



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**

**27.04.04 «УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
(СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ)**
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМУ ЭТАПУ ОЛИМПИАДЫ

Составители: Дымочкин Д.Д., к.т.н., доцент,
Христофорова В.В., к.т.н., доцент,
Абросимов Д.В., доцент
Председатель методической комиссии:
Обухов П.С., зав. кафедрой СПАК, доцент

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Характер и уровень сложности олимпиадных задач направлены на достижение целей проведения Олимпиады: выявление и поддержка лиц, проявивших выдающиеся способности; стимулирование учебно-познавательной и научно-исследовательской деятельности обучающихся; развитие у обучающихся интеллектуальных и творческих способностей; создание необходимых условий для формирования качественного контингента магистрантов, ориентированных на продолжение академической карьеры; формирование системы непрерывного взаимодействия с одаренной и талантливой молодежью; распространение и популяризация научных знаний; привлечение талантливой молодежи, в том числе из зарубежных стран, к обучению в магистратуре.

Задания дифференцированы по сложности и требуют различных временных затрат на верное и полное решение. Задания направлены на выявление интеллектуального потенциала, аналитических способностей и креативности мышления участников и т.п.

Очный этап Олимпиады проводится только в письменной форме. Каждый участник Олимпиады получает бланк с заданием, содержащим 5 заданий. При выполнении заданий требуется:

1. Стого соблюдать регламент времени;
2. Оформлять решения чётко и структурировано;
3. Приводить полные и структурированные ответы;
4. Форматировать ответы для удобства проверки;
5. Сдавать работу в установленном виде.

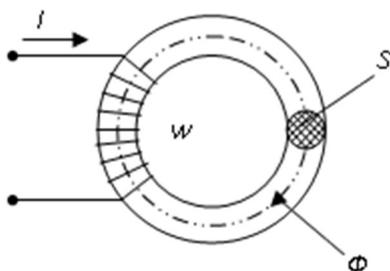
При подготовке к Олимпиаде следует повторить приведенные ниже темы.

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

Тема 1. Электротехника и электроника.

Примеры заданий:

Задание 1. Дополните предложение:



Если при неизменном магнитном потоке увеличить площадь поперечного сечения S магнитопровода, то магнитная индукция B _____.

Ответ: уменьшиться

Пояснение:

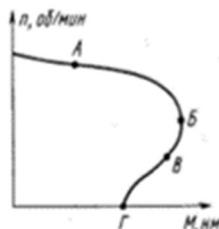
Магнитная индукция B связана с магнитным потоком Φ и площадью поперечного сечения S соотношением:

$$B = \frac{\Phi}{S}$$

При неизменном магнитном потоке Φ увеличение площади S приводит к уменьшению значения дроби, то есть к снижению магнитной индукции B .

Задание 2. На механической характеристике асинхронного электродвигателя укажите точки:

1. Пусковой момент
2. Критический момент
3. Номинальный момент



Ответ: 1-Г, 2-Б, 3-А

Пояснение:

Пусковой момент всегда измеряется при нулевой скорости, поэтому он находится на оси М.

Критический момент — это максимум кривой, так как при дальнейшем увеличении нагрузки скорость падает, а момент не растёт.

Номинальный момент лежит в рабочей зоне, где двигатель работает в штатном режиме при номинальной скорости.

Тема 2. Микропроцессорная техника

Пример задания:

Дополните предложение:

Назначение стандартного блока RS - триггер с приоритетом по _____.

Ответ: сбросу

Пояснение:

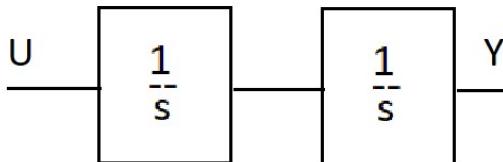
RS-триггер — это последовательностная схема с двумя устойчивыми состояниями (0 и 1), обладающая свойством памяти. Он имеет два основных входа:

- S (Set) — установка (переводит триггер в состояние «1»);
- R (Reset) — сброс (переводит триггер в состояние «0»).

Тема 3. Теория автоматического управления

Примеры вопросов:

Задание 1. Для объекта, заданного структурной схемой, представленной на



рисунке определить управление, которое

переведет из состояния $x(0) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ в

состояние покоя за 5 секунд, затратив
минимум энергии.

Ответ:

Для решения задачи необходимо определить оптимальное управление $u(t)$, переводящее объект из начального состояния $x(0) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ в состояние покоя $(x(5) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix})$ за время $T = 5$ с при минимуме затрат энергии.

1. Модель объекта

Структурная схема с двумя интеграторами соответствует системе второго порядка с уравнениями в переменных состояния:

$$\begin{cases} x_1'(t) = x_2(t), \\ x_2'(t) = u(t) \end{cases}$$

2. Критерий оптимальности

Минимизируется затраченная энергия (квадратичный функционал):

$$J = \frac{1}{2} \int_0^5 u^2(t) dt \rightarrow \min.$$

3. Решение через принцип максимума Понtryгина

Вводим сопряжённые переменные $\lambda(t) = (\frac{\lambda_1(t)}{\lambda_2(t)})$. Гамильтониан:

$$H = \frac{1}{2} u^2 + \lambda_1 x_2 + \lambda_2 u.$$

Уравнения для сопряжённых переменных:

$$\begin{cases} \dot{\lambda}_1 = -\frac{\partial H}{\partial x_1} = 0, \\ \dot{\lambda}_2 = -\frac{\partial H}{\partial x_2} = -\lambda_1 \end{cases}$$

Оптимальное управление находится из условия $\frac{\partial H}{\partial u} = 0$:

$$u^*(t) = -\lambda_2(t).$$

4. Решение системы уравнений

Из $\lambda_1' = 0$ следует $\lambda_1(t) = C_1$ (константа).

Тогда $\lambda_2' = -C_1$, откуда $\lambda_2(t) = -C_1 t + C_2$.

Оптимальное управление:

$$u^*(t) = C_1 t - C_2.$$

Подставляем $u^*(t)$ в уравнения состояния и интегрируем:

$$\begin{aligned} 1. \quad x_2' &= C_1 t - C_2 \rightarrow x_2(t) = \frac{C_1}{2} t^2 - C_2 t + C_3, \\ 2. \quad x_1' &= x_2 \rightarrow x_1(t) = \frac{C_1}{6} t^3 - \frac{C_2}{2} t^2 + C_3 t + C_4. \end{aligned}$$

5. Границные условия

Используем $x(0) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ и $x(5) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$:

- При $t = 0$:

$$\begin{aligned} x_1(0) &= C_4 = 1, \\ x_2(0) &= C_3 = 1. \end{aligned}$$

- При $t = 5$:

$$\begin{aligned} x_1(5) &= \frac{C_1}{6} \cdot 125 - \frac{C_2}{2} \cdot 25 + 1 \cdot 5 + 1 = 0, \\ x_2(5) &= \frac{C_1}{2} \cdot 25 - C_2 \cdot 5 + 1 = 0. \end{aligned}$$

Решаем систему:

$$\begin{cases} \frac{125}{6} C_1 - \frac{25}{2} C_2 + 6 = 0, \\ \frac{25}{2} C_1 - 5 C_2 + 1 = 0. \end{cases}$$

Упрощаем:

1. $125C_1 - 75C_2 + 36 = 0$,
2. $25C_1 - 10C_2 + 2 = 0$.

Решая, находим:

$$C_1 = -\frac{12}{25}, \quad C_2 = -\frac{14}{25}.$$

6. Итоговое управление

Подставляем C_1 и C_2 в $u^*(t)$:

$$u^*(t) = -\frac{12}{25}t + \frac{14}{25} = \frac{14 - 12t}{25}.$$

Литература для подготовки

1. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург:Профессия,2003. — 752 с. : ил. — (Специалист). — ISBN 5-93913-035-6.
2. Хоровиц, П. Искусство схемотехники : [перевод с английского] / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. Б. Н. Бронина [и др.]. — 7-е изд. — Москва : Бином, 2015. — 704 с. : ил. — ISBN 978-5-9518-0351-1.

Интернет- ресурсы:

1. eLIBRARY.ru: научная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Научно-техническая библиотека ДГТУ. – URL: <https://ntb.donstu.ru>

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

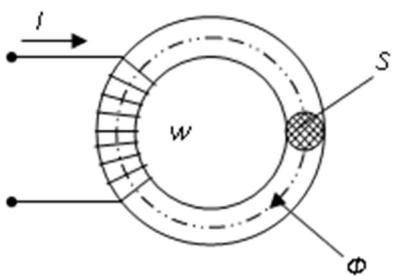
Заключительный этап олимпиады «Я – магистр» для поступающих в
магистратуру в 2026 году

Олимпиада по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах»,
программа: Системы автоматизированного контроля и управления.

Критерии проверки.

Вариант заключительного этапа Олимпиады направлению 27.04.04 «Управление в технических системах», программа: Системы автоматизированного контроля и управления, включает в себя 5 заданий разного типа. Наибольшая итоговая сумма баллов, которой могут быть оценены ответы на все вопросы олимпиадного варианта при условии отсутствия в них ошибок, неправильных, неполных или неточных ответов, равна 100. Неверные ответы оцениваются в 0 баллов. Возможен частичный зачёт баллов за неполный ответ на задание. Под неполным понимается ответ, содержащий правильные ответы не на все вопросы задания. В таком случае присуждается только часть баллов за правильные ответы задания, соответствующая доле от максимально возможного балла. Подсчёт итоговой оценки за задание осуществляется путём суммирования баллов, выставленных за каждый из вопросов.

Задача 1. Дополните предложение:



Если при неизменном магнитном потоке увеличить площадь поперечного сечения S магнитопровода, то магнитная индукция B _____.

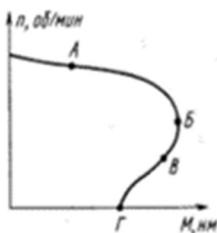
Всего: 10 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	10

Задача 2. На механической характеристике асинхронного электродвигателя укажите точки:

1. Пусковой момент
2. Критический момент
3. Номинальный момент



Всего: 10 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	10

Задача 3. Дополните предложение:

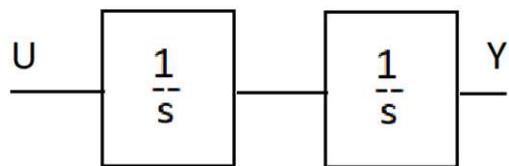
Назначение стандартного блока RS - триггер с приоритетом по _____

Всего: 10 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Дан верный ответ	10

Задача 4. Для объекта, заданного структурной схемой, представленной на рисунке определить управление, которое



переведет из состояния $x(0) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ в состояние покоя за 5 секунд, затратив минимум энергии.

Всего: 35 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Представлена полная и верная структурная схема в виде системы дифференциальных уравнений	5

Постановка задачи оптимального управления	5
Получено аналитическое решение для $u^*(t)$ и $x^*(t)$ с корректной подстановкой начальных/конечных условий	10
Доказано, что за 5 с система достигает состояния покоя ($x(5)=0$) при найденном управлении	15
Дан верный ответ по всем пунктам	35

Задача 5. Система дифференциальных уравнений, описывающая динамику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, имеет вид:

$$\begin{cases} U - c_e \omega = RI + L dI/dt; \\ c_M I = J d\omega/dt + M(\omega), \end{cases}$$

где U - напряжение якоря двигателя; ω - частота вращения ротора двигателя; I - ток якоря двигателя; R , L - активное и индуктивное сопротивления якоря; J - момент инерции, приведенный к якорю; c_e , c_M - коэффициенты. На ротор двигателя подается возмущение вида $M(\omega) = \frac{k}{\omega}$

Проанализировать изменение динамических свойств двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, на ротор которого подается возмущение, в зависимости от напряжения якоря, в том числе:

- определить зависимость координат стационарных точек в зависимости от напряжения якоря;
- линеаризовать систему уравнений, описывающую динамику двигателя;
- определить устойчивость и тип стационарных точек в зависимости от напряжения якоря;
- качественно построить корневой годограф в зависимости от напряжения якоря.

Всего 35 баллов.

Критерии проверки (оценивания)

Критерий	Балл
Дан неверный ответ/ответ отсутствует	0
Все переменные и параметры системы верно идентифицированы и пояснены; уравнения записаны в стандартной форме для анализа	5
Найдены точные выражения для координат стационарных точек (I_s, ω_s) как функций U ; показано, как они зависят от U	5
Для всех диапазонов U определены: тип стационарных точек (узел, фокус и т. п.) и их устойчивость (асимптотическая, нейтральная) с обоснованием через собственные значения матрицы A	10

Качественно построен годограф на комплексной плоскости: показаны траектории корней при изменении U , отмечены критические точки (переходы устойчивости), указаны направления движения корней	15
Дан верный ответ по всем пунктам	35