дисками, вариаторы), а также винтовые и планетарные. Они отличаются передаточным отношением (постоянное или регулируемое) и применяются для изменения скорости вращения и крутящего момента.

Далее должно быть дано описание указанных видов с указанием принципа действия, особенностей, области применения передач.

Тема 2. Название темы «Датчики и измерения в мехатронных системах».

Описание раздела. Датчики и измерения в мехатронных системах обеспечивают получение необходимой для управления и взаимодействия с другими системами информации. Датчики (сенсоры) преобразуют физические величины (температуру, давление, перемещение, скорость) в электрические сигналы для их обработке в процессорных системах управления.

Пример вопроса. «Основные параметры датчиков. Физические величины, подлежащие измерению в мехатронных системах».

Разбор задания (если требуется подробный разбор задания).

В мехатронных системах, в зависимости от их назначения, измеряются механические, электрические и тепловые величины, включая скорость и ускорение, перемещение, силу, крутящий момент, давление, а также другие параметры, значение которых необходимо знать для функционирования объекта.

Основными параметрами датчиков являются:

чувствительность (изменение выхода на единицу входа);

погрешность/точность (отклонение результата измерения от истинного значения);

диапазон измерения;

время отклика (скорость реакции);

линейность (прямолинейность характеристики);

разрешение (минимальное изменение входа, которое регистрируется).

Также датчики различаются по характеристикам выходного сигнала. Выходной сигнал может быть аналоговым (например - изменяющееся напряжение или ток), либо цифровыми.

К основным метрологическим характеристикам датчиков относятся:

- Погрешность - отклонение результата измерения от истинного значения.
- Точность - максимальная ожидаемая ошибка измерения; обратная характеристика погрешности.
- Линейность - степень соответствия реальной характеристики датчика идеальной прямой зависимости между входом и выходом.
- Отклонение от нуля - значение выходного сигнала при нулевом входном воздействии.
- Неопределённость результата - разброс возможных значений результата измерения при одном и том же выходном сигнале.

Современные микропроцессорные датчики могут иметь дополнительные функции, например:

- Фильтрация и обработка данных в самом датчике;
- Коррекция погрешностей измерения;
- Хранение и преобразование сигналов;
- Защита от помех;
- Линеаризация входных характеристик датчика.

С помощью датчиков мехатронные и робототехнические системы способны воспринимать «внешний мир» и принимать решения о взаимодействии с ним.

Тема 3. Название темы «Управление и моделирование мехатронных и робототехнических систем»

Описание раздела. Управление и моделирование мехатронных и робототехнических систем — это междисциплинарная область, объединяющая механику, электронику, информатику и теорию управления для создания, анализа и проектирования мехатронных и робототехнических систем в том числе интеллектуальных. Моделирование является основным инструментом для исследования поведения систем в различных условиях, с учетом взаимодействия с человеком, с другими роботами.

Пример вопроса. «Модель, ее назначение. Физические, аналоговые и математические модели».

Разбор задания.

Математическая модель — это упрощённое описание реального объекта, системы или явления с помощью математических понятий, формул, уравнений и графиков. Её основное назначение — исследование поведения реального объекта в различных условиях, проведение виртуальных экспериментов, оптимизация параметров, принятия обоснованных решений при конструировании и разработке новых систем.

Физические модели — это реальные, материальные уменьшенные или увеличенные копии объектов, аналоговые — основаны на подобии процессов разной природы, но которые описываются одними уравнениями (например процессы в электрической схеме и в гидравлической системе. Математические модели - это уравнения, описывающие связи между параметрами (переменными) реального объекта, связывая их с физической моделью.

Пример физической модели - макет самолета для аэродинамических испытаний.

Пример аналоговой модели - изучение механических колебаний в приводе робота с помощью разработанной электрической цепи, колебания токов и напряжений в которой соответствуют механическим колебаниям в реальном приводе.

Пример математической модели – уравнения описывающие перемещения робота в зависимости от скорости вращения каждого колеса. Для мобильного робота, имеющего два независимо управляемых ведущих колеса, его координаты на плоскости (x, y) и угловая ориентация в неподвижной системе координат зависят от скоростей движения его левого (w_L) и правого колеса (w_R) колеса.

Скорость движения робота V

$$V = \frac{R}{2} * (w_L + w_R)$$

Угловая скорость поворота шасси робота

$$w = \frac{R}{2 * L} * (w_R - w_L)$$

где

R – радиус колес, м;

L – расстояние между колесами, м.

Для построения полной математической модели динамики робота необходимо эти уравнения дополнить уравнениями баланса, сил, моментов с учетом инерционных сил и сил трения. Для моделирования управления также необходимо добавить уравнения, описывающие процессы в двигателях колес.

Тема 4. Название темы «Физика, математика»

Описание раздела. Физика, математика, динамика движения твердых тел.

Проектирование, управление и исследование мехатронных и робототехнических систем невозможно без применения знаний. Методов, алгоритмов решения задач из

таких областей знаний как математика, физика и описание и решение задач динамики движения звеньев роботов.

Пример вопроса. «Твердое тело падает с нулевой начальной скоростью и пролетает до пола расстояние h . Через какое время t_1 после начала движения тело пролетит половину расстояния до пола? Какую скорость v_1 будет оно иметь в этот момент?».

Разбор задания.

Требуются умения применять законы физики движения для решения этой задачи. Начальная скорость тела $v_0=0$, пройденное при падении расстояние h .

Найти:

время t_1 и скорость v_1 , когда тело пролетит половину расстояния

Решение:

При равноускоренном движении без начальной скорости:

Уравнение движения: $h=g*t^2/2$

Скорость: $v=g*t$

Половина расстояния: $h/2$

Найдем время t_1 . Подставляем в уравнение движения:

$$h/2=g*t_1^2/2 ;$$

$$h=g*t_1^2 ;$$

$$t_1=\sqrt{(h/g)}$$

Найдем скорость v_1 .

Используем формулу скорости: $v_1=g*t_1$;

$$v_1=\sqrt{(h*g)}$$

Найденные значения v_1 и t_1 являются ответом для этой задачи.

Тема 5. Название темы «Приводы роботов и мехатронных устройств»

Описание раздела. В данном разделе рассматриваются теоретические вопросы и практические задачи, относящиеся к приводам мехатронных и робототехнических систем.

Пример практической задачи.

Расчетная схема привода одного звена мехатронной системы приведена ниже.

На рисунке изображен груз m и противовес m_n соединенные через шкив двигателя тросом.



Определить величину усилий необходимых:

а) для разгона груза m с ускорением 1 м/с^2 при подъеме; масса груза $m=150\text{ кг}$; угол наклона поверхности $\alpha=60^\circ$; масса противовеса $m_{\text{п}}=50\text{ кг}$;

Разбор задания.

Уравнение движения системы определяется балансом сил (в векторной форме):

$$F = F_c + F_d$$

где F – равнодействующая сила, F_c – сумма статических сил, F_d – сумма динамических сил.

В данном случае статические усилия определяются разностью усилий, создаваемых грузом m и противовесом $m_{\text{п}}$, а также необходимо учитывать силу трения.

Скатывающаяся сила

$$F_1 = F_m \cdot \sin(\alpha);$$

где $F_m = m \cdot g$; $g = 9.8$;

$$F_1 = 1272\text{ Н};$$

Сила трения

$$F_2 = \mu \cdot F_m \cdot \cos(\alpha); \quad F_2 = 147\text{ Н};$$

статическая сила, создаваемая противовесом

$$F_{\text{сп}} = m_{\text{п}} \cdot g; \quad F_{\text{сп}} = 490\text{ Н};$$

Полная сумма статических сил

$$F_c = F_1 + F_2 - F_{\text{сп}}; \quad F_c = 1272 + 147 - 490 = 929\text{ Н};$$

Динамическая сила возникает при ускоренном движении груза и противовеса

$$F_d = m \cdot a + m_{\text{п}} \cdot a;$$

Для заданного ускорения $a = 1\text{ м/с}^2$

$$F_d = 1 \cdot (50 + 150) = 200\text{ Н};$$

Таким образом, необходимая сила должна быть:

$$F_{\text{drive}} = 929 + 200 = 1129\text{ Н};$$

Задача решена.

Тема 6. Название темы «Искусственный интеллект»

Описание раздела. Управление и моделирование мехатронных и робототехнических.

Пример вопроса. «Основные задачи, решаемые на основе методов искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике».

Разбор задания.

В робототехнике и мехатронике применяют различные подходы и направления искусственного интеллекта: машинное обучение, искусственные нейронные сети (ИНС), нечеткую логику, эволюционные вычисления и генетические алгоритмы.

Для управления или принятия решения используются алгоритмы, опирающиеся на знания, извлекаемые из экспериментально полученных закономерностей на основе анализа больших наборов данных. При этом могут быть использованы ИНС, которые после их обучения позволяют эффективно управлять нелинейными системами в

условиях шумов и обеспечить адаптивность. При использовании ИНС можно отметить некоторые недостатки, например значительные временные затраты на создание и обучение ИНС, однозначно непредсказуемый результат управления с помощью ИНС.

Для создания экспертных систем, систем принятия решения или управления роботами широко используются методы нечеткой логики. Аппарат нечеткой разработан Л. Заде, базируется на понятии нечеткого множества как объекта с функцией принадлежности, принимающей значения в интервале $[0, 1]$.

В последнее время стали чаще применяться различные биоинспирированные методы искусственного интеллекта. К ним относятся эволюционные алгоритмы, алгоритмы роя частиц, муравьиный алгоритм и другие. Их применение эффективно при решении оптимизационных задач, поиска траекторий и решений.

Литература для подготовки

1. Молотников, В. Я. Техническая механика / В. Я. Молотников. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 476 с. — ISBN 978-5-507-45522-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271301> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ивлиев, А. Д. Физика / А. Д. Ивлиев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 676 с. — ISBN 978-5-507-48769-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362933> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Стрелков, С. П. Механика : учебник для вузов / С. П. Стрелков. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 560 с. — ISBN 978-5-507-50937-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/489416> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Борисов, А. Н. Микропроцессорные системы : учебное пособие / А. Н. Борисов, Р. Р. Бикмухаметов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-7579-2519-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/248900> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие для вузов / А. П. Лукинов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 608 с. — ISBN 978-5-507-51126-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/505285> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Гулия, Н. В. Детали машин : учебник для вузов / Н. В. Гулия, В. Г. Клоков, С. А. Юрков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 416 с. — ISBN 978-5-507-51111-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/505349> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Детали машин и основы конструирования : учебное пособие : в 2 частях / Д. М. Караваев, В. А. Москалев, Е. В. Матыгуллина, Л. Д. Сиротенко. — Пермь : ПНИПУ, 2022 — Часть 1 — 2022. — 137 с. — ISBN 978-5-398-02786-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/328802> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Мехатроника. Инженерный подход : учебное пособие для вузов / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев, А. Г. Ишутин [и др.] ; под редакцией А. Н. Веригин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 644 с. — ISBN 978-5-507-52181-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/439847> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : учебное пособие / Ю. В. Подураев. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 256 с. — ISBN 978-5-4497-0063-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86501.html> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
10. Федотов, А. В. Компьютерное управление в производственных системах : Учебное пособие для вузов / А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург

- : Лань, 2021. — 620 с. — ISBN 978-5-8114-8065-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171424> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Гаврилов, А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-4584-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206903> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Рязанов, С. И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Робототехника, робототехнические комплексы. Практикум : учебное пособие / С. И. Рязанов, Ю. В. Психин. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 156 с. — ISBN 978-5-9729-1351-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/346898> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
13. Смирнов А.Б., Тимофеев А.Н. Промышленные и сервисные роботы: учеб. пособие. — СПб, 2019. — 139 с.
14. Архипов, М. В. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами : учебник для среднего профессионального образования / М. В. Архипов, М. В. Вартанов, Р. С. Мищенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 170 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13082-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566632> (дата обращения: 12.11.2025).

Интернет- ресурсы:

1. Мехатроника. Материал из Википедии - свободной энциклопедии. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: свободный.
2. Робототехника. Материал из Википедии - свободной энциклопедии. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0> (дата обращения: 12.11.2025). — Режим доступа: свободный.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Заключительный этап олимпиады «Я – магистр» для поступающих в
магистратуру в 2026 году

Олимпиада по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»,
программа «Проектирование и интеллектуальное управление роботами и
мехатронными системами»

Критерии оценивания.

Задачи и особенности проведения заключительного этапа.

На заключительном этапе Олимпиады по программе «Мехатроника и робототехника», программа подготовки «Проектирование и интеллектуальное управление роботами и мехатронными системами» участники, прошедшие 1 этап должны дать ответы на вопросы теоретического характера и решить практическую задачу. Каждому участнику предлагаются 4 вопроса и задача. Максимальное суммарное количество баллов, которое может получить участник – 100. Ответ на каждый вопрос и решение задачи оценивается максимум в 20 баллов. Неверные ответы оцениваются в 0 баллов. Возможен частичный зачёт баллов за неполный ответ на теоретические вопросы и решение задачи. Подсчёт итоговой оценки осуществляется путём суммирования баллов, выставленных за каждый из вопросов.

Критерии оценивания вопросов теоретического характера

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан неполный ответ, но даны верные определения процессов/факторов ...	1-5
Дан неполный ответ, но верно указаны области определения/применения	1-5
Дан неполный ответ, но верно указаны физическая сущность и особенности взаимосвязей явлений и процессов	1-5
Дан неполный ответ, но верно указаны последовательности и логика использования На конкретном примере	1-5
Дан развернутый верный ответ	20

При оценивании решения практических задач олимпиадного задания необходимо обращать внимание на логику их решения и корректность использования физических законов и математических методов для достижения решения задачи.

Например, рассмотрим следующую задачу.

Резиновый шарик падает вертикально с некоторой высоты и упруго сталкивается с доской, закрепленной под углом 45° к горизонту. Будем считать, что до удара шарик двигался с ускорением $a = 5 \text{ м/с}^2$. Найдите ускорение шарика сразу после удара (его величину и направление).

Всего: 20 баллов.

Критерии оценивания, например, для этой задачи

Критерий	Баллы
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Правильно записан 2 закон Ньютона для движения шарика до удара	4
Получено правильное уравнение для определения направления вектора движения шарика после удара	4
Указано, что в результате удара скорость шарика не изменяется по модулю, а направление скорости после удара горизонтально	4
Указано, что изменение направления скорости привело к изменению направления силы сопротивления воздуха, модуль силы сопротивления не изменился	4
Правильно записан 2ой закон Ньютона для движения шарика сразу после удара, верно вычислено ускорение шарика	4
Дан верный ответ по всем пунктам	20

Иные задачи оцениваются аналогичным образом – правильно выполненном решении части задачи должны быть выставлены соответствующие баллы.