

**Кейс задач по формированию  
инженерного мышления у учащихся**

*Касимова О.А., Каташев Т.С., Пода Н.С.,  
МАОУ Тисульская СОШ № 1*

Современному производству необходимы инженеры, умеющие быстро адаптироваться к новым условиям рынка, умеющие создавать конкурентоспособную и высокотехнологичную продукцию. Все это связано со стремительным техническим прогрессом, что невозможно без формирования у подрастающего поколения инженерного мышления и, как следствие, нового необычного суждения и умения анализировать различные ситуации.

Это требование говорит о необходимости построения новой концепции формирования инженерных кадров, поэтому одной из важнейших задач российского образования сегодня является популяризация инженерно-технологических знаний среди школьников, профессиональная ориентация молодёжи на получение инженерных специальностей.

Сегодня деятельность инженера требует междисциплинарных знаний и имеет многопрофильный творческий характер. Именно поэтому мышление инженера – это системное мышление, позволяющее ему видеть проблему с разных сторон, «в целом», с учетом многообразных связей между всеми ее составляющими. Смена ориентиров на инженерную подготовку школьников становится всё более востребованной во многом благодаря смене приоритетов в инженерной подготовке кадров, вниманию к научно-технологической грамотности и компетентности, стремлению к конвергентности в инженерной подготовке. В связи с этим предъявляются новые требования к проектированию образовательного пространства школы как к пространству, в котором создаются условия для развития способностей и проявления качеств будущего инженера. Мы убеждены, что именно школьное образование должно обеспечить каждому выпускнику владение допрофессиональными компетенциями в инженерно-технологической сфере, которые необходимы для жизни в современном российском обществе, экономика которого ориентирована на инновационное развитие.

Инженерное мышление – это особый вид профессионального мышления, формирующийся и проявляющийся в способности самостоятельно

ориентироваться в новых технологиях, в их рационализации, модернизации и их внедрении в производство.

Ясно, что при обучении инженерно-технологических классов приоритетным должно быть развитие перечисленных компетенций. При этом их развитие не должно ограничиваться рамками предметов естественно-научного цикла.

Одним из инструментов усвоения знаний учащимися является решение задач. Однако, для развития инженерной мысли, задачи репродуктивного типа не подходят. В связи с этим необходимо вводится новый вид задач, а именно инженерные задачи.

На основе изученной литературы и исследования понятия инженерного мышления можно составить модель инженерной задачи, а именно определить критерии ее постановки и формулирования:

1. Максимальное приближение условия задачи к реальным жизненным ситуациям.
2. Наличие исходного состояния А и желаемого состояния Б без указания перехода от первого ко второму, то есть отсутствие очевидного решения.
3. Четкое определение минимального количества решения задания.

При подборе кейса заданий по математике и информатике мы поставили следующие задачи:

- сформировать инженерное мышление посредством решения задач;
- сформировать понимание необходимости изучения фундаментальных дисциплин для развития инженерного мышления;
- сформировать видение взаимосвязей фундаментальных дисциплин; развить исследовательские качества с интегрированием знаний из разных дисциплин.

Задания отбирались по следующим критериям: по уровню сложности; по тематике и соответствию школьным программам; по структуре заданий (близкие к ОГЭ и ЕГЭ); по учету времени школьника; разрабатывались задачи, направленные на формирование основных компонентов инженерного мышления.

Рассмотрим несколько строительных задач, требующих применения математических знаний, навыков математического моделирования, умений применять теоретические приемы на практике.

При решении данных задач применяются знания школьного уровня. Подобные примеры мотивируют изучать математику. Работа может быть использована на уроках математики и при проведении факультатива.

**Задача 1:** Между двумя площадками лестничной клетки требуется уложить на металлические балки бетонные ступени. Под каким углом к горизонту следует закрепить балки, если подъем ступени равен 15,5 см, а ее ширина 32,5 см?

*Решение:* Для решения задачи в качестве модели ступени используем треугольник (рис. 1).

По условию задачи подъем ступени  $BC=15,5$  см, а ее ширина  $AC=32,5$  см



Рис. 1

Пусть угол  $CAB = \alpha$ . Из прямоугольного треугольника ABC найдем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AC} \approx 0,4769, \text{ откуда } \alpha \approx 25^\circ.$$

*Ответ:* балки следует закрепить под углом  $\alpha \approx 25^\circ$ .

**Задача 2:** Требуется подсчитать радиус малого круга в конструкции рамы окна, внешняя часть которой имеет вид полукруга радиуса  $R$ .

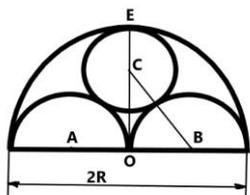


Рис. 2

*Решение:* Чтобы смоделировать задачу, сделаем чертеж рамы (рис. 2).

Пусть  $r$  – искомый радиус, тогда

$$CB = \frac{R}{2} + r, \quad OC = R - r, \quad OB = \frac{1}{2} \cdot R.$$

По теореме Пифагора из треугольника ОСВ можно записать  $OC^2 = CB^2 - OB^2$ , то есть  $(R - r)^2 = \left(\frac{R}{2} + r\right)^2 - \frac{R^2}{4}$ , откуда  $r = \frac{R}{3}$ .

*Ответ:* радиус малого круга в 3 раза меньше радиуса R.

**Задача 3:** Какой длины должна быть поднога стропильной фермы, если длина стропильной ноги равна 10 м., а длина ригеля составляет  $\frac{5}{8}$  от длины затяжки?

*Решение:* Для решения задачи в качестве модели стропильной фермы используем треугольник (рис. 3).

(АС – стропильная нога, КL – ригель, АВ – затяжка, АК – поднога)

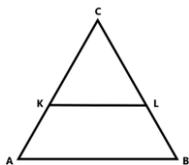


Рис. 3

$\triangle ACB \sim \triangle KCL$ , откуда  $\frac{AB}{KL} = \frac{AC}{KC}$ .

Пусть длина подноги АК = x, тогда  $\frac{8}{5} = \frac{10}{10-x}$ , то есть x = 3,75 м.

*Ответ:* длина подноги должна быть равна 3,75 м.

**Задача 4:** Колодец цилиндрической формы, имеющий в диаметре 135 см, а глубину 380 м, надо выложить кирпичом. Сколько штук кирпича для этого потребуется, если размер кирпича 25 x 12 x 6,5 см?

*Решение:* Рассмотрим модель колодца (вид сверху), по границе которого уложены кирпичи (рис. 4).

Длина окружности, диаметр которой меньше диаметра колодца на удвоенную ширину кирпича, равна  $\pi \cdot d \approx 351$  см.



Рис. 4

Длину окружности делим на длину кирпича, получаем:  $351 : 25 \approx 14$  кирпичей уложено в один ряд. Таких рядов будет  $380 : 6,5 \approx 59$ . Следовательно, потребуется кирпича  $14 \cdot 59$ , то есть 826 штук.

*Ответ:* потребуется 826 шт. кирпича.

**Задача 5:** Требуется выстелить пол в комнате размером 6 х 4 м. плитками правильной шестиугольной формы. Сколько таких плиток необходимо иметь, если сторона плитки 20 см?

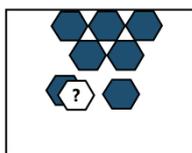


Рис. 5

*Решение:* Смоделируем задачу. На чертеже (рис. 5) плитка шестиугольной формы уложена определенным образом. На самом деле рисунок укладки в задаче не оговаривается, а таких рисунков в реальности может быть несколько. Поэтому решение задачи в каждом конкретном варианте будет отличаться и иметь разные ответы. Приведем решение, учитывающее максимальные затраты материала.

Площадь пола равна  $S = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}^2 = 240000 \text{ см}^2$ .

Площадь одной плитки находится по формуле

$$S_n = \frac{1}{2} nR^2 \sin \frac{360^\circ}{n}, \quad \text{где } n = 6, \quad \text{откуда } S_6 = 3R^2 \sin 60^\circ.$$

Но так как сторона правильного шестиугольника равна радиусу описанной окружности, получаем:  $a_6 = R$ , то  $S_6 = 3 \cdot 400 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ см}^2 = 600\sqrt{3} \text{ см}^2$ .

Разделим площадь пола комнаты на площадь одной плитки и получим число плиток:  $n \approx 243$  штуки.

*Ответ:* необходимо иметь 243 плитки.

В ходе исследования сразу в нескольких задачах были получены приближенные ответы. Делаем вывод, что в реальных строительных задачах возможна погрешность вычислений.

Задачи, решение которых мы рассмотрели, связаны с применением знаний алгебраических вычислений, тригонометрии, планиметрии и стереометрии. Это лишь немногие из строительных задач, решение которых требует применения математических методов. Такие задачи наглядно

показывают необходимость и важность изучения математики, ее практическую значимость.

По информатике мы предлагаем задачи следующего вида.

### **Задача «Производство бензина»**

Вы являетесь исполняющим обязанности управляющего компании «НаноКвантумнефть». Эта компания отбирает наиболее выгодное предложение для оборудования нового цеха по изготовлению бензина. Всего поступило  $n$  предложений от поставщиков соответствующих производственных линий с указанными в каждом из них: стоимостью линии  $A_i$ , затратами на производство  $V_i$  одной тонны бензина и ценой продажи  $C_i$  одной тонны бензина. Вам предстоит выбрать предложение, в котором точка самоокупаемости, т.е. количество бензина, достаточное для компенсации расходов на его изготовление и стоимости линии, минимально.

#### **Решение:**

Для решения этой задачи можно было бы перебрать все заявки и для каждой из них посчитать окупаемость, но это потребует большого количества времени и ресурсов (особенно, если  $n$  велико). Вместо этого, мы можем отсортировать заявки по убыванию отношения  $C_i / V_i$ . Затем, просматривая их в этом порядке, мы будем выбирать ту заявку, для которой значение точки окупаемости минимально.

Пусть  $S$  - стоимость производственной линии. Тогда формула для точки окупаемости имеет вид:

$$(S + A) / (C - B)$$

где  $A$  - затраты на производство,  $C$  - цена продажи,  $B$  - себестоимость производства,  $S$  - стоимость оборудования.

Просматривая заявки в отсортированном порядке, найдем ту заявку, где отношение  $C / B$  максимально. Это и будет искомая заявка. В случае равенства  $C / B$  для нескольких заявок, следует выбрать ту, где значение  $C$  максимально. Если же  $C$  совпадает, то выбираем заявку с максимальным значением  $B$ .

При этом, если после просмотра всех заявок ни одна из них не подходит (например, все заявки имеют отрицательное значение  $C$ ), то следует выбрать заявку с минимальным значением  $S$ .

### Пример решения на языке Паскаль:

```
const
eps = 1e-9;
var
a, b, c : longint;
n, i, best : longint;
low, cur : real;
begin
assign(input, 'petrol. in');
assign(output, 'petrol. out');
reset(input);
rewrite(output);
read(n);
best := 0;
low := 1e10;
for i := 1 to n do begin
read(a, b, c);
cur := a / (c - b);
if (low - cur > eps) then begin
low := cur;
best := i;
end;
end;
writeln(best);
close(input);
close(output);
end.
```

### Задача «Загадки клавиатуры»

Вы являетесь специалистом компании по изготовлению компьютерной техники. Всем известно, что из-за длительного использования клавиатура может прийти в негодность, клавиши начинают западать и требуют большего усилия для нажатия. Хотя клавиатура всё ещё может работать, важно знать, какие клавиши подвержены поломке. Количество нажатий, которые каждая клавиша может выдержать, определяется производителем изначально. Поэтому, имея эту информацию, можно предсказать, какие клавиши выйдут из строя при определенном порядке нажатий. Ваша задача - создать программу, которая определит, какие клавиши сломаются при заданном режиме использования.

Решение:

Для решения этой задачи необходимо знать количество нажатий, которое может выдержать каждая клавиша, а также порядок нажатий клавиш, которые использовались в процессе эксплуатации. Имея эту информацию, программа может предсказать, какие клавиши выйдут из строя.

### **Пример решения на языке Паскаль:**

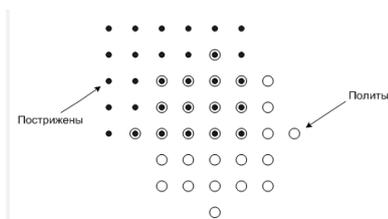
```
Var
c :array [1..100] of longint;
  n, i, k, t :longint;
f : text;
Begin
  Assign(f,'keyboard.in');
  Reset(f);
  ReadLn(f,n);
Fori:=1 to N do
  Read(f,c[i]);
  ReadLn(f,k);
Fori:=1 to k do
begin
  Read(f,t);
  Dec(c[t]);
end;
  Close(f);
  Assign(f,'keyboard.out');
  Rewrite(f);
Fori:=1 to N do
If c[i]>=0 Then
  Writeln(f,'no')
ElseWriteln(f,'yes');
  Close(f);
End.
```

### **Задача «Подсчет количества постриженных и политых пучков травы на газоне»**

Садовник Василий с заботой ухаживает за своим прекрасным газоном, представляющим собой плоскость с пучками травы, растущими в каждой целочисленной точке. В одно прекрасное воскресенье Василий воспользовался газонокосилкой, чтоб подстричь прямоугольный участок своего газона, две противоположные углы которого находятся в точках с координатами  $(x_1, y_1)$  и  $(x_2, y_2)$ . Стоит заметить, что пучки травы вдоль границ данного прямоугольника также были аккуратно пострижены. Радостный от полученного результата, Василий решает установить на своем газоне ирригационную систему. Эта система установлена в точке с координатами  $(x_3, y_3)$  и обладает

радиусом полива  $r$ , благодаря чему она начала орошать все пучки травы, расстояние от которых до заданной точки не превышает  $r$ . Однако вскоре Василия заинтересовал вопрос: сколько же пучков травы было и подстрижено, и полит в это замечательное воскресенье? Для ответа на его вопрос необходимо написать соответствующую программу.

Например:



Решение:

Для решения этой задачи сначала найдем все точки, которые находятся внутри прямоугольника и на его границе, затем отфильтруем точки, находящиеся вне радиуса полива, и подсчитаем их количество.

**Пример решения задачи на языке Паскаль:**

```

type
  abc=Int64;
var
  x1,y1,x2,y2,x3,y3,x: longint;
  k,r,y : abc;
input,output: text;
function kol(x,z1,z2:longint):longint;
var
  min,max,k: longint;
begin
  if (x<x1)or(x>x2)or(z1>y2)or(z2<y1) then
    k:=0
  else
    begin
      min:=y1;
      if z1>y1 then
        min:=z1;
      max:=y2;
      if z2<y2 then
        max:=z2;
      k:=max-min+1
    end;
    kol:=k
  end;
begin
  assign(input, 'input.txt');
  reset(input);

```

```

assign(output, 'output.txt');
rewrite(output);
readln(input,x1,y1,x2,y2);
read(input,x3,y3,r);
k:=kol(x3,y3-r,y3+r);
y:=r;
forx:=1 to r-1 do
begin
    while sqr(x)+sqr(y)>sqr(r) do
y:=y-1;
k:=k+kol(x3+x,y3-y,y3+y)+kol(x3-x,y3-y,y3+y)
end;
k:=k+kol(x3+r,y3,y3)+kol(x3-r,y3,y3);
write(output,k);
close(input);
close(output);
end.

```

### **Задача « Расчет итогового количества деталей на производственной линии»**

Федор написал резюме и успешно прошел собеседование на производственное предприятие. Перед тем как устроиться на работу, ему предложили выполнить тестовое задание по программированию. Задача заключается в следующем: необходимо написать программу, которая будет определять итоговое количество деталей, извлекаемых машиной с производственной линии до ее остановки. Входные данные включают в себя три числа (X, Y и Z), указывающие количество деталей в каждом контейнере. Выходом программы должно быть общее количество деталей, извлеченное машиной до остановки линии.

#### **Решение:**

В данной программе считываем количество деталей в каждом контейнере, суммируем их и выводим итоговое количество взятых деталей.

#### **Пример решения задачи на языке Паскаль:**

```

program z02;
var
X,Y,Z,k: longint;
input,output:text;
begin
assign(input, 'input.txt');
assign(output, 'output.txt');
reset(input);
readln(input, X);
readln(input, Y);

```

```
readln(input, Z);
close(input);
rewrite(output);
if X
if kZ then k:=Z;
writeln(k);
X:=X-k;
Y:=Y-2*k;
Z:=Z-k;
if X=0 then writeln(output, 4*k) else
if Y=0 then writeln(output, 4*k+1) else
if Z=0 then writeln(output, 4*k+2) else
writeln(output, 4*k+3);
close(output);
end.
```

### **Задача «Автомобильные номера»**

В нашей стране принят автомобильный номер следующего формата: буква, три цифры, две буквы, без учета кода региона. Например, A123BC. Петя недавно узнал, что такое палиндром. Палиндромом называется строка, которая одинаково читается как слева направо, так и справа налево. Петя вышел на улицу и стал разглядывать номера на автомобилях. Он заметил, что буквы номера без цифр могут быть палиндромами (например, A123BA), а могут и цифры без букв образовывать палиндром (например, A121BC). Ну и в редком случае встречаются номера, в которых и буквы и цифры образуют два палиндрома (например, A121BA). Петя решил подсчитать, сколько встречается номеров, где нет ни одного палиндрома, палиндромы только буквы, только цифры, и буквы и цифры. Помогите Пете составить программу подсчета количества таких номеров.

Программа получает на вход  $N$  строк текста ( $1 \leq N \leq 100\,000$ ), каждая строка содержит один образец автомобильного номера. Каждый образец содержит 3 любые цифры и 3 любые заглавные латинские буквы (других символов во входных данных быть не может). Среди номеров может быть некорректный номер, у которого не соблюдается порядок цифр и букв, например, AB1B22.

Программа должна вывести:

- в первой строке количество номеров, в которых ни буквы, ни цифры не образуют палиндрома,

- во второй — количество номеров, в которых только буквы образуют палиндром,
- в третьей — количество номеров, в которых только цифры образуют палиндром,
- в четвертой — количество номеров, в которых и буквы, и цифры образуют палиндром.

### **Решение:**

Из полученной строки составляется текстовая часть номера, состоящая из первого, пятого и шестого символа, и числовая часть номера, состоящая из второго, третьего и четвертого символа. Проверяется корректность номера, т.е. текстовая часть должна содержать только заглавные латинские буквы, а числовая только цифры. Далее идет подсчет соответствующих заданию типов номеров.

### **Пример решения задачи на языке Паскаль:**

```

program z05;
var
(output, 'output.txt');
reset(input);
a,b,c,d:integer;
anum:string[6];
alpha,num:string[3];
input,output:text;
begin
assign(input, 'input.txt');
assign
a:=0;b:=0;c:=0;d:=0;
while not eof(input) do begin
readln(input,anum);
alpha:=anum[1]+anum[5]+anum[6];
num:=copy(anum,2,3);
if (alpha='AAA') and (alpha='001')and(num
if (alpha[1]=alpha[3])and(num[1]=num[3]) then a:=a+1 else
if num[1]=num[3] then b:=b+1 else
if alpha[1]=alpha[3] then c:=c+1 else d:=d+1;
end;
close(input); rewrite(output);
writeln(output,d);
writeln(output,c);
writeln(output,b);
writeln(output,a);
close(output);
end.

```

Инженерное мышление представляет собой синтез разных видов мышления, которые взаимосвязаны между собой и доминируют в зависимости от ситуации. Оно представляет собой мыслительный процесс, приводящий к решению инженерных задач, созданию необычных и оригинальных идей и умозаключений.

Подобранные нами задачи не претендуют на исчерпывающее рассмотрение содержания рассматриваемой проблемы и может служить базой для дальнейшей теоретико-практической разработки проблемы формирования основ инженерного мышления школьников.

### Литература

1. Инженерное мышление школьников: технологии, методы и средства формирования: сборник конспектов уроков и занятий внеурочной деятельности / Под общ. ред. Г.М. Шигабетдиновой, Т.В. Финюковой, Л.Х. Давлетшиной. – Ульяновск, 2021.
2. Ланге В.Н. Экспериментальные задачи на смекалку [Текст]:библиотека физико-математической школы/В.Н. Ланге- Издательство "Наука", Москва, 1974
3. Садоева Т. Г., Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по информатике. / <https://multiurok.ru/index.php/files/otvety-olimpiada-informatika-9-11-klass.html> (дата обращения 13.02.2024)
4. Олимпиадные задачи по информатике с решениями / [https://inf777.narod.ru/podgotovka\\_k\\_olympiad/olym\\_zadachi\\_s\\_resheniyami.htm](https://inf777.narod.ru/podgotovka_k_olympiad/olym_zadachi_s_resheniyami.htm) (дата обращения 08.02.2024)
5. Киреева Л. К., Олимпиадные задачи по информатике и программированию /<https://pandia.ru/text/78/521/98807.php> (дата обращения 08.02.2024)
6. Приемы его формирования в процессе обучения в техническом ВУЗе.//Вестник Казанского технологического университета. №2/ том 16/ 2013

7. Ребро И.В., Мустафина Д.А., Рахманкулова Г.А., Абрамова О.Ф., Первалова Е.А., Матвеева Т.А., Соколова Н.А. ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ У ШКОЛЬНИКОВ // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 3. ; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28830> (дата обращения: 05.03.2024).
8. Варданян С.С., Задачи по планиметрии с практическим содержанием/ под ред. В.А. Гусева – М.: Просвещение, 1989 г.