

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ИНФОРМАТИКЕ 2025-26

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

9 класс

Профиль «Робототехника»

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит решить теоретические задачи.

Время выполнения заданий теоретического тура 3 часа (180 минут).

Вам предлагаются 13 задач, из которых 9 задач с номерами от 09-01 до 09-09 являются общими, а 4 задачи с номерами от 09-10 до 09-13 являются специализированными.

Специализированные задачи имеют следующие специализации: Гуманоидная робототехника, Летательная робототехника, Манипуляторы и Колёсная робототехника.

Для того, чтобы выполнить полностью задания теоретического тура и набрать максимальный балл, вам необходимо решить все 13 задач.

Решения задач вы должны оформить на листах с индивидуальным кодом.

Ответы на задачи должны быть внесены в Бланк Ответов с индивидуальным кодом.

В Бланк Ответов вносятся только целые числа без указания размерности. Если в решении у вас получилось дробное число в ответе, то его нужно округлить по математическим правилам округления. В бланке ответов не должно быть никаких посторонних надписей или пометок или подписей. Ответы в бланке ответов должны быть без исправлений и подчисток. Если в процессе заполнения бланка ответов произошла ошибка, то вам следует заново заполнить бланк начисто. Бланк с ошибкой должен быть перечёркнут по диагонали и передан сотруднику оргкомитета олимпиады для уничтожения. При заполнении бланка ответов каждая цифра должна быть вписана в отдельное поле. Число ответа, состоящее из одной или нескольких цифр должно быть вписано в поля ответа начиная с самого левого поля. Если вы не смогли решить задачу или не приступали к решению задачи, то поля ответа для этих задач должны оставаться пустыми. Внизу под ответами необходимо вписать контрольную сумму. Контрольная сумма – это целочисленное число, которое является суммой всех ответов.

Пример вычисления контрольной суммы:

- допустим, что это есть ответы на выполненные задачи: 10, 3, 1000, 45, 13
- вычисление контрольной суммы: $10 + 3 + 1000 + 45 + 13 = 1071$
- в поле для контрольной суммы вносим число 1071.

Выполнение теоретических задач целесообразно организовать следующим образом:

- постарайтесь сначала решить лёгкие задачи, которые оцениваются в 1 балл и только затем приступайте к более сложным.

– после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности выбранных Вами ответов и решений.

- Перед заполнением бланка ответов выпишите числа ответов и контрольной суммы в черновике и только затем переносите цифры в бланк ответов.

Предупреждаем Вас, что:

- оценка за каждую задачу может быть только одна. За правильный ответ выставляется оценка равная числу баллов, указанному в условиях задач. За неправильный ответ выставляется оценка 0. Выставление оценок за частично выполненное решение не предусмотрено.

- каждый ответ должен быть подтверждён решением, записанным в бланке решений.

- оценка за задачу может быть снижена до нуля, если решение не соответствует ответу или решения в бланке решений нет.

Задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаете его членам жюри.

Решения задач должны быть записаны на бланке решений. Ответ на бланке решений должен совпадать с ответом на бланке ответов. В случае отсутствия решения на бланке решений ваш ответ за задачу может быть аннулирован.

Максимальная оценка за тур – 30 баллов.

Задача номер	баллы
09-01	1
09-02	1
09-03	3
09-04	5
09-05	3
09-06	3
09-07	3
09-08	6
09-09	1
09-10	1
09-11	1
09-12	1
09-13	1
сумма	30

Общие задачи

Задача 09-01. Компьютерное зрение. 1 балл.

Условие:

На орбите вокруг Земли становится все больше космического мусора. Большую опасность представляют маленькие объекты размером от 1 до 10 см, поскольку их много, но при этом они все еще могут пробить обшивку корабля, поскольку движутся с первой космической скоростью, которую в этой задаче мы будем считать равной 8 км/с. Представьте, что вы проектируете лазерную установку, которая должна разрушать и частично испарять частицы космического мусора. Для этого нужно (после обнаружения) давать очень точно локализованный кратковременный импульс с поверхности Земли в космос. В рамках первого прототипа лазер может светить только вверх. Какое расстояние успеет частица космического мусора пройти за время появления луча, если она находится на орбите высотой 300 км? Скорость света считать равной 300000 км/с. Ответ записать в метрах.

Задача 09-02. Компьютерное зрение. 1 балл.

Условие:

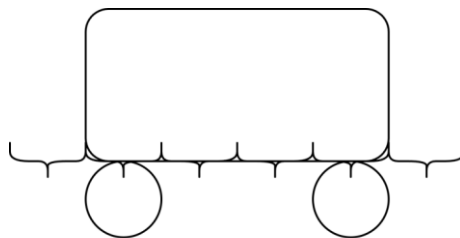
Вы находитесь на экваторе в ночное время. Погода безоблачная, дует легкий ветерок. Вы направляетесь вертикально вверх камеру с горизонтальным углом обзора 10 градусов так, что верхний и нижний края кадра параллельны экватору. Разрешение камеры составляет 1000x1000 пикселей. Вы делаете кадр с выдержкой 1 минута (это время, в течение которого свет, попадающий на матрицу, фиксируется в виде сигнала). На сколько пикселей растянется след от одной звезды, если считать ее точечным источником?

В ответ надо записать длину следа от одной звезды в пикселях.

Задача 09-03. Механика. 3 балла.

Условие:

Ты проектируешь автономный катамаран для сбора данных о чистоте воды в прибрежной зоне.



Вид спереди

Исходные данные:

Конструкция катамарана:

Два поплавка. Форма поплавков: цилиндрическая, диаметр $D = 0,3$ м.

Масса робота (корпус, электроника, батареи): $m = 250$ кг.

Среда:

Плотность воды: $\rho_{\text{воды}} = 1025 \text{ кг/м}^3$. (Плотность воды может отличаться от эталонной в связи с содержанием солей и примесей)

Ускорение свободного падения: $g \approx 10 \text{ Н/кг}$.

$\pi \approx 3,14$

Для начала рассчитай объемное водоизмещение одного поплавка, необходимого для поддержания робота на плаву (плавучесть). Для простоты расчета прими, что общий погруженный в воду объем делится поровну на 2 поплавка, при этом поплавки погружены в воду полностью.

Определи длину поплавков и запиши в см с округлением до целого.

В ответ надо записать длину поплавков в см.

Задача 09-04. Механика. 5 баллов.

Ты проектируешь робота, поднимающего детали на конвейере. Робот имеет плечо, на конце которого находится захват.

Исходные данные:

- Длина плеча: $L = 300 \text{ мм}$.
- Масса захвата с грузом: $m = 0,5 \text{ кг}$.
- Максимальное ускорение захвата: $a_{\text{max}} = 50 \text{ м/с}^2$.

Привод:

- Передаточное число редуктора привода: $i = 100$.
- Момент инерции ротора двигателя: $J_{\text{рот}} = 0,0001 \text{ кг*м}^2$.

Вопрос:

Оценивая момент инерции нагрузки, приведенный к валу двигателя, считать, что вся масса (m) сосредоточена на конце рычага длиной L .

В момент начала движения с максимальным ускорением a_{max} для подъёма детали, рассчитай динамический момент (момент сил для разгона), который должен развить двигатель на валу для обеспечения ускорения a_{max} , без учёта сил тяжести и трения.

Ответ запиши в Н*см и округли до целых.

Задача 09-05. Алгоритмы. 3 балла.

Условие:

Одномерный бинарный куб состоит из двух вершин - 0 и 1. Двумерный из четырех - 00, 01, 10, 11. Вы находитесь в некоторой вершине десятимерного куба. За один ход вы

можете перейти в вершину, кодировка которой отличается от кода текущей в одном бите. За какое минимальное число ходов можно побывать во всех вершинах этого десятимерного куба?

Задача 09-06. Алгоритмы. 3 балла.

Условие:

Робот-скат собран из идентичных модулей, расположенных в целочисленных координатах прямоугольника n на m (в одной «строке» n модулей). То есть m – это число строк, а n – это число модулей в каждой строке. Каждый модуль связан с соседом снизу и с его соседом снизу, соседом слева и его соседом слева и так далее, всего 8 связей. Модули, находящиеся у краев робота, не имеют некоторых связей. В частности, модуль, соседствующий с угловым, имеет пять связей. Из-за нехватки проводов на соревнованиях участники робототехнической команды снимают провода с этого робота и переставляют на других. Для обеспечения работоспособности всего робота в совокупности достаточно наличия пути по проводам из любого модуля в любой другой. Сколько проводов можно снять с робота, чтобы он оставался работоспособным, если $n=20$, $m=30$?

Задача 09-07. Теория управления. 3 балла.

Условие:

Гуманоидный робот делает сальто назад. Он отрывается от земли вертикально и должен приземлиться тоже вертикально, сделав один оборот. После отрыва от земли он группируется, прижимает руки и ноги к торсу, что позволяет ему уменьшать момент инерции и тем самым увеличивать угловую скорость. Система управления робота так координирует его движения, что угловая скорость линейно растет по времени от старта до достижения угла π радиан (положение вверх ногами), а затем линейно уменьшается до начального состояния.

Робот отрывается от земли с угловой скоростью $\omega_0 = \pi$ рад/с и вертикальной скоростью $V_0 = 5$ м/с. Ускорение свободного падения считать равным $g = 10$ м/с². Какова будет максимальная угловая скорость робота в этом полете? Округлите ответ до целых радиан в секунду.

Задача 09-08. Алгоритмы компьютерного зрения. 6 баллов.

Условие:

RANSAC (Random Sample Consensus) - итеративный алгоритм оценки параметров математической модели из данных, содержащих значительное количество выбросов. Был предложен в 1981 году Фишлером и Боллесом.

Алгоритмом RANSAC можно провести наилучшую прямую через набор точек, среди которых есть точки, появившиеся в результате наложения шума на измерения.

При реализации алгоритма следует набор точек разделить на точки, которые соответствуют критериям выбора (inliers) и на точки, которые не соответствуют критериям выбора (outliers) – как правило это и есть шум.

Дан набор измерений из следующих точек в координатной системе (X;Y):

- 1) (3;1)
- 2) (4;6)
- 3) (5;4)
- 4) (4;2)

Нужно проверить соответствие точек прямой, которая выражается формулой:

$$Y = 1.5 * X - 3$$

Для этого нужно рассчитать отклонение точки от прямой, которое равно кратчайшему расстоянию от точки до прямой. Затем надо отбросить те точки, которые имеют отклонение больше, чем среднеквадратичное отклонение, они относятся к группе outlier. Из оставшихся точек надо рассчитать среднеквадратичное отклонение точек, вошедших в группу inlier. Ответ – это среднеквадратичное отклонение точек из группы inlier от прямой, умноженное на 100 и округлённое.

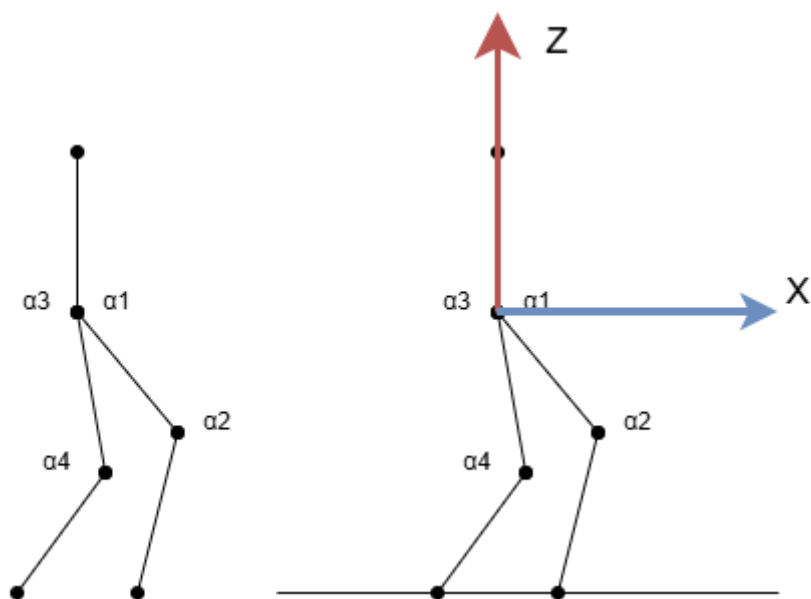
Задача 09-09. Навигация. 1 балл.

Условие:

Беспилотный наземный аппарат типа «ровер» ориентируется в пространстве с использованием системы относительного позиционирования по радиосигналу. Для этого на земле установлены четыре станции с координатами $(x, y) = (0, 0), (200, 0), (0, 200), (100, 100)$, которые излучают сигнал, синхронизированный с высокой точностью. Беспилотник измеряет расстояние до станций по задержке сигнала. Расстояние в метрах от беспилотника до станций измерено $50\sqrt{13}$, $50\sqrt{5}$, $50\sqrt{13}$ и 50 соответственно. Определите координату x беспилотника. Ответ запишите в виде числа размерностью метр.

Задача 09-10. Гуманоидная робототехника. 1 балл.

Условие:



Пятизвенный плоский шагающий гуманоидный робот – это упрощённая виртуальная модель робота, на которой удобно проверять математические и алгоритмические основы прямохождения. Робот состоит из 5 звеньев одинаковой длины равной единице. Вес робота распределен таким образом, что центр масс находится в точке соединения 3-х звеньев, когда робот выпрямлен в позу «смирно». Для упрощения вычислений следует пренебречь изменением позиции точки центра масс при изменении позы робота. Все процессы происходят в одной плоскости, поэтому ось Y отсутствует. Робот снабжен 4 сочленениями, в которых установлены вращающиеся актуаторы, позиционные углы которых обозначаются $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$. Если $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0$, то робот выпрямлен в одну прямую линию, в позу «смирно», и выглядит как три последовательно соединённых отрезка. α_1 и α_2 – это позиция бедра и колена правой ноги, α_3 и α_4 – это позиция бедра и колена левой ноги. Позиции актуаторов $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ принимают положительные угловые значения, если находятся по направлению движения часовой стрелки от нуля. α_1, α_3 могут принимать как положительные значения, так и отрицательные значения. α_2 и α_4 не могут принимать отрицательные значения. У робота есть своя система координат, которая привязана к корпусу таким образом, что пересечение осей X и Z находится в точке соединения 3-х звеньев, а ось Z параллельна верхнему звену (корпусу).

Допустим, что в определенный момент перемещения робота позиция актуатора $\alpha_1 = -30^\circ$. Робот планирует поднять левую ногу, сохраняя при этом вертикальное положение корпуса как можно дольше. Какой должна быть угловая позиция α_2 в данный момент?

Ответ записать как число с размерностью градусов.

Задача 09-11. Летательная робототехника. 1 балл.

Условие:

Вася наблюдал за беспилотником с винтом 8х6 (с диаметром 8 дюймов и шагом 6 дюймов) и бесколлекторным двигателем с максимальным током разрядки 45А и $KV = 1400$. Напряжение на борту БАС 16В. Найти скорость в м/с, на которой тяга винта будет

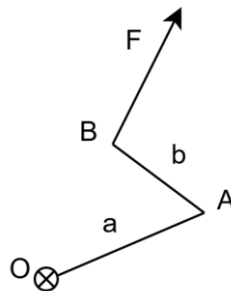
нулевой. Ответ округлить до целого значения. Моментом сопротивления винта при нулевой тяге пренебречь.

Задача 09-12. Манипуляторы. 1 балл.

Задача: "Робот-манипулятор"

Условие:

Манипулятор, состоящий из двух звеньев длины $a = 40$ см и $b = 30$ см, вращается в плоскости рисунка с постоянной угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с относительно оси, проходящей через точку O . В захвате в точке B находится груз. Масса груза с захватом равна $m = 1$ кг. Найти центробежную силу, действующую на захват с грузом в момент, когда угол OAB равен $\beta = 60$ градусов. Ответ запиши в Н, округлив до целых.



Задача 09-13. Колёсная робототехника. 1 балл.

Условие:

Ты - главный инженер проекта по созданию автономного колесного робота для круглосуточного патрулирования промышленной зоны. Робот должен работать в любую погоду, объезжать препятствия и иметь большой запас хода.

Исходные данные:

Масса шасси с базовой электроникой: $m_{\text{шасси}} = 80$ кг.

Коэффициент трения качения (на асфальте): $\mu_{\text{кач}} = 0,04$.

Коэффициент лобового сопротивления: $C_x = 0,9$; площадь Миделя: $A = 1,2$ м².

Плотность воздуха: $\rho = 1,2$ кг/м³

Ускорение свободного падения: $g \approx 10$ Н/кг.

Сила аэродинамического сопротивления воздуха рассчитывается как:

$$F_{\text{возд}} = 0,5 * C_x * \rho * A * v_{\text{ср}}^2.$$

Средняя скорость патрулирования: $v_{\text{ср}} = 6$ км/ч $\approx 1,67$ м/с.

Рассчитай силу сопротивления качению $F_{\text{кач}}$ и силу аэродинамического сопротивления $F_{\text{возд}}$ при скорости патрулирования $v_{\text{ср}}$, и запиши суммарную силу сопротивления, выразив ответ в Н, округлив до целых.