

**Спецификация**  
**конкурсных материалов для проведения теоретического этапа**  
**Московского конкурса межпредметных навыков и знаний**  
**«Интеллектуальный мегаполис. Потенциал»**  
**в номинации «Инженерный класс» для направления «Курчатовские классы»**

### **1. Назначение конкурсных материалов**

Материалы теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня освоения выпускниками инженерных классов знаний, умений и ключевых компетенций по образовательным программам профильных предметов и элективных курсов по дисциплинам «Математика», «Информатика» и «Физика».

### **2. Условия проведения**

Теоретический этап проводится в очном дистанционном формате с использованием технологии прокторинга. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса. Участникам необходимо иметь компьютер (ПК или ноутбук; прохождение диагностики на мобильных устройствах – невозможно) с выходом в Интернет, веб-камерой и микрофоном, а также смартфон (или планшет) со стабильным интернетом и приложением для считывания QR-кодов. Требуется предварительная настройка оборудования: [https://im.mcko.ru/docs/Инструкция\\_для\\_участника\\_конкурса\\_Интеллектуальный\\_мегаполис\\_Потенциал.pdf](https://im.mcko.ru/docs/Инструкция_для_участника_конкурса_Интеллектуальный_мегаполис_Потенциал.pdf).

Браузер разрешается использовать только для прохождения заданий этапа и процедуры прокторинга.

Во время проведения теоретического этапа Конкурса обучающиеся могут пользоваться непрограммируемым калькулятором.

Категорически запрещается использование участниками посторонних предметов (книг, телефонов, тетрадей и т. д.), присутствие посторонних людей и помощь в прохождении тестирования от них, отключение видеочасти и микрофона. При постпрокторинге будет проводиться оценка наличия/отсутствия нарушений в прохождении теоретического этапа Конкурса. В случае обнаружения таких нарушений, баллы, полученные участником по итогам прохождения теоретической части Конкурса, будут аннулированы.

### **3. Продолжительность выполнения**

На выполнение заданий теоретического этапа Конкурса отводится 120 минут. В процессе выполнения заданий после каждых 45 минут работы предусмотрена автоматическая пауза продолжительностью 5 минут в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях.

### **4. Содержание и структура**

Задания теоретического этапа Конкурса разработаны преподавателями Российского Химико-Технологического университета им. Д.И. Менделеева и направлены на проверку освоения участниками базовых умений и практических навыков при решении межпредметных и метапредметных задач.

Индивидуальный вариант участника формируется автоматически во время проведения теоретического этапа Конкурса из базы конкурсных заданий и включает 12 заданий базового и углубленного уровня сложности, базирующихся на содержании таких дисциплин, как «Математика», «Информатика» и «Физика».

## **5. Система оценивания**

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Каждое правильно выполненное задание оценивается согласно количеству баллов, приведённых в таблице спецификаций. Максимальный балл, который можно набрать за выполнение всех заданий – 60 баллов. Для получения максимального балла за теоретический этап Конкурса необходимо дать верные ответы на задания, сумма баллов за выполнение которых, превышает или равна 60-и баллам.

## **6. Приложения**

Приложение 1. Обобщённый план конкурсных материалов для проведения теоретического этапа Конкурса.

Приложение 2. Демонстрационный вариант конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса.

**Обобщённый план конкурсных материалов  
для проведения теоретического этапа Конкурса**

№ задания	Выбор задания для решения	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Балл
1.	-	<i>Математика. Базовый уровень. 11 класс. Математика. Углубленный уровень. 11 класс.</i>	<p align="center">Математика. Базовый уровень. 11 класс.</p> <p align="center">1. Модуль «Алгебра и начала математического анализа» 1.2. Функции и их графики</p> <p>1.2.6. Преобразования графиков функций: сдвиг вдоль координатных осей, растяжение и сжатие, отражение относительно координатных осей. Графические методы решения уравнений и неравенств</p> <p align="center">Математика. Углубленный уровень. 11 класс.</p> <p align="center">1. Модуль «Алгебра и начала математического анализа» 1.2. Уравнения и неравенства</p> <p>1.2.1. Решение уравнений и неравенств, содержащих переменную под знаком модуля</p>	5
2.	-	<i>Математика. Углублённый уровень. 10 класс.</i>	<p align="center">Математика. Углублённый уровень. 10 класс.</p> <p align="center">1. Модуль «Алгебра и начала математического анализа» 1.3. Функции</p> <p>1.3.7 Наибольшее и наименьшее значения функции. Периодические функции и наименьший период. Чётные и нечётные функции. Функции «дробная часть числа» <math>y = \{x\}</math> и «целая часть числа» <math>y = [x]</math></p>	6
3.	-	<i>Математика. Углубленный уровень. 11 класс.</i>	<p align="center">Математика. Углубленный уровень. 11 класс.</p> <p align="center">1. Модуль «Алгебра и начала математического анализа» 1.2. Уравнения и неравенства</p> <p>1.2.3. Уравнения, системы уравнений с параметром 1.2.4. Множества на координатной плоскости</p> <p align="center">1.4. Начала математического анализа</p> <p>1.4.3. Касательная к графику функции. Геометрический и физический смысл производной. Применение производной в физике</p>	7
4.	-	<i>Математика. Базовый уровень. 10 класс.</i>	<p align="center">Математика. Базовый уровень. 10 класс.</p> <p align="center">1. Модуль «Алгебра и начала математического анализа»</p>	5

			1.3 Функции 1.3.5. Графическое решение уравнений и неравенств с использованием свойств и графиков изученных функций	
5.	-	<i>Информатика. Углубленный уровень. 10 класс.</i>	Информатика. Углубленный уровень. 10 класс. 3. Алгоритмы и программирование 3.13. Сортировка и поиск. Пузырьковая сортировка. Слияние двух упорядоченных последовательностей в одну упорядоченную. Сортировка выбором. Сортировка вставками. Сортировка слиянием. Вычислительная сложность алгоритма	6
6.	-	<i>Информатика. Базовый уровень. 10 класс.</i>	Информатика. Базовый уровень. 10 класс. 2. Системы счисления 2.2. Перевод целых чисел из двоичной системы счисления в восьмеричную и шестнадцатеричную и обратно 2.3. Сравнение чисел, записанных в двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления и выполнение с ними арифметических действий	5
7.	<i>На выбор одно из 7,8</i>	<i>Информатика. Базовый уровень. 11 класс.</i>	Информатика. Базовый уровень. 11 класс. 1. Алгоритмы и элементы программирования 1.1. Алгоритмические конструкции и их запись на выбранном языке программирования. Разработка и программная реализация алгоритмов решения типовых задач базового уровня из различных предметных областей, например составление программы нахождения цифр записи натурального числа в позиционной системе счисления с основанием, меньшим или равным 10 1.2. Понятия вспомогательного алгоритма и подпрограммы; правила описания и использования подпрограмм. Использование циклов и подпрограмм для решения простых переборных задач	6
8.	<i>На выбор одно из 7,8</i>	<i>Информатика. Базовый уровень. 11 класс.</i>	Информатика. Базовый уровень. 11 класс. 2. Моделирование 2.1. Решение алгоритмических задач, связанных с анализом графов, например, построение оптимального пути между вершинами ориентированного графа, определение количества различных путей между вершинами 2.3. Построение и анализ графа логической игры. Выигрышные стратегии	6
9.	-	<i>Физика. Базовый уровень. 10 класс.</i>	Физика. Базовый уровень. 10 класс. 2.3 Законы сохранения в механике	5

			<p>2.3.5 Кинетическая энергия материальной точки. Теорема о кинетической энергии</p> <p>3.2 Основы термодинамики</p> <p>3.2.5 Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. КПД тепловой машины. Цикл Карно и его КПД</p>	
10.	На выбор одно из 10,11	Физика. Углубленный уровень. 10 класс.	<p>Физика. Углубленный уровень. 10 класс.</p> <p>3.1 Основы МКТ</p> <p>3.1.6 Газовые законы. Уравнение Клапейрона – Менделеева</p> <p>3.2 Основы термодинамики</p> <p>3.2.7 Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная теплоёмкость вещества. Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче</p> <p>3.2.12 Принципы действия тепловых машин. КПД. Максимальное значение КПД. Цикл Карно</p>	10
11.	На выбор одно из 10,11	Физика. Углубленный уровень. 10 класс.	<p>Физика. Углубленный уровень. 10 класс.</p> <p>4.2 Постоянный электрический ток</p> <p>4.2.5 Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца</p>	10
12.	-	Физика. Базовый уровень. 11 класс.	<p>Физика. Базовый уровень. 11 класс.</p> <p>7.1 Элементы квантовой оптики</p> <p>7.1.1 Фотоны. Формула Планка связи энергии фотона с его частотой. Энергия и импульс фотона</p>	5
<b>Сумма баллов:</b>				<b>76</b>

**Демонстрационный вариант конкурсных заданий  
теоретического этапа Конкурса.**

**Задание 1.**

Найдите все значения параметра  $a$ , при которых графики функций  $y = a$ ,  $y = |x - 2| + |x - 3|$  пересекаются и абсциссы точек пересечения этих графиков принадлежат отрезку  $[1; 4]$ .

**Ответ: [1; 3]**

**Задание 2.**

Определить наименьший положительный период функции  
 $f(x) = 3 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot x}{3} + 3\right) + 5 \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{5} + 5\right) + 7 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{7}\right) + 7$ .

**Ответ: 30**

**Задание 3.**

Найдите значение  $a$ , при котором пересечение множеств точек на плоскости, лежащих не ниже кривой  $y = (x - 4)^3 + a$  и не левее кривой  $x = (y - 5)^2 + 4$ , состоит из единственной точки. Представьте дробную часть полученного значения  $a$  в виде алгебраической суммы степеней числа 6 и сложите все показатели степеней. В ответ запишите модуль полученной суммы показателей этих степеней в виде обыкновенной несократимой дроби:  $m/n$  (без пробелов).

**Ответ: 7/5**

**Задание 4.**

На гиперболе  $y = \frac{x-1}{x+1}$  найдите точки, в которых касательная к этой гиперболе параллельна прямой  $y=2x+1$ . В ответ запишите наибольшую абсциссу полученных точек.

**Ответ: 0**

**Задание 5.**

Дана числовая последовательность:

4    70    33    94    100    35    71    52    44    87

За сколько циклов будет произведена пузырьковая сортировка этой числовой последовательности в порядке возрастания величин? Учитывать только минимально необходимое количество циклов для полной сортировки.

- А. 1
- Б. 5
- В. 7
- Г. 10

**Ответ: Б**

### Задание 6.

$X=100101101_2$ ;

$Y=3BEF_{16}$ ;

$Z=36275_8$ ;

Произвести арифметические операции:

$ans=X+Y-Z$

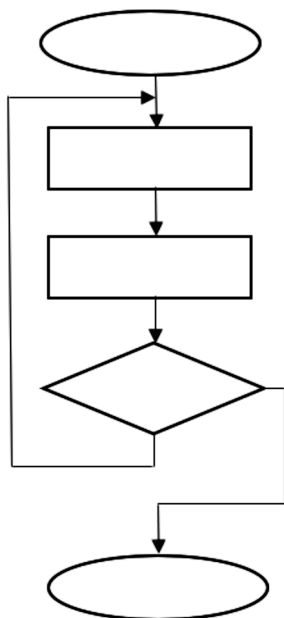
Результат представить двоичной системе счисления. Сравнить полученный результат с образцом  $1011110_2$ . Выбрать результат сравнения.

- А. Результат больше образца
- Б. Результат равен образцу
- В. Результат меньше образца

**Ответ: А**

### Задание 7.

Управляющая алгоритмическая конструкция какого вида представлена блок-схемой:



- А. Ветвление
- В. Цикл с предусловием
- С. Цикл с постусловием
- Д. Следование

**Ответ: С**

### Задание 8.

Исполнитель Робот передвигается шагами по координатной сетке. Система команд включает 2 команды: одна команда движения Шаг и одна структурная команда Повторить.

Шаг  $(X, Y)$  – перемещение Робота в точку с координатами  $(X, Y)$  относительно текущего положения. Например, если Робот стоит в точке  $(-2, 7)$ , то после выполнения команды Шаг  $(10, -10)$  он окажется в точке с координатами  $(8, -3)$ . В качестве значений координат могут быть целые числа или арифметические выражения с целочисленным значением.

Повторить  $n \{ \dots \}$  – последовательность команд в фигурных скобках повторяется  $n$  раз.

Известно, что в результате выполнения программы:

Повторить 8

{  
 Повторить 5 {Шаг (А, -2)}  
 Повторить 2 {Шаг (3, В)}  
 }

Робот переместился с (20, 2) на (228, -126). Найти и соотнести параметры А и В с соответствующими верными значениями.

Параметр	Значение параметра
А	а) 4
В	б) 2
	с) -3
	д) -2

**Ответ: А – а; В – с**

### Задание 9.

По правилам дорожного движения водители транспортных средств должны останавливаться и пропускать пешеходов, переходящих дорогу. Предлагается оценить, во сколько обходится каждая такая остановка владельцу легкового автомобиля массой 2 т, движущегося со скоростью 60 км/ч. Считать, что коэффициент полезного действия бензинового двигателя  $\eta=20\%$ , удельная теплота сгорания и плотность бензина составляют, соответственно, 46 МДж/кг и 750 кг/м<sup>3</sup>, 1 литр бензина стоит 50 руб. Диссипативными силами и расходом топлива при простое автомобиля с работающим двигателем (на холостом ходу) пренебречь. Ответ выразите в рублях с точностью до целых.

**Ответ: 2 рубля**

### Задание 10.

Водород считается самым экологически чистым топливом, поскольку при его сгорании образуется только вода. Однако, для использования водорода в автомобильном транспорте до сих пор нерешенной остается проблема его безопасного хранения. Так, при нормальной температуре газовый баллон, идентичный по объему с автомобильным бензобаком ( $V = 40$  л), может быть заправлен газообразным водородом до давления не более  $p = 15$  МПа (около 150 атм). Какое расстояние  $s$  смог бы проехать автомобиль, используя в качестве топлива водород, содержащийся в таком баллоне, если одного бака бензина хватает на  $s_0 = 500$  км? Тепловой эффект (экзотермической) реакции  $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$  составляет  $Q_r = 485$  кДж; удельная теплота сгорания бензина равна  $q = 46$  МДж/кг, его плотность 750 кг/м<sup>3</sup>; универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К). КПД двигателя считать одинаковым для обоих видов топлива; сжатый водород принять за идеальный газ. Дополнительную работу, которую способен совершить сжатый газ при изотермическом расширении, не учитывать. Ответ представить с точностью до км.

**Ответ: 23 км**



### Задание 11.

На корпусе «пальчикового» аккумулятора (типоразмера АА) указана его ёмкость  $Q=2700 \text{ мА}\cdot\text{ч}$  и номинальное напряжение  $U=1,4 \text{ В}$ . Если бы удалось подключить питание электродвигателя пассажирского лифта к указанному аккумулятору, на какой этаж могла бы подняться кабина лифта, находящаяся на первом этаже? Масса кабины  $100 \text{ кг}$ , высота каждого этажа дома  $3 \text{ м}$ . Считать, что аккумулятор может полностью разрядиться без понижения напряжения; массой тяговых тросов лифта и тепловыми потерями энергии пренебречь.

Выберите правильный ответ из предложенных вариантов:

- А) На 2 этаж
- Б) На 3 этаж
- В) На 5 этаж
- Г) Нет правильного ответа.

**Ответ: В.**

### Задача 12.

Лазерная указка за  $1 \text{ с}$  излучает  $N_\phi = 1 \cdot 10^{16}$  фотонов с длиной волны излучения  $600 \text{ нм}$ . Определите сколько электронов  $N_e$  протекает по цепи питания лазера, подключенного к батарее с напряжением на клеммах  $U = 1,5 \text{ В}$ . Постоянная Планка  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ ; скорость света в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ; элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ . Потерями на джоулево тепло пренебречь.

Выберите правильный вариант ответа:

- А)  $6,02 \cdot 10^{23}$
- Б)  $1,4 \cdot 10^{16}$
- В)  $3,0 \cdot 10^8$
- Г)  $1,6 \cdot 10^{19}$

**Ответ: Б)  $1,4 \cdot 10^{16}$  электронов**

### Ответы и критерии оценивания

№ задания	Число баллов за верный ответ	Верный ответ
1	5	[1; 3]
2	6	30
3	7	7/5
4	5	0
5	6	Б
6	5	А
7	6	С
8	6	А – а; В – с
9	5	2 рубля
10	10	23 км
11	10	В
12	5	Б