

Спецификация
экзаменационных материалов для проведения
теоретической части предпрофессионального экзамена
для выпускников, обучавшихся в рамках проекта
«Инженерный класс в московской школе», выбравших для практической
части одно из направлений: «Исследовательское», «Технологическое»,
«Конструкторское», «Программирование»

1. Назначение экзаменационных материалов

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначены для оценки уровня теоретической подготовки выпускников инженерных классов, выбравших одно из направлений: «Исследовательское», «Технологическое», «Конструкторское», «Программирование».

2. Условия проведения теоретической части экзаменационной работы

Теоретическая часть предпрофессионального экзамена проводится в форме компьютерного тестирования.

При проведении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения экзамена. Обучающиеся могут пользоваться непрограммируемым калькулятором, таблицей физических величин.

3. Продолжительность выполнения теоретической части экзаменационной работы

На выполнение теоретической части экзаменационной работы отводится **90 минут**. В процессе выполнения заданий предусмотрено две автоматические паузы продолжительностью по **5 минут** в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях.

4. Содержание и структура экзаменационной работы

Задания экзаменационной работы разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе».

Индивидуальный вариант участника формируется автоматизированно во время проведения теоретической части экзамена из базы проверочных заданий.

В работе используются задания:

- с выбором одного или двух ответов из нескольких предложенных;
- с кратким ответом.

Экзаменационная работа состоит из трёх частей. Часть 1 – инвариантная: включает текст (естественные, точные науки) и три задания, которые позволяют проверить умение работать с явно заданной информацией. Части 2 и 3 – вариативные: содержат по шесть заданий, из которых участнику необходимо выбрать не более четырёх в каждой части. Выбор более четырёх заданий в частях 2 и 3 не допускается.

Задания части 2 позволяют проверить фундаментальные знания по профильным предметам (математика, физика, информатика) и универсальные умения. Задания части 3 проверяют специальные знания и умение работать с чертежами 3D-моделей, проводить расчёт простых конструкций и механизмов, составлять алгоритмы, решать вероятностные и комбинаторные задачи, а также задачи на анализ/обработку экспериментальных данных, заданных в виде таблиц/графиков, неявных функций и пр.

Задание считается выбранным, если на него дан ответ. Экзаменуемый может изменить свой выбор в процессе выполнения работы путём удаления ответа к одному заданию и сохранения ответа к другому заданию.

Для получения максимального балла на теоретической части экзамена необходимо правильно выполнить 11 из 15 заданий: три задания части 1, четыре задания части 2, четыре задания части 3.

5. Система оценивания отдельных частей и работы в целом

Задание считается выполненным, если ответ обучающегося совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение заданий:

- часть 1 – 4 балла;
- часть 2 – 8 баллов;
- часть 3 – 8 баллов.

Первичный максимальный балл за выполнение всей работы – 20 баллов.

Перевод из первичных баллов в тестовый осуществляется по линейной форме. Линейный коэффициент перевода: 2.

Приложение 1 «Обобщенный план теоретической части предпрофессионального экзамена для обучающихся инженерных классов, выбравших одно из направлений практической части: «Исследовательское», «Технологическое», «Конструкторское», «Программирование».

Приложение 2 «Демонстрационный вариант теоретической части предпрофессионального экзамена для обучающихся инженерных классов, выбравших одно из направлений практической части: «Исследовательское», «Технологическое», «Конструкторское», «Программирование».

**Обобщенный план теоретической части предпрофессионального экзамена
для обучающихся инженерных классов,
выбравших одно из направлений практической части:
«Конструирование», «Технологическое»,
«Программирование», «Исследовательское»**

№	Тип задания	Предмет	Проверяемые умения
Часть 1			
1	ВО	Текст	Анализировать и работать с информацией, представленной в тексте. Задание на соответствие или выбор верных утверждений
2	КО		Решать задачи на расчёт по формуле, заданной в тексте
3	КО		Решать задачи на расчёт по графику или таблице, объявленной в тексте
Часть 2			
4	КО	Математика, информатика	Решать задачи с использованием основных формул комбинаторики
5	КО	Математика, физика	Решать задачи, проводя операции над векторами
6	КО	Математика, физика	Решать системы уравнений/Анализировать функции
7	КО	Математика	Решать задачи на оптимизацию/экстремальную оценку функции
8	КО	Физика	Решать задачи по механике и законам сохранения
9	КО	Математика, информатика	Решать задачи на системы счисления, операции, перевод
Часть 3			
10	ВО	Черчение	Анализировать и выполнять задания на соответствие чертежей (проекции)
11	КО	Физика	Решать задачи на статику, гидростатику
12	КО	Физика	Решать задачи с проведением расчётов параметров кинематического устройства
13	КО	Математика	Проводить расчёт площади или объема сложной фигуры
14	КО	Физика	Решать задачи на расчёт электрической схемы
15	КО	Информатика	Решать задачи на графы

* ВО – задание с выбором ответа, КО – задание с кратким ответом.

**Демонстрационный вариант теоретической части
предпрофессионального экзамена для обучающихся инженерных классов,
выбравших одно из направлений практической части: «Исследовательское»,
«Технологическое», «Конструкторское», «Программирование»**

Часть 1

Прочитайте текст и выполните задания к нему.

Искусственные нейронные сети

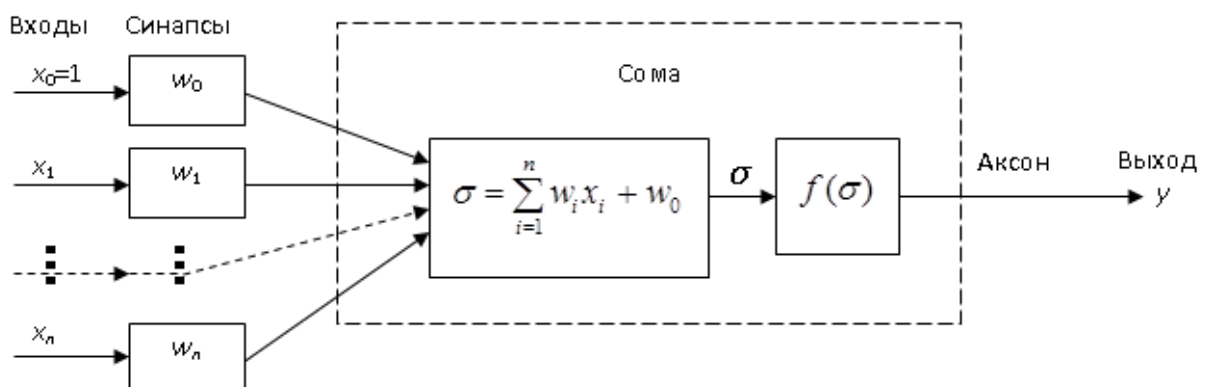
Искусственные нейронные сети (ИНС) являются предельно упрощенными аналогами биологических нейронных сетей и являются в первую очередь математическими моделями, а также их программными и аппаратными реализациями.

Первая математическая модель искусственного нейрона, представлялась уравнением:

$$y = f(\sigma) = f\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + w_0\right),$$

в котором y – выходной сигнал искусственного нейрона (является функцией его состояния), $f(\sigma)$ – функция активации нейрона, x_i – значение i -го входа нейрона, w_i – вес i -го входа (постоянный коэффициент), i – номер входа нейрона и n – число входов.

Структурная схема нейрона состоит из $(n+1)$ -го входного блока умножения на коэффициенты w , одного сумматора и выходного блока функционального преобразования. Функция, которую реализует выходной блок, получила название функции активации. Дополнительный вход x_0 и соответствующий ему вес w_0 используются для инициализации нейрона. Под инициализацией подразумевается смещение активационной функции нейрона по горизонтальной оси, то есть формирование порога чувствительности нейрона.



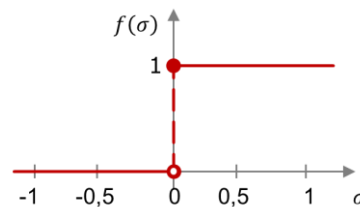
Коэффициенты w_i , присутствующие в формуле и в структурной схеме, представляют веса синаптических связей. Эти коэффициенты моделируют функции синапсов биологических нейронов, по физическому смыслу они эквивалентны электрической проводимости. Положительное значение w_i соответствует возбуждающим синапсам, тогда как отрицательное значение w_i – тормозящим. Таким образом, синапс в математической модели искусственного нейрона, определяет вес каждого входного сигнала.

Формальная модель нейрона работает следующим образом. Вначале на блок сумматора подается пороговый сигнал начального состояния или возбуждения w_0 . Далее на каждый i -й вход поступает сигнал x_i либо от других нейронов, либо с устройства ввода первичной информации. Поступившие сигналы x_i умножаются на синаптические коэффициенты w_i и подаются на вход сумматора. В блоке суммирования определяется алгебраическая сумма взвешенных с помощью коэффициентов w_i входных сигналов x_i и порогового сигнала w_0 . Результат алгебраического суммирования σ подается на вход функции активации $f(\sigma)$.

Функция активации нейрона определяет зависимость сигнала на выходе нейрона от взвешенной суммы сигналов на его входах. Вид функции активации $f(\sigma)$ во многом определяет функциональные возможности и метод обучения нейронной сети.

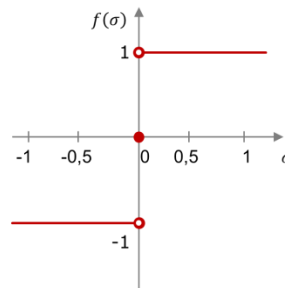
Одной из первых, в качестве функции активации искусственного нейрона была использована пороговая функция (функция Хевисайда):

$$f(\sigma) = \begin{cases} 1, & \text{для } \sigma \geq 0 \\ 0, & \text{для } \sigma < 0 \end{cases}$$



В задачах требующих, чтобы область значения функции активации была в диапазоне от -1 до +1 может использовать знаковая или сигнум-функция.

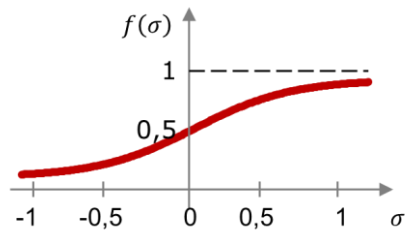
$$f(\sigma) = \begin{cases} 1, & \text{для } \sigma > 0 \\ 0, & \text{для } \sigma = 0 \\ -1, & \text{для } \sigma < 0 \end{cases}$$



Сигмоидальная функция активации (сигмоида) является, одной из самых распространенных функций, используемых в качестве функции активации искусственных нейронных сетей. Сигмоида – это гладкая монотонно нелинейная S-образная быстро возрастающая функция, которая поддерживает баланс между линейным и нелинейным поведением нейрона.

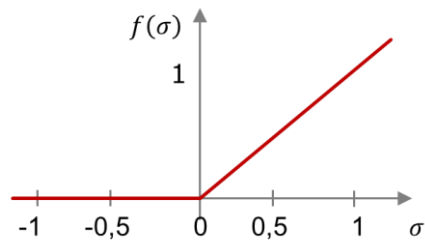
Примером сигмоидальной функции может являться логистическая функция вида:

$$f(\sigma) = \frac{1}{1+e^{-\sigma}},$$



В последнее время получили распространение кусочно-линейные функции активации (*ReLU*). Область значений таких функций похожа на ту, что происходит у биологических нейронов.

$$f(\sigma) = \begin{cases} \sigma, & \text{для } \sigma \geq 0 \\ 0, & \text{для } \sigma < 0 \end{cases}$$



Задания

1. Установите соответствие между понятиями и их определениями. Для каждого элемента первого столбца укажите один элемент второго столбца.

Понятие	Определение
А) Функция активации	1) кусочно-линейная функция, принимающая значение 0 при отрицательных значениях σ и равная σ при положительных значениях σ
Б) Сигмоида	
В) Синапс	2) функция, выдающая положительные значения на выходе нейрона
	3) вес входного сигнала нейрона
	4) гладкая монотонно нелинейная S-образная быстро возрастающая функция
	5) вес выходного сигнала нейрона
	6) функция, определяющая зависимость сигнала на выходе нейрона от взвешенной суммы сигналов на его входах

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б	В
Ответ:			

2. Определите значение выхода логистической функции активации искусственного нейрона, если на вход поданы значения: $x_0 = 1$; $x_1 = 1$; $x_2 = 0$; $x_3 = 0$; $x_4 = 1$. Значения весов синаптических связей: $w_0 = -0,25$; $w_1 = 0,1$; $w_2 = 0,1$; $w_3 = 0,05$; $w_4 = 0,1$. Ответ округлите до сотых.

3. Какая функции активации нейрона выдает значения выходного сигнала $y = 0,5$ при взвешенной сумме входных сигналов $\sigma = 0,5$?

- 1) пороговая функция;
- 2) сигнум функция;
- 3) сигмоида;
- 4) ReLU.

Часть 2

4. В лаборатории физики для лабораторного практикума подготовлено n лабораторных работ. Для их выполнения студентов в группе разбили на n команд. За практикум каждая из команд должна выполнить все предусмотренные работы. Каждая команда при выполнении каждой работы заполняет отдельный протокол выполнения. По окончании практикума преподаватель собрал 36 протоколов. Сколько работ вынесено на практикум?

5. Студент написал программу, в которой исполнитель *Прыгун* может совершать прыжки двух типов и противоположные им. Так, стартовав из точки $A(0; 4; -1)$ прыжком первого типа, *Прыгун* попадает в точку $B(2; 3; -1)$, а прыжком второго типа *Прыгун* из той же точки A попадает в точку $C(-4; 6; 0)$. Найдите модуль перемещения *Прыгуна*, последовательно совершившего два прыжка первого типа и прыжок, противоположный прыжку второго типа.

6. При изучении на экспериментальной установке характера движения двух тел, находящихся на одной прямой (обозначим ее осью O_x), в заданной системе отсчёта экспериментатор получил для каждого из них следующие зависимости координаты от времени (при $t > 0,5$): $X_1(t) = 3\sqrt{2t - 1}$; $X_2(t) = 3(1 - |\sin(\pi t)|)$. Найдите первый момент времени, в который тела могут встретиться.

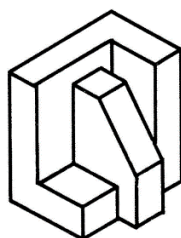
7. Фирма реализует автомобили двумя способами: через оптовую и розничную торговлю. При реализации a ($a \geq 1$) автомобилей в розницу расходы на их реализацию составляют $3a^2 - 24a + 51$, а при продаже b ($b \geq 2$) автомобилей оптом расходы на их реализацию составляют $2b^2 - 16b + 33$. Какие наименьшие суммарные расходы можно заложить на реализацию автомобилей?

8. Автомобиль разгоняется с места до скорости 108 км/ч за время 12 с. Масса автомобиля 1472 кг. Определите минимальную мощность двигателя автомобиля. Ответ укажите в «лошадиных силах» (1 л.с. = 736 Вт).

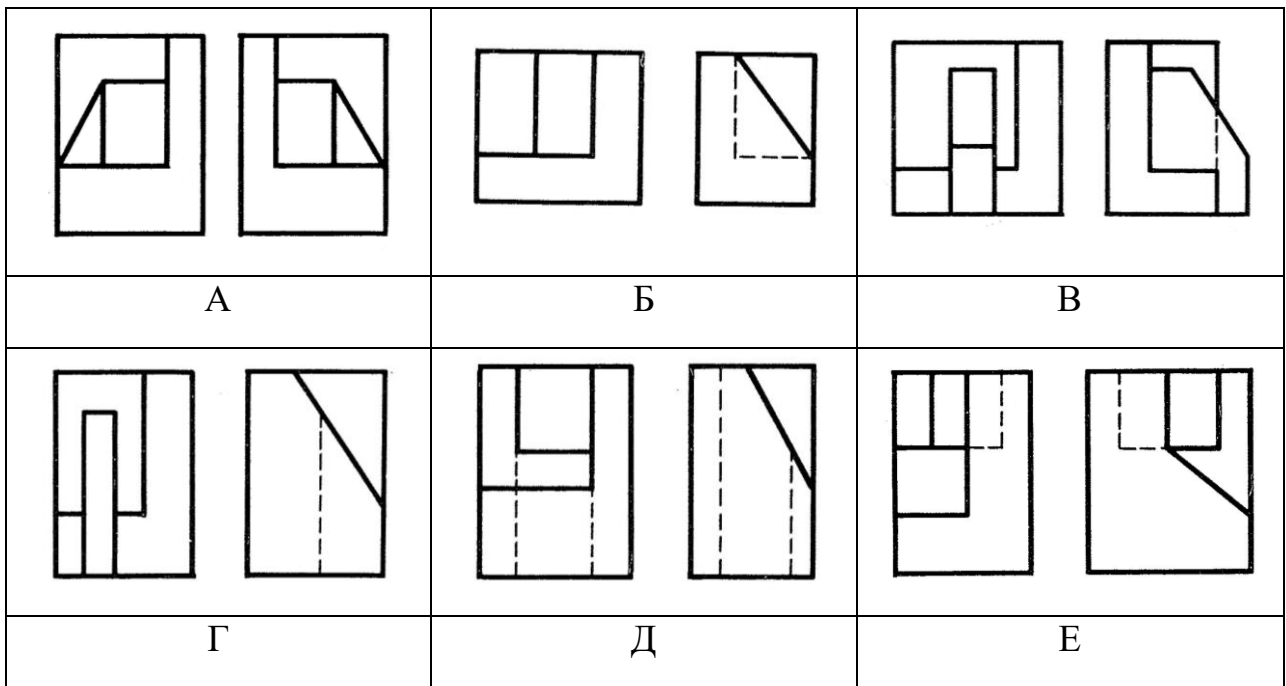
9. Запись некоторого натурального числа X в девятеричной системе счисления имеет ровно три значащих разряда и содержит хотя бы одну цифру 3. Это число увеличили в три раза, и оказалось, что запись получившегося числа Y в девятеричной системе также имеет ровно три значащих разряда. Чему равна сумма минимально возможного и максимально возможного чисел X ? Ответ приведите в девятеричной системе счисления.

Часть 3

10. По аксонометрической проекции модели определите её комплексный чертёж (соответствующие два вида). Изображения с видами представлены на рисунках А, Б, В, Г, Д, Е.

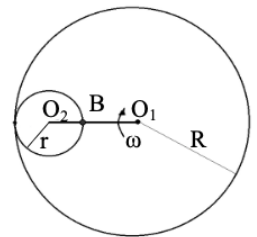


Деталь в аксонометрическом виде

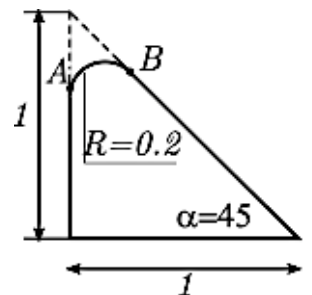


11. Балка длиной 10 м и массой 1500 кг лежит своими концами на опорах. На расстоянии два метра от левого конца балки подвешен груз массой 500 кг. Определите модуль силы реакции левой опоры в кН, округлив до десятых.

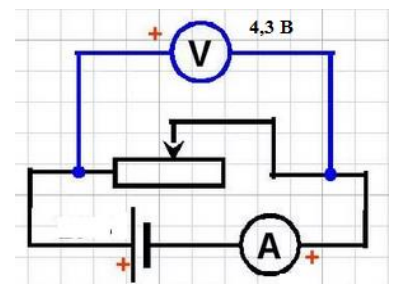
12. Кривошип O_1O_2 , вращаясь с постоянной угловой скоростью $\omega = 6 \text{ рад/с}$, катит шестерню радиуса $r = 0,1 \text{ м}$ по неподвижной шестерне радиуса $R = 0,4 \text{ м}$ без проскальзывания. Чему равна (по величине) линейная скорость точки B подвижной шестерни?



13. Инженер нарисовал эскиз детали на основе равнобедренного прямоугольного треугольника с единичной длиной основания. В точках A и B треугольника касается окружность. Радиус дуги окружности между точками A и B равен 0,2. Найдите площадь поверхности полученной объемной фигуры, образуемой с использованием операции выдавливания перпендикулярно плоскости эскиза на высоту равной единице. Ответ округлите до десятых.



14. Определяя ЭДС источника и его внутреннее сопротивление, реостат перевели в крайнее левое положение, при котором амперметр показывал 5А. В другом случае реостат был переведён в состояние, при котором показания амперметра стали равными 0,7А, показания вольтметра стали равными 4,3 В. По данным эксперимента, найдите внутреннее сопротивление источника.



15. Торговец, живущий в городе A_1 собирается посетить города A_2 , A_3 , A_4 . Расстояния между городами таковы: $A_1-A_2 = 120$, $A_1-A_3 = 140$, $A_1-A_4 = 180$, $A_2-A_3 = 70$, $A_2-A_4 = 100$, $A_3-A_4 = 110$. Определите расстояние кратчайшего циклического пути из города A_1 , проходящего через три других города. При решении предлагается использовать модель ненаправленного графа.

Ответы

№ задания	Ответ	Баллы
Часть 1		
1	6 4 3	2
2	0,49	1
3	4	1
Итого		4
Часть 2		
4	6	2
5	9	2
6	1	2
7	4	2
8	75	2
9	386	2
Итого		8 (за 4 задания)
Часть 3		
10	В	2
11	11,5	2
12	3,6	2
13	2,5	2
14	1	2
15	470	2
Итого		8 (за 4 задания)
Максимальный первичный балл		20