

**Спецификация конкурсных материалов для проведения практического этапа
Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный
мегаполис. Потенциал» в номинации «Инженерный класс» по направлению
«Инженерно-техническое»**

1. Назначение конкурсных материалов

Материалы практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня практической подготовки участников Конкурса.

2. Условия проведения

Практический этап Конкурса проводится в *очной или дистанционной форме на базе вуза*. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса. Задания экзаменационного билета практического этапа конкурса выполняются с использованием следующего программного обеспечения (ПО):

Кейс № 1: ПО Tinkercad (участники должны предварительно зарегистрироваться в системе);

Кейс № 2: ПО Ultimaker Cura; САПР: Компас-3D, Solid Works, Inventor, AutoCAD, T-flex и др. (в зависимости от вуза-площадки);

Кейс № 3: без ПО.

3. Продолжительность выполнения

На выполнение заданий практического этапа Конкурса отводится 90 минут.

4. Содержание и структура

Задания практического этапа Конкурса разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе».

Индивидуальный вариант участника включает три независимых кейса, содержание которых соответствует программам элективных курсов «Инженерный практикум» и «Технологии современного производства».

Индивидуальный вариант участника, выбравшего кейс № 1, включает 1 задание, базирующихся на содержании курса «Технологии современного производства».

Индивидуальный вариант участника, выбравшего кейс № 2, включает 3 задания, базирующихся на содержании элективного курса «Технологии современного производства».

Индивидуальный вариант участника, выбравшего кейс № 3, включает 3 задания, в частности, 1 комплексную инженерную задачу, содержащую 1-2 вопроса, базирующихся на содержании элективного курса «Инженерный практикум».

5. Система оценивания

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Каждый кейс оценивается в 60 баллов. Участник выбирает для решения только один кейс из трех. Для

получения максимального балла за практический этап Конкурса необходимо дать верные ответы на все задания выбранного кейса.

6. Приложения

1. План конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса.
2. Демонстрационный вариант конкурсных заданий практического этапа Конкурса.

План конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса

№ задания	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
Кейс № 1				
1.1.	базовый	2.10 Программирование рабочих движений промышленных роботов	Управление захватом	10
1.2.	повышенный	2.10 Программирование рабочих движений промышленных роботов	Управление сервоприводами	20
1.3.	повышенный	2.10 Программирование рабочих движений промышленных роботов	Вычисление положения манипулятора.	30
Кейс № 2				
2.1.	базовый	Обзор необходимых инструментов	По чертежу построить 3D модель в любой САПР.	30
2.2.	повышенный	Оптимизация моделей для 3D печати	Импорт 3D модели в ПО Ultimaker Cura.	10
2.3.	высокий	Параметры 3D печати	Настроить параметры печати в ПО Ultimaker Cura.	10
2.4.	высокий	Экспорт модели для 3D печати	Разместить модель таким образом, чтобы создалось наименьшее количество поддержек.	10
Кейс № 3				
3.1.	повышенный	Техническая механика. Тепловые явления	Выделение физических процессов, причинно-следственных связей	14
3.2.	базовый	Техническая механика. Тепловые явления	Формализация физических процессов	8
3.3.	повышенный	Техническая механика. Тепловые явления	Подготовка системы уравнений, алгоритма, математической модели	10
3.4.	повышенный	Техническая механика. Тепловые явления	Проведение расчетов, получение и представление результата	18
3.5.	базовый	Техническая механика. Тепловые явления	Защита	10
Сумма баллов:				60

Демонстрационный вариант конкурсных заданий практического этапа Конкурса
Пример задания практического этапа Конкурса.

Кейс № 1

Описание

Дана модель SCARA манипулятора, способного работать только в одной плоскости и имеющего один сустав, магнитный захват и пульт ручного управления. Управление суставом происходит с помощью сервопривода.

Необходимо создать контроллер манипулятора на базе платы для прототипирования Arduino UNO.



Пульт управления состоит из двух потенциометров, управляющих сервоприводом, и кнопки, управляющей захватом.

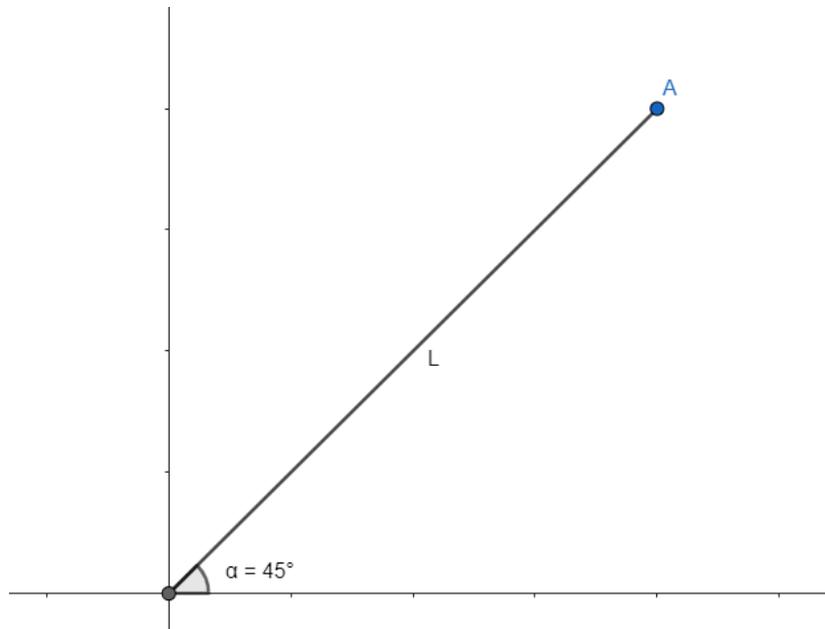
Программа управления должна обрабатывать одиночные нажатия на кнопку и переключать состояние захвата, при запуске системы захват выключен. Управление захватом эмулируется при помощи управления светодиодом.

Программа управления должна считывать положение двух потенциометров, левый потенциометр используется для «грубой» установки угла в большом диапазоне, а правый для более точного позиционирования за счёт изменения угла, полученного от первого потенциометра. Границы диапазонов приведены в таблице. (отсчет углов производится против часовой стрелки)

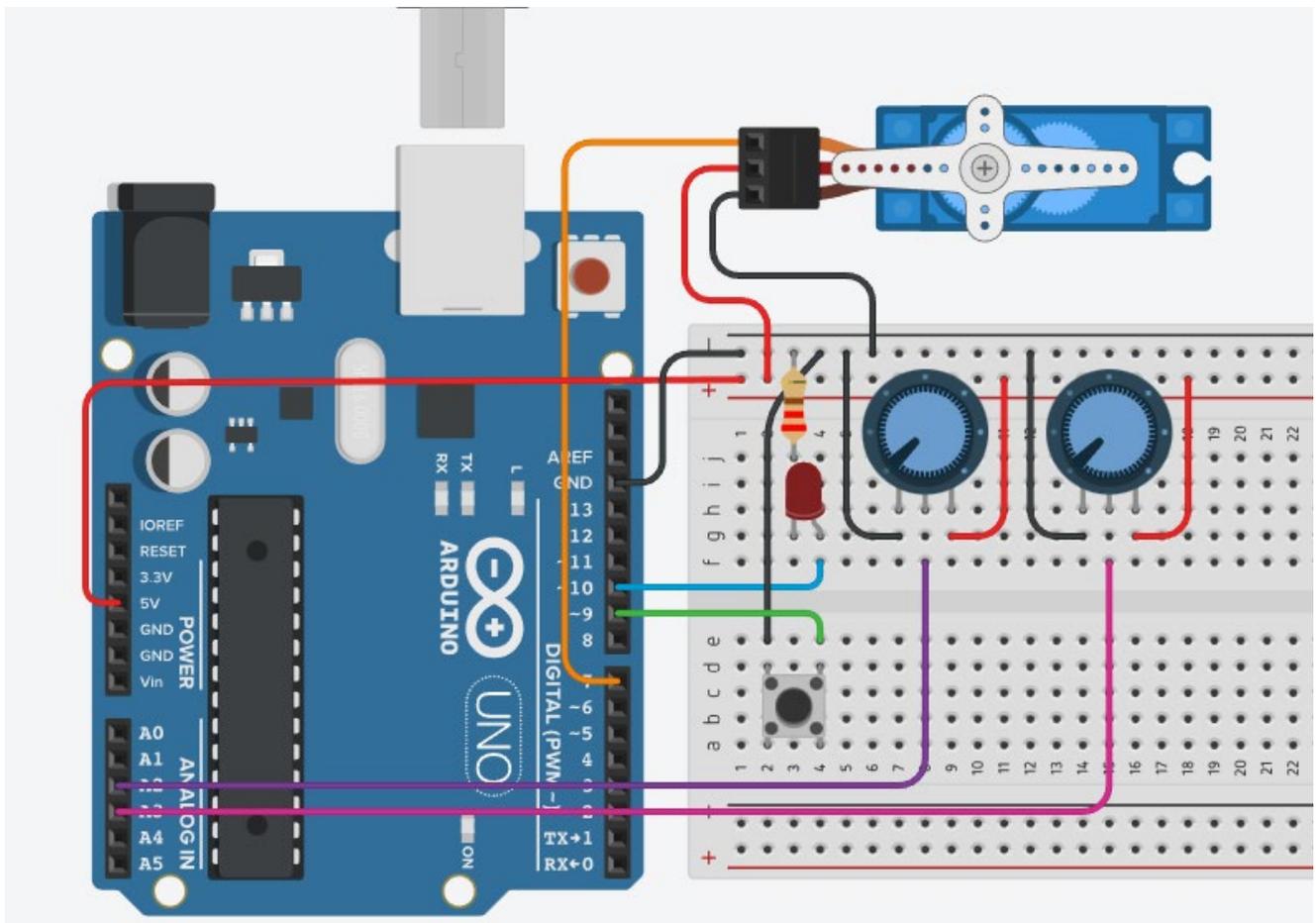
Левый потенциометр		Правый потенциометр	
Крайнее левое положение	Крайнее правое положение	Крайнее левое положение	Крайнее правое положение
30°	90°	-4°	+4°

Длина сустава манипулятора (L) равна 15 см и не изменяется.

После изменения положения сервопривода программа управления должна вычислять координаты конца сустава (точка A), на котором расположен магнитный захват, и выводить их через Serial интерфейс в формате “X Y”.



Схема



Внесение изменений в схему устройства не допускается.

Пример работы программы

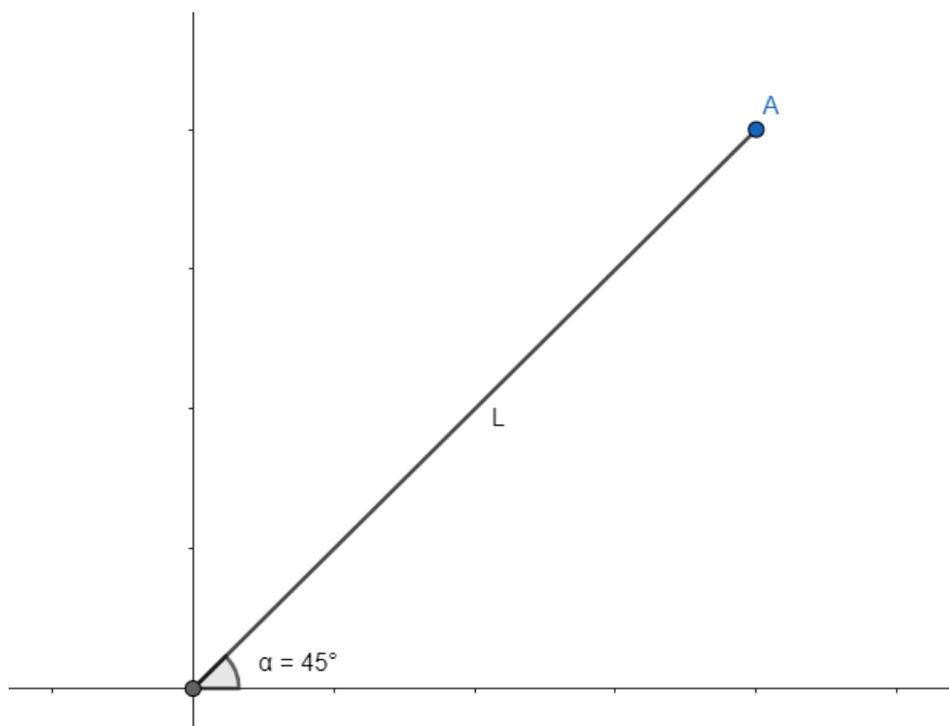
Пример 1:

Входные данные:

Левый потенциометр	Правый потенциометр
42°	+3°

Выходные данные:

10,6066 10,6066



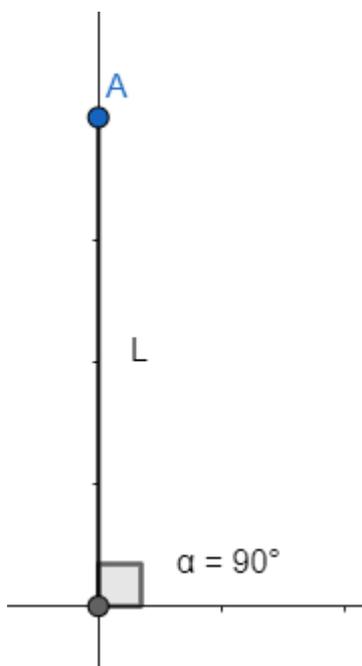
Пример 2:

Входные данные:

Левый потенциометр	Правый потенциометр
88°	+2°

Выходные данные:

0.00 15.00



Критерии оценки работоспособности программы.

- Реализована эмуляция управления магнитным захватом согласно заданию — 10 баллов.
- Реализовано управление сервоприводом согласно заданию — 20 баллов.
- Положение рабочего органа манипулятора вычислено корректно и выведено через Serial интерфейс — 30 баллов.

Ссылки на проект

[Ссылка на схему в Tinkercad.](#)

Описание хода практической части в случае очной или дистанционной формы проведения этапа Конкурса.

1. Участник конкурса заходит на сайт www.tinkercad.com, входит в свою учётную запись.
2. Участник копирует себе проект цепи для выполнения задания.
3. Участник создаёт программу для контроллера согласно заданию.
4. В качестве ответа участник предоставляет листинг программы.

Кейс № 2

Б 1 Уровень сложности.

Постройте 3D модель по чертежу(рисунок 1). - 30 баллов.

П 2 Уровень сложности.

Импортируйте файл с 3D моделью в ПО Ultimaker Cura. - 10 баллов.

В3 Уровень сложности.

Критерии снижения оценки выполненных заданий

Критерий	Количество снижаемых баллов
Модель размещена таким образом, что количество поддержек не минимально	10
Неверно заданы параметры «Охлаждение», «Качество»	10
Неверно заданы параметры «Скорость», «Поддержка»	10
Неверно заданы параметры «Заполнение», «Стенки»	10
3D модель построена неверно	20

Ссылки на рекомендуемое программное обеспечение

- 1) ПО «Компас-3D v21.Учебная версия»: <https://edu.ascon.ru/main/download/cab/>
- 2) ПО «Ultimaker Cura»: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>

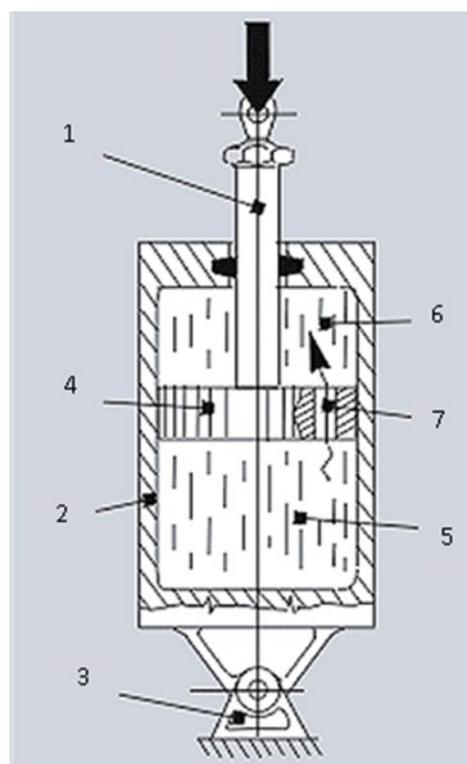
Кейс № 3

Задача: Гидравлический демпфер

Гидравлический демпфер – устройство, предназначенное для гашения (ограничения) скорости движения объекта, присоединенного к штоку 1. Демпфер представляет собой гидроцилиндр 2, закрепленный на опоре 3, разделенный поршнем 4 на заполненные жидкостью полости 5 и 6. Поршень соединен со штоком. В некотором устройстве полезная нагрузка (заслонка) передает свой вес на два вертикально установленных демпфера. Усилие передается на поршень, который, в свою очередь, создает в нижней полости демпфера давление.

Жидкость считать идеальной и несжимаемой.

Принять $g=9,81 \text{ м/с}^2$.



две

1) Определите установившуюся скорость u движения заслонки массой 1000 кг. Диаметр поршня $D = 100$ мм, диаметр перепускного отверстия $d = 5$ мм, давление в верхней полости принять равным нулю. Плотность жидкости $\rho = 950$ кг/м³. Ответ дать в единицах системы СИ и округлить до сотых.

2) Определите диаметр отверстия обратного клапана d_2 (на схеме не указан; изобразите его, исходя из описания), обеспечивающего перепуск жидкости в рабочую полость при подъеме заслонки, если усилие подъемного привода составляет 2000 кгс, а необходимая скорость движения $u_2 = 0,25$ м/с. Обратный клапан, по сути, представляет собой систему, аналогичную отверстию 7, но пропускает жидкость только в одном – обратном направлении (открывается обратным потоком жидкости). Ответ дать в миллиметрах, округлив до десятых долей.

Дополнительная информация:

1 килограмм-сила (1 кгс) — вес покоящегося на поверхности Земли тела массой 1 кг.

Решение:

1) На каждый демпфер приходится 500 кгс или 4905 Н усилия.

Усилие передается на поршень, который, в свою очередь, создает в нижней полости демпфера давление

$$p = \frac{F}{S} = \frac{4905}{0,00785} = 624500 \text{ Па}$$

где $S = 0,00785$ м² – площадь поршня. При расчёте площадью выпускного отверстия пренебрегаем.

Скорость потока жидкости через перепускное отверстие определяется уравнением Бернулли. В рамках принятых в условии допущений

$$\frac{\rho v^2}{2} = p,$$

откуда скорость потока в перепускном канале

$$v = \sqrt{\frac{2p}{\rho}} = 36,26 \text{ м/с}$$

Уравнение неразрывности:

$$u \frac{\pi}{4} D^2 = v \frac{\pi}{4} d^2$$

Отсюда скорость движения заслонки

$$u = v \left(\frac{d}{D} \right)^2 = 0,09 \text{ м/с.}$$

Также решение может быть получено на основе теоремы об изменении кинетической энергии. В данном случае изменение кинетической энергии некоторого малого объёма ΔV жидкости равно работе силы давления по перемещению этого объёма

$$\frac{\rho \Delta V v^2}{2} = p \Delta V.$$

Разделив обе части на ΔV , получим тот же результат, который дает непосредственно применение уравнения Бернулли

$$\frac{\rho v^2}{2} = p$$

2) Из описания следует, что обратный клапан открывается только во время подъема заслонки, тогда как основное перепускное отверстие открыто при движении заслонки в обе стороны. То есть рабочая площадь отверстий при подъеме включает в себя площадь основного перепускного отверстия.

Пользуясь теми же зависимостями и учитывая, что суммарное усилие на подъем (с учетом веса самой заслонки) равно усилию привода 2000 кгс за вычетом веса заслонки 1000 кгс, что даст те же 500 кгс или 4905 Н на каждый демпфер, тогда рабочее давление составит также 624500 Па (уменьшением площади поршня на величину площади сечения штока и площади открывшегося обратного клапана пренебрегаем).

Таким образом, скорость потока в перепускных отверстиях равна тем же 36,26 м/с.

Уравнение неразрывности для скорости подъема u_2

$$u_2 \frac{\pi}{4} D^2 = v \frac{\pi}{4} (d^2 + d_2^2)$$

Отсюда

$$d_2 = \sqrt{\frac{u_2}{v} D^2 - d^2} = 0,00662 \text{ м} = 6,6 \text{ мм.}$$

Ответ: 1) установившаяся скорость движения заслонки $u = 0,09 \text{ м/с}$; 2) диаметр отверстия обратного клапана $d_2 = 6,6 \text{ мм}$.

Критерии оценивания

1. Выделение физических процессов, последовательности и причинно-следственных связей	
Основные баллы	9
Графическое описание	+3
Структурирование	+2
Максимальное число баллов за этап	14
2. Формализация физических процессов	
Максимальное число баллов за этап	8
3. Подготовка системы уравнений, алгоритма, математической модели	

Основные баллы	8
Преобразование системы уравнений	+2
Максимальное число баллов за этап	10
4. Проведение расчетов, получение и представление результата	
Расчеты и результат	9
Представление результата	+3
Максимальное число баллов за этап	12
5. Дополнительные баллы в соответствии со спецификой задачи	
Максимальное число баллов за этап	6
Общее количество баллов	
Максимальная сумма баллов за задачу	50

Структурирование подразумевает логическую последовательность всех шагов решения, когда каждый последующий шаг четко вытекает из предыдущего.

Представление результата подразумевает четкий ответ на поставленный вопрос, его запись с необходимой точностью и единицами измерения, также анализ достоверности полученного результата.

Дополнительные баллы в соответствии со спецификой задачи выставляются в том случае, если из решения следует, что работа механизма и его схема поняты правильно.

Защита подразумевает развернутое пояснение логики и хода решения задачи. Максимальная оценка составляет 10 баллов в зависимости от полноты и качества пояснений, а также ответов на вопросы комиссии.

Таким образом, максимальная сумма за комплекс «Решение + защита» составляет 60 баллов.