



Инженерная олимпиада школьников. Отборочный тур 2016 года

В течение нескольких лет ряд ведущих технических университетов России – Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Санкт-Петербургский электротехнический университет «ЛЭТИ», Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева и Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева – проводят необычную олимпиаду, посвящённую физике в технике, физике вокруг нас, физике в жизни человека. Эту олимпиаду было решено назвать Инженерной олимпиадой школьников. За несколько лет в задания олимпиа-

ды входили задачи, посвящённые работе многих инженерных устройств – прокатного стана, дифференциала автомобиля, шарнира Липкина – Посселе, подвесного моста, жидкостного насоса, уголкового отражателя и



30 октября, Нижний Новгород



30 октября, Москва



30 октября, Самара

Инженерная олимпиада школьников-2014/2015

Представлены задания отборочного тура III инженерной олимпиады школьников, проведенной силами пяти ведущих российских вузов. Проведён подробный разбор решений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абитуриент, инженерная олимпиада, динамика, электростатика, электродинамика, термодинамика, МКТ, НГТУ, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», НИЯУ МИФИ, МГУПС (МИИТ), СГАУ



М.Е. БУШУЕВА
(НГТУ, Нижний Новгород),
Б.Г. КОМАРОВ
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург),
С.Е. МУРАВЬЁВ
zetuzavlev@mail.ru
(НИЯУ МИФИ, г. Москва),
В.И. СКРЫТНЫЙ
vskrytny@phed.ru
(НИЯУ МИФИ, г. Москва),
А.П. ПРУНЦЕВ
(МГУПС (МИИТ), г. Москва),
И.В. ЧОСТКОВСКАЯ
(СГАУ г. Самара)

■ Для мотивации наиболее одарённых школьников к инженерному творчеству и инженерному образованию пять ведущих инженерных вузов страны – Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева, Самарский государственный аэрокосмический университет (НИУ) и Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» проводят уже в третий раз инженерную олимпиаду школьников. Олимпиада позволяет заинтересовать школьников инженерными направлениями подготовки и «подтолкнуть» их к выбору инженерных образовательных траекторий. Проводится она в два тура (отборочный и заключительный) одновременно на базе вузов-организаторов и на региональных площадках. В 2014/2015 уч. г. отборочный тур проходил также в Белгороде, Смоленске, Рязани, Дмитровграде, Сарове, Северске, Араамасе, Байконуре. В нём приняли участие около 1500 школьников, к заключительному туру было допущено около 350.

Задания Инженерной олимпиады школьников посвящены физике в технике, физике вокруг нас, физике в жизни нашей цивилизации. В заданиях использовали элементы прикладной механики, статике с простейшими расчётами статических инженерных конструкций, техническую термодинамику, электро-

технику, электронику, геометрическую оптику. Ряд задач носят характер оценок, ряд задач посвящён работе конкретных инженерных систем («как это работает?»). Конечно, задание не выходит за рамки школьной программы и, в принципе, может быть решено школьниками. Но оно совсем непримитивно, необычно и, как мы надеемся, интересно и красиво. Нам кажется, что такой формат задания позволяет показать, что физика – основа современных технологий, позволяет хоть немного, но всё же сократить огромный разрыв между «школьной» физикой и физикой, «работающей» в современной технике, который имеется в головах современных школьников.

Задания отборочного тура 9–10 классы

1. В инженерных расчётах давления газов или жидкостей используется множество разных единиц физических величин. В русскоязычной литературе сейчас в основном используется паскаль ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$), хотя иногда используются также миллиметры ртутного или водяного столба (давление, оказываемое столбом соответствующей жидкости).

В Британской инженерной системе единиц единицей давления является фунт-сила на квадратный дюйм, которая определяется как давление тела массой 1 фунт (1 lb), находящегося в стандартном гравитационном поле, на 1 квадратный дюйм (1 in^2) – эту единицу обозначают lb/in^2 или psi (*pound-force per square inch*).

Найдите соотношение между единицами (с точностью до 4 значащих цифр): $1 \text{ мм рт. ст.} = \dots \text{ lb}/\text{in}^2$, если $g = 9,8067 \text{ м/с}^2$, плотность ртути $\rho_m = 13\,595 \text{ кг/м}^3$, $1 \text{ дюйм (in)} = 2,54 \text{ см}$, $1 \text{ фунт (lb)} = 0,45359 \text{ кг}$.

Решение. Сначала найдём связь между паскалем и *pound-force per square inch* ($\text{lb}/\text{in}^2 = \text{psi}$):

$$1 \text{ psi} = \frac{1 \text{ lb}}{1 \text{ in}^2} = \frac{0,45359 \text{ кг} \cdot 9,8067 \text{ м/с}^2}{2,54^2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2} = 6895 \text{ Па}.$$

С другой стороны:

$$1 \text{ мм рт. ст.} = \rho g h = 13\,595 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8067 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 133,32 \text{ Па}.$$

Отсюда находим, что

Инженерная олимпиада школьников-2014/2015

Представлены задания заключительного тура III инженерной олимпиады школьников, проведенной силами пяти ведущих российских вузов. Проведён подробный разбор решений. Задания отборочного тура см. в № 9/2015.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абитуриент, инженерная олимпиада, динамика, электростатика, электродинамика, термодинамика, МКТ, НГТУ, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», НИЯУ МИФИ, МГУПС (МИИТ), СГАУ



М.Е. БУШУЕВА
(НГТУ, Нижний Новгород).
Б.Г. КОМАРОВ
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург).
С.Е. МУРАВЬЕВ
semuraviev@mail.ru
(НИЯУ МИФИ, г. Москва).
В.И. СКРЫТНЫЙ
vsklytniy@nerph.ru
(НИЯУ МИФИ, г. Москва).
А.П. ПРУНЦЕВ
(МГУПС (МИИТ), г. Москва).
И.В. ЧОСТКОВСКАЯ
(СГАУ, г. Самара).

Начиная с 2011 г., пять ведущих технических университетов нашей страны – Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева, Самарский государственный аэрокосмический университет (национальный исследовательский университет) и Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» – проводят Инженерную олимпиаду школьников, задания которой связаны с физикой в технике, физикой в современных технологиях, физикой в жизни человека. В течение двух последних лет олимпиада входит во всероссийский перечень олимпиад школьников (под номером 9), что даёт возможность победителям и призёрам олимпиады получить значительные льготы при поступлении в вузы (любые, а не только вузы-организаторы олимпиады). Ниже приводится задание заключительного тура инженерной олимпиады школьников 2014/2015 уч. г.

В будущем году мы обязательно продолжим проведение Инженерной олимпиады, так что приглашаем всех желающих принять в ней участие. Следите за сайтами вузов-организаторов.

Задания заключительного тура 9–10 классы

1. Для измерений размеров используется точный измерительный прибор – штангенциркуль, кото-

рый кроме основной шкалы имеет дополнительную подвижную шкалу – нониус, цена деления которой составляет 0,9 мм. Название *нониус* произошло от фамилии автора – португальского математика Нуниса (*Nonius*). Нониус позволяет измерять размеры с точностью 0,1 мм*. Объясните, как это удаётся сделать.



Решение. При измерении предмет зажимают между неподвижной и подвижной частями штангенциркуля. Если нуль шкалы нониуса при этом точно попал на миллиметровое деление основной шкалы, размер предмета равен целому числу миллиметров (показанию основной шкалы). Если размер предмета не равен целому числу миллиметров, то нуль шкалы нониуса попадёт между двумя делениями основной шкалы. В этом случае и работает шкала нониуса, которая позволяет определить размер предмета с точностью до 0,1 мм. Это делается так. Поскольку цена деления шкалы нониуса равна 0,9 мм, то 10 делений шкалы нониуса (полная шкала) равны 9 мм, 9 делений шкалы нониуса – 8,1 мм, 8 делений шкалы – 7,2 мм, 7 делений – 6,3 мм, 6 делений – 5,4 мм, 5 делений – 4,5 мм, 4 деления – 3,6 мм, 3 деления – 2,7 мм, 2 деления – 1,8 мм, 1 деление – 0,9 мм. Поэтому если размер предмета равен целому числу миллиметров плюс 0,9 мм, расстояние от нуля шкалы нониуса до следующего миллиметрового деления основной шкалы будет равно 0,1 мм, и с одним из делений основной шкалы совпадёт девятое деление шкалы нониуса (поскольку оно находится от нуля шкалы нониуса на расстоянии 8,1 мм). Если размер предмета равен целому числу миллиметров плюс 0,8 мм, расстояние между нулём шкалы нониуса и следующим миллиметровым делением



*Существуют штангенциркули, позволяющие измерять с точностью до 0,05 мм. – Ред.

Инженерная олимпиада школьников

Представлены задачи первой инженерной олимпиады школьников, прошедшей силами пяти ведущих российских вузов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абитуриенту, инженерная олимпиада НИЯУ МИФИ, ЛЭТИ, НИУ СГАУ, МИИТ, НГТУ, динамика, электростатика, электродинамика, МКТ, термодинамика

zastupaev@mail.ru,
В. И. СКРЫТНЫЙ,
НИЯУ МИФИ, г. Москва,
И. Ю. ЛЯХОВ,
НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород

В 2012 г. пять крупнейших технических университетов – Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королёва (НИУ СГАУ), Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ) – решили провести олимпиаду, которая позволила бы заинтересовать школьников инженерными направлениями и мотивировать лучших из них к инженерному творчеству и инженерному образованию. Эту олимпиаду было решено назвать «Инженерной олимпиадой школьников». Отметим, что состав вузов-организаторов неслучаен, все они представляют регионы с развитой наукой и промышленностью – «инженерную ось России».

Олимпиада проводилась в два тура – отборочный и заключительный – одновременно на базе всех вузов-организаторов и на региональных площадках в Санкт-Петербурге, Москве, Нижнем Новгороде, Самаре и Дзержинском (Ульяновская обл.). В отборочном туре олимпиады приняли участие около 1000 школьников, к заключительному туру допущено около 300.

Главное отличие Инженерной олимпиады от «стандартных» олимпиад для школьников заключалось в принципах составления заданий и в самих олимпиадных заданиях. Изначально было ясно, что инженерная олимпиада должна быть междисциплинарной, но всё-таки главным предметом должна быть физика, основа большинства современных технологий. Конечно, во всех задачах должны рассматриваться те или иные

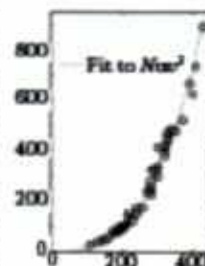
... Конечно, в заданиях должны быть представлены задачи-сюрпризы – ведь современный инженер должен уметь «на пальцах» оценить ту или иную проблему и выключить расчёт. Конечно, задание не должно выходить за рамки школьной программы и должно быть «реалистичным». И, конечно, задание не должно быть примитивным, может быть, напротив, даже выходящее сложным и нестандартным. И, конечно, оно должно быть «красивым» и интересным. «Красивым» и интересным и для физиков, и для инженеров, и для школьников. Удалось ли нам это сделать, судить вам. Мы провели опрос участников олимпиады на выезде из аудиторий: «Сложно и неинтересно», «Мы такого не проходили», «А нам было интересно». И хотя последнее звучало не так часто, как нам хотелось бы, но всё же было! И ещё одно замечательное наблюдение. На инженерной олимпиаде была более рабочая обстановка, чем на «обычных» олимпиадах – школьники решали задачи, а не пытались подглядывать к соседям или искать способ спаять с «инезным миром». Им действительно было интересно.

В будущем году мы обязательно продолжим эту олимпиаду и приглашаем всех желающих принять в ней участие. Следите за сайтами вузов-организаторов.

Авторы выражают благодарность замечательному педагогу и популяризатору науки К.Ю. Богданову за полезные обсуждения ряда инженерных вопросов, вошедших, не вошедших и планирующихся к включению в задания Инженерной олимпиады.

Отборочный тур

1. На рисунке приведён график зависимости мощности автомобиля (ось ординат, кВт) от максимальной скорости, которую он способен развивать (ось абсцисс, км/ч). Этот график построен по данным автопроизводителей относительно машин одного класса, имеющихся близких размеров каждая точка соответствует какому-либо



ФМИ № 2 2016: Олимпиады № вёрстки 3	№ корректуры: Число ошибок: Верстал: Грибович	Дата Кол-во стр 10	Подпись:
---	---	-----------------------	----------

Инженерная олимпиада школьников 2015 – 2016 учебного года



6 декабря 2015 г. Москва, НИЯУ МИФИ

С 2012 года «на карте» олимпиадного движения страны появилась новая, необычная олимпиада – Инженерная олимпиада школьников, которую проводят пять ведущих технических университетов нашей страны: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева, Самарский государственный аэрокосмический университет (национальный исследовательский университет) и Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ». Эта олимпиада по физике в технике, по

физике вокруг нас, по физике в жизни человеческой цивилизации.

Все задания инженерной олимпиады носят не «разговорный», а вполне конкретный – расчётный или оценочный характер. Это и прикладная механика, и статика с простейшими расчётами статических инженерных конструкций, и техническая термодинамика, и электротехника, и электроника, и техническая оптика. За несколько лет в заданиях олимпиады рассматривались: трение в жизни человека (автомобиль, прокатный стан, лыжные мази), работа ряда технических устройств (дифференциал, шарнир Липкина – Посселье, пылесос, винглеты), диодные ключи

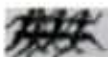
Инженерная олимпиада ШКОЛЬНИКОВ

Важнейшей задачей, стоящей сегодня перед всей образовательной системой страны, является привлечение школьников к выбору инженерных и технических образовательных траекторий, а в более общем плане – ориентация современной молодежи на науку и технику. Ведь сегодня выбирают физику как один из предметов для сдачи ЕГЭ (а это показатель того, чего хочет школьник) не более 25 % выпускников 11 класса. Государственные рычаги (административные и экономические), которые позволили в середине прошлого века решить проблему технологического отставания СССР от США в области атомного оружия (и не только), в настоящее время не действуют. Кроме того, существенно изменилось общество. Двадцатый век был веком науки и техники, и это совсем не пустые слова. Все школьники знали, что такое дифференциал и жиклёр, в чём разница между напряжением 127 и 220 В, и даже имевшие двойку по физике могли перебрать настольную лампу, почистить контакты в розетке и т. д. Сегодня же в развитых странах сформировано потребительское отношение к технике: зачем знать, как работает техника, если она работает. Поэтому боимся, что далеко не все современные отличники смогут справиться с простейшими бытовыми приборами, с которыми нам приходится сталкиваться.

Что же нужно, чтобы «вернуть» школьников к науке и технике? Много. Конечно, главное – это общественная значимость, востребованность и экономическая состоя-

тельность профессии учёного и инженера. Но не только. Если школа не подготовит хороших, квалифицированных выпускников, если они не пойдут в технические вузы, если не будут напряжённо и ответственно учиться в вузе, осваивая трудную, но интересную профессию инженера, наша страна недополучит многих Черепановых, Поповых, Королёвых, Курчатовых, Туполевых. Поэтому нужно и повышать уровень школьного образования, и всячески пропагандировать среди молодёжи достижения науки и техники, квалифицированно рассказывать о проблемах, надеждах и перспективах современных научно-технических технологий. Важно заинтересовать молодых людей наукой и техникой и показать им, какими интересными являются такие занятия (да простят нас уважаемые «юристы и экономисты», но сравнить занятия наукой или создание новых инженерных устройств с вычитыванием положений и регламентов или занесением чужих зарплат в сводные таблицы мы никак не можем).





Инженерная олимпиада ШКОЛЬНИКОВ

Задания очного отборочного тура

Приведены задания очного отборочного тура Инженерной олимпиады школьников, которая проводится Национальным исследовательским ядерным университетом «МИФИ», Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Самарским государственным аэрокосмическим университетом им. С.П. Королёва (национальным исследовательским университетом), Московским государственным университетом путей сообщения (МИИТ), Нижегородским государственным техническим университетом им. Р.Е. Алексеева. Отборочный тур Инженерной олимпиады школьников состоялся 15 декабря 2013 года на площадках вузов-организаторов и региональных площадках (Арзамас, Белгород, Димитровград, Лисий Нос). Инженерная олимпиада школьников входит в Перечень олимпиад школьников 2013 – 2014 учебного года.

Условия

1. Если терморегулятор утюга поставить в положение «капро», его нагреватель периодически включается на 10 с и периодически выключается на 40 с. Поверхность утюга при этом нагревается до 100°C (и температура слабо изменяется при включении – выключении нагревателя из-за инерционности теплопередачи). Если терморегулятор поставить в положение «хлопок», то нагреватель будет включаться на 20 с и выключаться на 30 с.

Определить установившуюся температуру поверхности утюга в этом положении. Считать, что теплоот-

дача пропорциональна разности температур поверхности утюга и окружающего воздуха. Температура в комнате 20°C .

2. Для измерения отношения теплоёмкостей газа при постоянном давлении c_p и постоянном объёме c_v провели такой эксперимент. Газу, имеющему начальные объём и давление V_0 и p_0 , сообщили некоторое количество теплоты, поддерживая постоянным его давление. При этом его объём вырос до значения $2V_0$. Затем газ вернули в начальное состояние и сообщили ему то же количество теплоты, но в процессе при постоянном объёме, при этом его давление выросло до значения p_1 . Найти по этим данным отношение теплоёмкостей c_p / c_v .

3. На прокатном стане заготовка, двигаясь по направляющим, подаёт-



ИНЖЕНЕР - СВОИМ ЗАРПЛАТ ГОРОДУ

ИНЖЕНЕРНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ



Важнейший этап, который ожидает перед образовательной выставкой страны, является практическое задание по выбору инженерных образовательных траекторий, на основе которого и проводится конкурс на получение стипендий.

Важнейшим этапом является конкурс на получение стипендий, который проводится на основе результатов практического задания по выбору инженерных образовательных траекторий. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям.

В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям.

В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям.

В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям.

В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям. Конкурс проводится в форме заочного конкурса. В конкурсе участвуют учащиеся школ, лицеев, гимназий, колледжей, техникумов, вузов, обучающихся по техническим специальностям.



С.С. МЕЛЕНКО, А.С. ПИЧУКОВ



Олимпиады

Инженерная олимпиада школьников

В настоящее время широко распространены различные предметные олимпиады школьников. Это, в частности, связано с тем, что победители и призёры предметных олимпиад могут получить весьма существенные льготы при поступлении в вузы. Все школьники его знают и стремятся участвовать в различных конкурсах различного уровня. Поэтому ректоры пяти ведущих технических университетов нашей страны:

- Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»;
- Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ);
- Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева;
- Самарского государственного аэрокосмического университета (национального исследовательского университета);
- Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЭТЭУ».

решили использовать этот материал, провести олимпиаду, которая должна бы заинтересовать школьников общеобразовательных учреждений, обученных и мотивированных лучших из них к инженерному творчеству и инженерному образованию. Важной целью проведения такой олимпиады являлась демонстрация возможностей филиала как основы современной технологии и (возмож бы) уменьшение огромного разрыва между «школьной» физикой и физикой «реальной» в современной технике.

Эту олимпиаду было решено назвать «Инженерной олимпиадой школьников». Проводится она в два тура – отборочный и заключительный – одновременно на базе всех школ-организаторов и на специально выделенной площадке, созданных jointly-организаторами (в Белгороде, Смоленске, Рязани, Дмитровграде, Сарове, Северске, Арзамасе, Байконуре). В отборочном туре олимпиады 2014 – 2015 учебного года приняли участие более 1500 школьников, в заключительному туру допущены около 250.

Задачи Инженерной олимпиады школьника показаны филиале в технике, физике вокруг нас, физике в жизни, инженерной цивилизации. Более конкретно – это прикладная механика, статика и простейшие расчёты статических инженерных конструкций, техническая термодинамика, электротехника, астрономия, геометрическая оптика. И, конечно, задача не выходит за рамки школьной программы и, в принципе, решается лучшими школьниками. На этом этапе интересно, необычно и, мы надеемся, интересно и приятно.

В будущем году мы обязательно продолжим проведение Инженерской олимпиады и приглашаем всех желающих принять в ней участие.



Задачи отборочного тура 2014 – 2015 года 9 – 10 класс

1. В инженерных расчётах давления газов или жидкостей используется множество разных единиц измерений. В русскоязычной литературе сейчас в основном используется паскаль (1 Па = 1 Н/1 м²), хотя иногда используются также миллиметры ртутного или водного столба (как давление, так и давление столбом соответствующей жидкости высотой 1 мм). В британской инженерной системе единиц единицей измерения давления является фунт-сила на квадратный дюйм, которая определяется как давление тела массой 1 фунт (1 lbf), находящегося в стандартном гравитационном поле, на 1 квадратный дюйм (1 in²) – эту единицу обозначают как lbf/in² или psi – pound-force per square inch. Найдите соотношение между единицами (с точностью до 4 значащих цифр): 1 мм рт. ст. = ... lbf/in², если $g = 9,8067 \text{ м/с}^2$.

плотность ртути

$$\rho_{\text{рт}} = 13595 \text{ кг/м}^3$$

$$1 \text{ дюйм (in)} = 2,54 \text{ см}$$

$$1 \text{ фунт (lb)} = 0,45359 \text{ кг}$$

2. Имеется шесть кнопок-выключателей, которые могут замыкать-размыкать электрическую цепь. Выключатели включены в электрическую цепь вместе с лампочкой. Пока ни одна кнопка не нажата, лампочка не горит. При одновременном нажатии первой, второй и четвёртой лампочка загорается. Никакая другая комбинация нажатия кнопок лампочку не включает. Объясните, как работает такая цепь, и нарисуйте схему простейшей цепи, обладающей такими свойствами.

3. Детали, движущиеся по прямой поверхности, надо передать на левой конвейер, передвигая их при этом «вертляками» (рис. 1). Предложите простейшее решение,

приняв всего один дополнительный устройство. Нарисуйте соответствующий чертёж.



Рис. 1

4. При замыкании пальцами контактов батареи с напряжением 1,5 В действие тока практически не ощущается. Замыкаяте тело человека цепью с напряжением 220 В очень опасно. Работает напряжение на лампочке накаливания маркировки «Фонарь 3 В, 60 ватт» только 3 В, её номинальная мощность 1 Вт. На большого количества последовательно соединённых лампочек сибиряк вложил гирю, которую выключил в бытовую электрическую сеть. Затем одну лампочку вывернул из патрона и в этот патрон вкрутил палец. Какого будет действие тока – сильным или слабым? (Незадолго от вашего ответа, делать этот опыт, чтобы проверить ответ экспериментально, на всякий случай, не нужно.) Сопротивление тела человека составляет 1 «Ом».

5. На концах крыльев многих моделей самолётов есть небольшие дощечки-красильники, которые называются «кнопки» (рис. 2). Объясните, каковы функции «кнопки».



Рис. 2

Инженерная олимпиада школьников-2013/2014

Представлены задачи очного заключительного тура второй инженерной олимпиады школьников, проведенной в российских вузах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абитуриенту, инженерная олимпиада, динамика, электростатика, электродинамика, «ЛЭТИ», НИЯУ МИФИ, МГУПС (МИИТ), СТАУ.

М.Е. БУШУЕВА, Н.Ю. ДЯХОВ (НГТУ, Нижний Новгород),
Б.Г. КОМАРОВ (СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург),
В.И. СКРЫТЫЙ viskrytuy@nerph.ru (НИЯУ МИФИ, г. Москва),
А.П. ПРУЩЕВ (МГУПС (МИИТ), г. Москва),
Н.В. ЧОСТКОВСКАЯ (СТАУ, г. Самара).



16 февраля 2014 г. в пяти ведущих инженерных вузах страны – Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ», Московском государственном университете путей сообщения (МИИТ), Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева, Самарском государственном аэрокосмическом университете им. С.П. Королёва (НИУ), Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» и на нескольких региональных площадках состоялся заключительный тур Инженерной олимпиады школьников 2014 г*. Эта олимпиада отличается от других предметных олимпиад нашей страны своей нестандартностью. Это олимпиада по физике, но непривычной для школьников физике, по физике, которая «работает» вокруг нас, по физике, помогающей жить человечеству, другими словами, по инженерной физике.

Задачи заключительного тура

1. Светофор создаёт автомобильную «пробку». При включении красного и зелёного сигнала на одинаковое время (время горения жёлтого мало) средняя (за несколько периодов включения/выключения светофора) скорость перемещения машин в «пробке» составила $v = 1$ м/с. При этом скорость движения каждой машины (когда она ехала) составляла $u = 6$ м/с. В чём причина отличия средней скорости перемещения машин в «пробке» от половины скорости их движения? Во сколько раз вырастет средняя скорость машины в «пробке» при увеличении скорости их движения в 2 раза? Считать, что поток машин «не перемешивается», все водители дисциплинированы и трогаются, когда стоящая впереди машина уже поехала; машины либо движутся со скоростью u (или $2u$ во втором случае), либо стоят.

*Инженерная олимпиада включена в Перечень олимпиад школьников 2013/2014 уч. г. (под № 9), поэтому победители и призеры олимпиады получили значительные льготы при поступлении в вузы. Задачи отборочного тура см. в № 12/2014.

Решение. Отличие скорости перемещения машин в «пробке» от $u/2$ («пололам», поскольку половину времени светофор закрыт) связано с тем, что машины трогаются не одновременно. Каждая машина начинает движение после того, как машина впереди уже поехала, то есть с некоторой задержкой по времени по сравнению с предыдущей машиной. Это время задержки связано со многими причинами: реакция водителя, время включения коробки переключения передач, время разгона и так далее. Конечно, для каждого водителя и для каждой машины эта величина индивидуальная, но для расчёта средней скорости перемещения машин через перекрёсток можно взять среднее значение этой величины и считать, что после того как включается зелёный сигнал светофора, по «пробке» с определённой скоростью идёт «волна трогания» машин. Пусть скорость этой волны c (это значит, что машина, расположенная на расстоянии x от светофора, тронется через время x/c после включения зелёного сигнала), время горения зелёного сигнала светофора Δt . Тогда время, за которое «волна трогания» успеет дойти до конца пробки длиной Δt , а последняя машина успеет проехать светофор, равно:

$$\frac{\Delta t}{c} + \frac{\Delta t}{u} = \Delta t,$$

где u – скорость машины. Отсюда находим, что средняя скорость машин в «пробке» равна

$$v = \frac{\Delta t}{2\Delta t} = \frac{cu}{2(c+u)}, \quad (1)$$

Из (1) находим

$$c = \frac{2uv}{u-2v}. \quad (2)$$

*Здесь содержится очевидный частный случай: если $c = \infty$ (машины трогаются одновременно), то $v = u/2$ из-за того, что машины едут половину времени – время горения зелёного сигнала равно времени горения красного.