



MINISTERIO DE CIENCIA Y EDUCACIÓN SUPERIOR DE LA FEDERACIÓN DE RUSIA
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA FEDERAL PRESUPUESTARIA DEL ESTADO DE
EDUCACIÓN SUPERIOR
«UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DEL DON»**

**OLIMPIADA INTERNACIONAL PARA ESTUDIANTES DE MAESTRÍA
"MASTERSIUM"**

DIRECCIÓN DE FORMACIÓN «MECATRÓNICA Y ROBÓTICA»
PROGRAMA «DISEÑO Y CONTROL INTELIGENTE DE ROBOTS Y SISTEMAS
MECATRÓNICOS»

RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS PARA LA PREPARACIÓN PARA LA
ETAPA FINAL DE LA OLIMPIADA

Departamento «Robótica y Mecatrónica»

Compiladores:

Candidato de Ciencias Técnicas, Profesor Asociado
Popov S.I.

Candidato de Ciencias Técnicas, Profesor Asociado
Filimonov M.N.

Presidente de la comisión metodológica:

Jefe del Departamento de RyM, Candidato de
Ciencias Técnicas, Izyumov A.I.

ETAPA FINAL

La naturaleza y el nivel de complejidad de las tareas olímpicas están orientados a alcanzar los objetivos de la realización de la Olimpiada: identificar a personas con aptitudes para la actividad de investigación científica para formar un contingente cualitativo de estudiantes, orientados a continuar una carrera académica; atraer a jóvenes talentosos, incluidos del extranjero, para estudiar en la maestría.

Las tareas contienen preguntas teóricas y problemas prácticos y requieren de conocimientos y habilidades adquiridos en la licenciatura. Las tareas están orientadas a identificar las capacidades de los participantes para explicar lógicamente preguntas teóricas y aplicar sus conocimientos para resolver problemas prácticos.

La etapa presencial de la Olimpiada se realiza únicamente en forma escrita. Cada participante de la Olimpiada recibe una hoja con la tarea, que contiene cuatro preguntas de carácter teórico y un problema práctico. Al responder a las preguntas de carácter teórico, es necesario exponer el material de manera clara y competente, basándose en hechos y conocimientos, revelar la esencia del concepto, utilizar terminología comúnmente aceptada y demostrar comprensión de la conexión entre teoría y práctica. La respuesta debe ser lógica: explicar el área temática, mostrar la conexión de la pregunta considerada con las tareas de la mecatrónica y la robótica. En la respuesta es necesario considerar el problema desde diferentes lados, para mostrar la profundidad de sus conocimientos.

Al resolver problemas prácticos se requiere realizar un análisis de la tarea, determinar con qué métodos, utilizando qué leyes conocidas puede resolverse la tarea. Durante la solución, es obligatorio escribir comentarios para comprender sus acciones durante la revisión.

Al prepararse para la Olimpiada se deben repasar los siguientes temas.

- Física, matemáticas;
- Partes de máquinas y su diseño;
- Sensores y mediciones en sistemas mecatrónicos;
- Control y modelado de sistemas mecatrónicos y robóticos;
- Accionamientos de robots y dispositivos mecatrónicos;
- Inteligencia artificial.

LISTA DE ELEMENTOS DE CONTENIDO, INCLUIDOS EN LAS TAREAS DE LA OLIMPIADA DE LA ETAPA FINAL DEL AÑO ACADÉMICO 2025/2026

Tema 1. Partes de máquinas y su diseño

Descripción de la sección. Esta sección incluye los principios generales de diseño, cálculo y creación de los elementos principales de máquinas, dispositivos mecatrónicos y robots. Se consideran las construcciones y el funcionamiento de conjuntos, conexiones, transmisiones, ejes, cojinetes y otros elementos, lo cual es importante para el diseño y garantía de la capacidad de trabajo de las máquinas en general.

Ejemplo de pregunta. «Tipos y clasificación de transmisiones mecánicas. Principales áreas de aplicación de las transmisiones mecánicas».

Desglose de la tarea.

La mecatrónica y la robótica estudian, diseñan y aplican diversos dispositivos y robots. En cada uno de estos dispositivos se utilizan transmisiones mecánicas. Realizan la transmisión de movimiento, par, fuerza desde el motor hasta el órgano de trabajo o herramienta. Las transmisiones mecánicas generalmente se clasifican según el principio de transmisión del movimiento en friccionales y transmisiones por engrane (engranajes, cadenas, tornillo sinfín, husillo). Los principales tipos incluyen engranajes (cilíndricos, cónicos), correas, cadenas, tornillo sinfín y friccionales (con discos, variadores), así como de husillo y planetarios. Se diferencian por la relación de transmisión (constante o regulable) y se aplican para cambiar la velocidad de rotación y el par.

A continuación, debe darse una descripción de los tipos indicando el principio de funcionamiento, características, área de aplicación de las transmisiones.

Tema 2. Nombre del tema «Sensores y mediciones en sistemas mecatrónicos».

Descripción de la sección. Los sensores y mediciones en sistemas mecatrónicos proporcionan la obtención de información necesaria para el control e interacción con otros sistemas. Los sensores convierten magnitudes físicas (temperatura, presión, desplazamiento, velocidad) en señales eléctricas para su procesamiento en sistemas de control procesal.

Ejemplo de pregunta. «Parámetros principales de los sensores. Magnitudes físicas sujetas a medición en sistemas mecatrónicos».

Desglose de la tarea (si se requiere un desglose detallado de la tarea).

En los sistemas mecatrónicos, dependiendo de su propósito, se miden magnitudes mecánicas, eléctricas y térmicas, incluyendo velocidad y aceleración, desplazamiento, fuerza, par torsor, presión, así como otros parámetros, cuyo valor es necesario conocer para el funcionamiento del objeto.

Los principales parámetros de los sensores son:

sensibilidad (cambio en la salida por unidad de entrada);

error/precisión (desviación del resultado de medición del valor verdadero);

rango de medición;

tiempo de respuesta (velocidad de reacción);

linealidad (rectitud de la característica);

resolución (cambio mínimo en la entrada que se registra).

También los sensores se diferencian por las características de la señal de salida. La señal de salida puede ser analógica (por ejemplo, voltaje o corriente variables), o digital.

Las principales características metrológicas de los sensores incluyen:

- Error - desviación del resultado de medición del valor verdadero.
- Precisión - error máximo esperado de medición; característica inversa al error.
- Linealidad - grado de correspondencia de la característica real del sensor con la dependencia lineal ideal entre entrada y salida.
- Desviación del cero - valor de la señal de salida con impacto de entrada nulo.
- Incertidumbre del resultado - dispersión de posibles valores del resultado de medición con la misma señal de salida.

Los sensores microprocesadores modernos pueden tener funciones adicionales, por ejemplo:

- Filtrado y procesamiento de datos en el propio sensor;
- Corrección de errores de medición;
- Almacenamiento y transformación de señales;
- Protección contra interferencias;
- Linealización de las características de entrada del sensor.

Con la ayuda de sensores, los sistemas mecatrónicos y robóticos son capaces de percibir el «mundo exterior» y tomar decisiones sobre la interacción con él.

Tema 3. Nombre del tema «Control y modelado de sistemas mecatrónicos y robóticos»

Descripción de la sección. El control y modelado de sistemas mecatrónicos y robóticos es un área interdisciplinaria que une mecánica, electrónica, informática y teoría de control para crear, analizar y diseñar sistemas mecatrónicos y robóticos, incluidos los inteligentes. El modelado es la herramienta principal para investigar el comportamiento de sistemas en diversas condiciones, considerando la interacción con el ser humano, con otros robots.

Ejemplo de pregunta. «Modelo, su propósito. Modelos físicos, analógicos y matemáticos».

Desglose de la tarea.

Un modelo matemático es una descripción simplificada de un objeto real, sistema o fenómeno mediante conceptos matemáticos, fórmulas, ecuaciones y gráficos. Su propósito principal es investigar el comportamiento del objeto real en diversas condiciones, realizar experimentos virtuales, optimizar parámetros, tomar decisiones fundamentadas al construir y desarrollar nuevos sistemas.

Los modelos físicos son copias reales, materiales reducidas o aumentadas de objetos; los analógicos se basan en la similitud de procesos de diferente naturaleza, pero que se

describen con las mismas ecuaciones (por ejemplo, procesos en un circuito eléctrico y en un sistema hidráulico). Los modelos matemáticos son ecuaciones que describen las conexiones entre los parámetros (variables) del objeto real, vinculándolos con el modelo físico.

Ejemplo de modelo físico - maqueta de avión para pruebas aerodinámicas.

Ejemplo de modelo analógico - estudio de oscilaciones mecánicas en el accionamiento de un robot mediante un circuito eléctrico desarrollado, cuyas oscilaciones de corrientes y voltajes corresponden a las oscilaciones mecánicas en el accionamiento real.

Ejemplo de modelo matemático -- ecuaciones que describen los desplazamientos del robot en función de la velocidad de rotación de cada rueda. Para un robot móvil con dos ruedas motrices controladas independientemente, sus coordenadas en el plano (x, y) y la orientación angular en un sistema de coordenadas fijo dependen de las velocidades de movimiento de su rueda izquierda (w_L) y derecha (w_R).

Velocidad de movimiento del robot V

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

Velocidad angular de giro del chasis del robot

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

donde

R – radio de las ruedas, m;

L – distancia entre las ruedas, m.

Para construir un modelo matemático completo de la dinámica del robot es necesario complementar estas ecuaciones con ecuaciones de balance de fuerzas, momentos considerando fuerzas de inercia y de fricción. Para modelar el control también es necesario agregar ecuaciones que describan los procesos en los motores de las ruedas.

Tema 4. Título del tema "Física, matemáticas"

Descripción de la sección. La física, las matemáticas, la dinámica del movimiento de los sólidos, el Diseño, el control y la investigación de los sistemas mecatrónicos y robóticos es imposible sin la aplicación del conocimiento. Métodos, algoritmos para resolver problemas de áreas de conocimiento como matemáticas, física y descripción y resolución de problemas de dinámica de movimiento de unidades de robots.

Pregunta de ejemplo. "El sólido cae a una velocidad inicial cero y vuela hasta el piso la distancia h. ¿cuánto tiempo t1 después del Inicio del movimiento, el cuerpo volará la mitad de la distancia al piso? ¿Qué velocidad tendrá v1 en este punto?».

Análisis de la tarea.

Se requieren habilidades para aplicar las leyes de la física del movimiento para resolver este problema. La velocidad inicial del cuerpo es $v_0=0$, la distancia recorrida en la caída es h.

Encontrar:

tiempo t1 y velocidad v1 cuando el cuerpo vuela la mitad de la distancia

Decisión:

Ecuación de movimiento: $h = g * t^2 / 2$

Velocidad: $V = g * t$

Media distancia: $h/2$

Encontraremos el tiempo t_1 . Sustituimos en la ecuación de movimiento:

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

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

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

Vamos a encontrar la velocidad v_1 .

Usamos la fórmula de velocidad: $V_1 = g * t_1$;

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

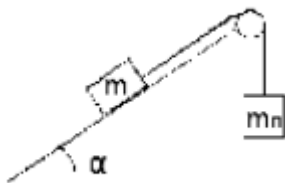
Los valores V_1 y t_1 encontrados son la respuesta para esta tarea.

Tema 5. Título del tema "Accionamientos de robots y dispositivos mecatrónicos"

Descripción de la sección. En esta sección se examinan cuestiones teóricas y problemas prácticos relacionados con los accionamientos de sistemas mecatrónicos y robóticos.

Ejemplo de tarea práctica.

A continuación se muestra el Esquema de diseño de la unidad de enlace único del sistema mecatrónico. La figura muestra la carga m y el contrapeso MP conectados a través de la polea del motor por un cable.



Determinar el esfuerzo necesario:

a) para la aceleración de la carga m con aceleración de $1 \text{ m} / \text{s}^2$ al levantar; peso de la carga $m=150 \text{ kg}$; ángulo de inclinación de la superficie $\alpha = 60$; peso del contrapeso $MP=50 \text{ kg}$;

Análisis de la tarea.

La ecuación de movimiento del sistema está determinada por el equilibrio de fuerzas (en forma vectorial):

$$F = F_c + F_d$$

donde F es la fuerza equivalente, F_c es la suma de las fuerzas estáticas, F_d es la suma de las fuerzas dinámicas.

En este caso, las fuerzas estáticas están determinadas por la diferencia de fuerzas creadas por la carga m y el contrapeso MP .. y también es necesario tener en cuenta la fuerza de fricción.

Fuerza rodante

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

donde $F_m = m \cdot g$; $g = 9.8$;
 $F_1 = 1272 \text{ H}$;

Rozamiento

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

fuerza estática generada por el contrapeso

$FCN = MP \cdot g$; $FCN = 490 \text{ N}$;

Suma total de fuerzas estáticas

$F_c = F_1 + F_2 - FCN$; $F_c = 1272 + 147 - 490 = 929 \text{ N}$;

La fuerza dinámica se produce cuando la carga y el contrapeso se mueven rápidamente

$F_d = m \cdot a + MP \cdot a$;

Para una aceleración dada $a = 1 \text{ m} / \text{s}^2$

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

Por lo tanto, la fuerza necesaria debe ser:

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

Problema resuelto.

Tema 6. Título del tema "inteligencia Artificial"

Descripción de la sección. Control y simulación mecatrónica y robótica.

Pregunta de ejemplo. "Los principales problemas resueltos en base a las técnicas de inteligencia artificial en mecatrónica y robótica".

Análisis de la tarea.

La robótica y la mecatrónica adoptan diferentes enfoques y direcciones de inteligencia artificial: aprendizaje automático, redes neuronales artificiales (ins), lógica difusa, computación evolutiva y algoritmos genéticos.

Para el control o la toma de decisiones, se utilizan algoritmos que se basan en el conocimiento extraído de patrones obtenidos experimentalmente a partir del análisis de grandes conjuntos de datos. En este caso, se pueden usar ins que, después de su entrenamiento, permitirán controlar eficazmente los sistemas no lineales en condiciones de ruido y garantizar la adaptabilidad. Al utilizar el ins, se pueden observar algunas desventajas, por ejemplo, el tiempo considerable para crear y capacitar al ins, el resultado de la gestión del ins de manera inequívoca e impredecible.

Los métodos de lógica difusa se utilizan ampliamente para crear sistemas expertos, sistemas de toma de decisiones o control de robots. El aparato difuso desarrollado Por L. Zadeh, se basa en el concepto de conjunto difuso como un objeto con una función de pertenencia, tomando valores en el intervalo $[0, 1]$.

Recientemente, varios métodos bioinspirados de inteligencia artificial se han utilizado con más frecuencia. Estos incluyen algoritmos evolutivos, algoritmos de enjambre de partículas, algoritmos de hormigas y otros. Su aplicación es efectiva para resolver problemas de optimización, encontrar trayectorias y soluciones.

Literatura para la preparación

1. Mecánica Técnica / V. ya. — 3ª Ed., estéreo. - San Petersburgo: LAN, 2023. — 476 P.-ISBN 978-5-507-45522-5. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/271301> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
2. Ivliev, A. D. Física / A. D. Ivliev. - 4ª Ed., estéreo. - San Petersburgo: LAN, 2024. — 676 P.-ISBN 978-5-507-48769-1. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/362933> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
3. Strelkov, S. P. Mecánica: un libro de texto para las universidades / S. P. Strelkov. - 7ª Ed., estéreo. - San Petersburgo: LAN, 2025. — 560 P.-ISBN 978-5-507-50937-9. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/489416> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
4. Borisov, A. N. sistemas de Microprocesadores: tutorial / A. N. Borisov, R. R. bikmukhametov. - Kazan: KNITU-KAI, 2021. — 188 P.-ISBN 978-5-7579-2519-6. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/248900> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
5. Lukinov, A. P. Diseño de dispositivos mecatrónicos y robóticos : una guía de estudio para universidades / A. P. lukinov. - 4ª Ed., estéreo. - San Petersburgo: LAN, 2025. — 608 P.-ISBN 978-5-507-51126-6. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/505285> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
6. Gulia, N. V. detalles de las máquinas: libro de texto para universidades / N. V. gulia, V. G. klokov, S.A. yurkov. - 4ª Ed., estéreo. - San Petersburgo: LAN, 2025. — 416 P.-ISBN 978-5-507-51111-2. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/505349> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
7. Los detalles de las máquinas y los fundamentos de la construcción: el manual: en 2 partes / D. M. karavaev, V. A. Moskaev, E. V. Matygullina, L. D. sirotenko. - Perm: PNIPU, 2022 — parte 1-2022. — 137 P.-ISBN 978-5-398-02786-0. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/328802> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
8. Mecatrónica. Enfoque de ingeniería: manual de capacitación para universidades / A. N. verigin, N. A. Nezayev, A. G. ishutin [et al.]; editado por A. N. verigin. - 2ª Ed., estéreo. - San Petersburgo: LAN, 2025. — 644 P.-ISBN 978-5-507-52181-4. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/439847> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.

9. Poduraev, Yu. V. mecatrónica: fundamentos, métodos, aplicación : tutorial / Yu.V. Poduraev. - Saratov: Ai PI Ar Media, 2019. — 256 c. — ISBN 978-5-4497-0063-6. - Texto: recurso educativo electrónico / / Digital IPR SMART: [sitio]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/86501.html> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autorizar. usuarios
10. Fedotov, A. V. control Informático en sistemas de producción : un manual de Capacitación para universidades / A. V. Fedotov, V. G. khomchenko. - 2ª Ed., estéreo. — San Petersburgo: Gama, 2021. — 620 P.-ISBN 978-5-8114-8065-4. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171424> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
11. Gavrilov, A. N. Herramientas y sistemas de control de procesos tecnológicos: tutorial / A. N. Gavrilov, Y. V. piatakov. — 3ª Ed., estéreo. - San Petersburgo: LAN, 2022. — 376 P.-ISBN 978-5-8114-4584-4. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206903> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
12. Riazanov, S. I. automatización de procesos de producción en ingeniería mecánica. Robótica, complejos robóticos. Curso práctico: manual de capacitación / S. I. Ryazanov, Y. V. Psigin. - Vologda: Infra-Ingeniería, 2023. — 156 P.-ISBN 978-5-9729-1351-0. - Texto: electrónico / / LAN: sistema de biblioteca electrónica. - URL: <https://e.lanbook.com/book/346898> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: para autoriz. usuarios.
13. Smirnov A. B., Timofeev A. N. robots Industriales y de Servicio: estudio. prestación. - San Petersburgo, 2019. – 139 P.
14. Arkhipov, M. V. robots Industriales: control de robots de manipulación: un libro de texto para la educación profesional secundaria / M. V. Arkhipov, M. V. vartanov, R. S. mishchenko. - 2ª Ed., ispr. - Moscú: editorial yuright, 2025. 170 (formación profesional). — ISBN 978-5-534-13082-9. - Texto: electrónico / / plataforma Educativa juright [sitio web]. - URL: <https://urait.ru/bcode/566632> (consultado el 12.11.2025).

Recursos de Internet:

1. Mecatrónica. El material es de Wikipedia, una enciclopedia libre. <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> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: libre.
2. Robótica. El material es de Wikipedia, una enciclopedia libre. <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> (consultado el 12.11.2025). - Modo de acceso: libre.