

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»**

Кафедра «Физика»

**АЛГОРИТМ И РЕКОМЕНДАЦИИ
К РЕШЕНИЮ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ
ПО ФИЗИКЕ**

Учебное пособие

© РУТ (МИИТ)

1. АЛГОРИТМ

РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ*

ЭТАП 1. Читаем задачу, пересказываем ситуацию своими словами (желательно – вслух); определяем, о каком физическом явлении, эффекте, процессе, объекте идет речь. Записываем соответствующие формулы.

ЭТАП 2. Создаём рисунок и записываем исходные данные. Следим за тем, чтобы всё, что записано в «дано», было отображено на рисунке, и наоборот.

В дальнейшем, если появляются новые обозначения, отображаем их на рисунке.

ЭТАП 3. Формулы, которые мы вспомнили на первом этапе, записываем в наших обозначениях. Составляем систему уравнений.

ЭТАП 4. Решаем систему. Получаем численный ответ с указанием единиц измерения.

ЭТАП 5. Проверка результата: а) по смыслу; б) по единицам измерения. Перепроверка.

ЭТАП 6. Записываем ответ с указанием единиц измерения.

ПРИМЕЧАНИЯ

– При составлении системы уравнений далеко не все уравнения, записанные на **ЭТАПЕ 1**, могут быть в итоге использованы. Тем не менее, на данном этапе нужно писать все ре-

* Замечания и пожелания по работе с алгоритмом и рекомендациями можно направлять по адресу kokin2@mail.ru.

комендуемые формулы: это очень эффективный способ их запоминания!

– Часто спрашивают: нужно ли переводить одни единицы измерения в другие (градусы Цельсия – в кельвины, часы – в секунды и т.д.)? Конечно, бывают задачи, в которых очевидно, что этого делать не надо, но общий ответ таков: если у Вас возник этот вопрос, значит – переводите!

В большинстве случаев решение задачи выполняется в системе единиц СИ.

– Если в составленной на **ЭТАПЕ 3** системе уравнений число уравнений оказывается меньше числа неизвестных, то нужно поочерёдно выполнить следующие шаги.

1. Посмотреть в «Дано»: всё ли мы использовали? При необходимости дописать новые уравнения.

2. Следует перечитать задачу: не пропустили ли мы какое-нибудь явление, эффект? При необходимости дописать новые уравнения.

3. Попытаться решить систему в надежде на то, что лишние неизвестные сократятся. **ПРИЗНАКАМИ СОКРАЩЕНИЯ** являются:

- наличие в системе уравнений таких соотношений, в которых одно неизвестное делится на другое;

- каждое из неизвестных (кроме того, которое нужно найти) в уравнениях системы встречается, по крайней мере, дважды.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Использование данных рекомендаций позволяет успешно решать подавляющее большинство задач, предлагаемых студентам первых курсов многих технических университетов. Для эффективного применения рекомендаций их необходимо запомнить или, по крайней мере, каждый раз заново просматривать, следуя этапу 1 алгоритма решения типовых задач, приведённого выше.

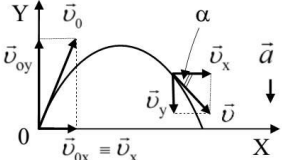
Порядок следования рекомендаций соответствует порядку изучения соответствующих тем в типовом курсе общей физики технического вуза.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 1. Если непонятно, с чего начинать решение, его следует начинать **с определений**.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 2. Если задача из кинематики (в ней идёт речь о пути, скорости, ускорении, времени т. д.), то к её решению следует приступить **с анализа траектории движения** (см. схему на следующей странице)

РЕКОМЕНДАЦИЯ 3. Если в задаче встречаются формулы с координатами, то для их использования необходимо:

- **начертить оси координат** с указанием начала отсчёта;
- **изобразить на чертеже траекторию**, отметив на ней *характерные для данной задачи точки*;
- **обозначить координаты** этих точек, а также – соответствующие этим точкам значения **времени и скорости**;
- **формулы кинематики записать именно для этих координат, значений времени и скорости.**

<p style="text-align: center;"><u>КИНЕМАТИКА</u></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">траектория</p>		
ПРЯМАЯ	ПАРАБОЛА	ОКРУЖНОСТЬ
<p>1. $v = const$ Равномерное движение</p> <p><u>ОДНА ФОРМУЛА:</u> $x = x_0 + vt$</p>	<p>По оси X: $v_x = const$ (Равномерное движение в отсутствие внешних сил, направленных вдоль оси X); По оси Y: $a = const$ (равнопеременное движение)</p> 	<p>1. $\omega = const$ Равномерное вращение</p> <p><u>ЧЕТЫРЕ ФОРМУЛЫ:</u> $\varphi = \varphi_0 + \omega t$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $v = \omega R$ $a_{ц} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$ </p>
<p>2. $a = const$ Равнопеременное движение</p> <p><u>ДВЕ ФОРМУЛЫ:</u> $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $v = v_0 + at$ </p>	<p><u>ПЯТЬ ФОРМУЛ:</u> $x = x_0 + v_x t$ $y = y_0 + v_{0y} t + \frac{at^2}{2}$ $v_y = v_{0y} + at$ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ $tg \alpha = \frac{v_y}{v_x}$ </p>	<p>2. $\varepsilon = const$ Равнопеременное вращение</p> <p><u>ШЕСТЬ ФОРМУЛ:</u> $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$ $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ $v = \omega R$ $a_{ц} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$ $a_{\tau} = \varepsilon R$ $a = \sqrt{a_{ц}^2 + a_{\tau}^2}$ </p>
<p style="text-align: center;"><u>ПРИМЕЧАНИЕ:</u> знаки слагаемых в формулах проставляются ПОСЛЕ ВЫБОРА ОСЕЙ КООРДИНАТ</p>		
<p>+ ОПРЕДЕЛЕНИЯ: $v = \frac{dx}{dt}$ – скорость $a = \frac{dv}{dt}$ – ускорение $v_{cp} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ – средняя путевая скорость </p>		<p>+ ОПРЕДЕЛЕНИЯ: $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ – угловая скорость $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$ – угловое ускорение $a_{\tau} = \frac{dv}{dt}$ – тангенциальное ускорение </p>

РЕКОМЕНДАЦИЯ 4. Если в задаче идет речь о нескольких телах, или о нескольких состояниях одного и того же объекта, то это означает, что формулы, пришедшие в голову на первом этапе, **нужно записать несколько раз** (для каждого из тел или состояний). Несколько раз нужно нарисовать и рисунок. *Такие задачи удобно называть задачами типа «было – стало».*

РЕКОМЕНДАЦИЯ 5. Если в задаче требуется построить график, необходимо:

- начертить **оси координат**, отметить **начало отсчёта** и **указать, что отложено по осям.**

ПРИМЕЧАНИЕ: Если требуется построить не один, а несколько взаимосвязанных графиков, следует располагать на странице их так, чтобы одинаковые оси этих графиков располагались параллельно друг другу.

- **Записать формулу**, которая отображает зависимость того, что откладывается по оси ординат от того, что откладывается по оси абсцисс.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если график носит **качественный характер**, значения всех параметров, входящих в формулу, можно положить равными единице.

- **Определить область допустимых значений (ОДЗ)** аргумента и **область изменения функции**. Отметить их на координатной плоскости.
- **Устремить значения аргумента** к границам ОДЗ, к особым точкам, к нулю, к «плюс» и к «минус» бесконечности. Отметить соответствующие значения функции на координатной плоскости.
- **Построить график**, используя полученные данные.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 6. Если в задаче встречается слово «сила», для её решения необходимо записать **формулу второго закона Ньютона**:

$$\Sigma \vec{F}_i = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \quad \text{или (при } m = \text{const}) \quad \Sigma \vec{F}_i = m \vec{a} .$$

После этого следует:

- Нарисовать рисунок и отметить на нём **ВСЕ** силы, действующие на тело.
- **Выбрать оси координат** (одну из осей удобно выбирать по направлению вектора ускорения).
- **Изобразить проекции или составляющие сил** на выбранные оси координат.
- Второй закон Ньютона записать для проекций сил.

ВИДЫ СИЛ В СТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧАХ

РЕКОМЕНДАЦИЯ 7. Если в задаче идёт речь о коэффициенте трения, для её решения следует записать **формулу**

$$F = \mu N.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 8. Если в задаче идёт речь о весе тела, для её решения следует переходить от веса **к силе реакции опоры**:

$$|\vec{P}| = |\vec{N}| .$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 9. Если в задаче идёт речь о пружине, для её решения следует записать **формулы**:

$$F = -kx; \quad E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} .$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 10. Если в задаче идёт речь о спутниках, планетах, других космических объектах, для её решения необходимо записать формулу **закона Всемирного тяготения**:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} .$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 11. Если в задаче идёт речь о теле, погружённом в жидкость (газ), для её решения следует записать формулу **закона Архимеда**:

$$F = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{тела}}.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 12. Если в задаче идёт речь о взаимодействующих точечных зарядах, следует записать формулу **закона Кулона**:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

Если хотя бы одно из взаимодействующих заряженных тел – не точечное, не равномерно заряженный шарик или сфера, формулой закона Кулона пользоваться нельзя, следует выразить силу **через напряженность** электрического поля:

$$\vec{F} = q\vec{E}.$$

Типичная ситуация, описываемая этой формулой – поведение точечного заряда, шарика, покоящегося или движущегося в однородном электрическом поле.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 13. Если в задаче идёт речь о проводнике с током, находящемся в магнитном поле, следует записать формулу для **силы Ампера**:

$$F_A = BIl \sin(\widehat{IB}).$$

Направление вектора силы находится по правилу левой руки.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 14. Если в задаче идёт речь об электрическом заряде, движущемся в магнитном поле, для её решения следует записать формулу **силы Лоренца**:

$$F_L = Bqv \sin(\widehat{vB}).$$

Направление силы находится по правилу левой руки.

ПРИМЕЧАНИЕ: если заряд – *отрицательный*, то найденное по правилу левой руки направление силы следует *поменять на противоположное*.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 15. Если в задаче идёт речь о теле, находящемся в состоянии покоя (или равномерного прямолинейного движения), следует **записать**:

$$\Sigma \vec{F}_i = 0.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 16. Если в задаче идёт речь о теле, находящемся в состоянии равновесия, следует **записать**:

$$\Sigma \vec{F}_i = 0, \quad \Sigma \vec{M}_i = 0.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 17. Если в задаче идёт речь о перемещении тела (или системы тел) в пространстве, но при этом обращается внимание лишь на начальное и конечное состояния тел, то для решения задачи могут оказаться полезными **законы сохранения механической энергии и импульса**.

Если в задаче идёт речь об упругих соударениях тел, то для решения можно использовать **как закон сохранения импульса, так и закон сохранения механической энергии**.

Если в задаче идёт речь о неупругих соударениях (например, – о слипающихся телах), о стреляющих пушках, застревающих пулях и снарядах, о разрывающихся гранатах, то для описания этих процессов **законом сохранения механической энергии пользоваться нельзя: следует записать формулу закона сохранения импульса**:

$$\vec{p}_{10} + \vec{p}_{20} = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2.$$

Следующий шаг – выбор осей координат и переписывание этой формулы для проекций на выбранные оси.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 18. Если в задаче идёт речь об идеальном газе, то для её решения следует записать формулу **закона Клапейрона – Менделеева** в двух видах:

$$pV = \frac{M}{\mu} RT; \quad p = nkT.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 19. Если в задаче идёт речь о смеси идеальных газов, то для её решения следует записать форму-

лу закона Клапейрона–Менделеева для каждого из газов (задача «было – стало») и формулу **закона Дальтона**:

$$P_{\text{СМЕСИ}} = P_1 \text{ ГАЗА} + P_2 \text{ ГАЗА} + P_3 \text{ ГАЗА} + \dots$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 20. Если в задаче идёт речь о числе атомов (молекул) или о массе одного атома (молекулы) то для её решения следует **записать соотношение**:

$$m_0 = \frac{M}{N} = \frac{\mu}{N_A},$$

где m_0 – масса атома (молекулы), M – масса рассматриваемого объекта, N – общее число атомов (молекул) в объекте, μ – молярная масса вещества, из которого состоит объект, N_A – число Авогадро.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 21. Если в задаче идёт речь о к.п.д. то для её решения следует:

а) **выявить**, что в данной задаче является **полезной** работой $A_{\text{П}}$ (теплотой $Q_{\text{П}}$, энергией $W_{\text{П}}$), а что – **затраченной** (A_3 , Q_3 , W_3), после чего необходимо

б) записать формулу для к.п.д. **η в одной** из приведённых ниже форм:

$$\eta = \frac{A_{\text{П}}}{A_3}, \text{ или } \eta = \frac{A_{\text{П}}}{Q_3}, \text{ или } \eta = \frac{A_{\text{П}}}{W_3}, \text{ или}$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{П}}}{A_3}, \text{ или } \eta = \frac{Q_{\text{П}}}{Q_3}, \text{ или } \eta = \frac{Q_{\text{П}}}{W_3}, \text{ или}$$

$$\eta = \frac{W_{\text{П}}}{A_3}, \text{ или } \eta = \frac{W_{\text{П}}}{Q_3}, \text{ или } \eta = \frac{W_{\text{П}}}{W_3}.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 22. Если в задаче идёт речь об идеальной тепловой машине, то для её решения следует записать формулу **к.п.д. идеальной тепловой машины**:

$$\eta = \frac{Q_{\text{Н}} - Q_{\text{Х}}}{Q_{\text{Н}}} = \frac{T_{\text{Н}} - T_{\text{Х}}}{T_{\text{Н}}}.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 23. Если в задаче идёт речь о плоском конденсаторе, то для её решения следует записать **две формулы**:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}; \quad E = \frac{U}{d}.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 24. Если в задаче идёт речь об ускоряющей или замедляющей разности потенциалов, то для её решения следует записать **формулу**:

$$qU = |\Delta W_{\text{кин}}| = A.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 25. Если в задаче идёт речь об электрической цепи постоянного тока, то для её решения следует записать **формулу закона Ома** для отдельных участков этой цепи:

$$I = \frac{U}{R}.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 26. Если в задаче идёт речь о замкнутой электрической цепи (содержащей источник э.д.с.), то для её решения следует записать **формулу закона Ома для полной цепи**:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 27. Если в задаче идёт речь об электронагревательных приборах, устройствах, то для её решения следует записать **формулы закона Джоуля-Ленца**:

$$Q = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t = IU \Delta t.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 28. Если в задаче идёт речь о гармонических колебаниях, то для её решения следует записать **формулу**, которая описывает такие колебания:

$$x = A \sin(\omega t + \alpha).$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 29. Если в задаче идёт речь о математическом маятнике, записываем формулу для вычисления его периода колебаний:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Если при этом маятник находится в лифте, который движется с ускорением a по вертикали или на который действует сила, создающая добавочное ускорение a , то для её решения следует записать формулу:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \pm a}}.$$

Если маятник при этом испытывает перегрузку, в формуле нужно выбрать знак «+», если натяжение нити уменьшается, – знак «–».

РЕКОМЕНДАЦИЯ 30. Если в задаче идёт речь о тонкой линзе, то для её решения следует записать **две формулы**:

$$\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}; \quad \frac{d}{f} = \frac{h}{H}.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 31. Если в задаче идёт речь о луче света, падающем на границу раздела двух сред, прежде чем чертить отражённый и преломлённый лучи, из точки падения следует восстановить **перпендикуляр к границе раздела сред**.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 32. Если в задаче идёт речь о квантах электромагнитного излучения (в том числе – света), то для её решения следует записать **формулу**:

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 33. Если в задаче идёт речь о дифракционной решетке, то для её решения следует записать **формулу**:

$$d \sin \varphi = k\lambda.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 34. Если в задаче идёт речь о длине волны микрочастицы (длине волны де Бройля), записать **формулу**:

$$p\lambda = h.$$

РЕКОМЕНДАЦИЯ 35. Если в задаче говорится о периоде полураспада (или о времени полуспада, характеризующего какой-либо процесс), следует записать **формулу вида**:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{0.5}}}$$

«РЕКОМЕНДАЦИЯ» 36. Практика показывает, что для многих абитуриентов является проблемой запись условия в случаях, когда часть данных задачи выражена в процентах, задана в виде отношения или разности. В этом случае хорошо «работает» следующая шутливая рекомендация. Представьте себе, что соответствующая информация касается не данных задачи (масс, расстояний, числа частиц, и т. д.), а **денег**, зарплаты. В большинстве случаев после этого сразу становится понятно, как записать условие в виде конкретных математических выражений.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 37. Если после просмотра изложенных рекомендаций вами ничего не выбрано, следует вновь прочитать задачу и вспомнить **определения** всех используемых в задаче величин. Затем – **повторить попытку** выбора нужных рекомендаций.