

34-й Турнир имени М. В. Ломоносова 25 сентября 2011 года. Задания. Решения. Комментарии / Сост. А. К. Кулыгин. — М.: МЦНМО, 2013. — 197 с.: ил.

Приводятся условия и решения заданий Турнира с подробными комментариями (математика, физика, химия, астрономия и науки о Земле, биология, история, лингвистика, литература, математические игры). Авторы постарались написать не просто сборник задач и решений, а интересную научно-популярную брошюру для широкого круга читателей. Существенная часть материала изложена на уровне, доступном для школьников 7-го класса.

Для участников Турнира, школьников, учителей, родителей, руководителей школьных кружков, организаторов олимпиад.

ББК 74.200.58

Тексты заданий, решений, комментариев составили и подготовили: П. М. Аркадьев (лингвистика), А. Г. Банникова (математические игры), С. А. Бурлак (лингвистика), С. Д. Варламов (физика), Т. И. Голенищева-Кутузова (математика), А. А. Жаров (биология), Т. В. Караваева (математика), Е. М. Кац (лингвистика), В. А. Клепцын (математика), Е. И. Кудрявцева (биология), А. К. Кулыгин (физика), С. В. Луцкина (химия), Г. А. Мерзон (математика), Е. Г. Петраш (биология), А. Ч. Пиперски (лингвистика), И. В. Раскина (математика, математические игры), А. М. Романов (астрономия и науки о Земле), М. А. Садкова (физика), Е. Н. Саввина (лингвистика), З. П. Свитанько (химия), А. Н. Семёнов (биология), А. М. Сигунова (биология), С. Ю. Синельников (биология), К. А. Скопцов (математические игры), С. Г. Смирнов (история), Я. Г. Тестелец (лингвистика), Б. Р. Френкин (математика), А. В. Хачатурян (математика, математические игры), Н. А. Шапиро (литература), Н. Е. Шатовская (астрономия и науки о Земле), К. Н. Шатохина (биология), О. Ю. Шведов (физика), Д. Э. Шноль (математика), А. А. Якута (физика), И. В. Яценко (математика).

*XXXIV Турнир имени М. В. Ломоносова 25 сентября 2011 года  
был организован и проведён при поддержке  
Департамента образования города Москвы,  
Фонда некоммерческих программ «Династия»,  
компаний «Яндекс», Дойче Банка, компьютерного супермаркета «Никс»,  
Русского фонда содействия образованию и науке,  
Благотворительного фонда содействия образованию «Дар».*

Все опубликованные в настоящем издании материалы распространяются свободно, могут копироваться и использоваться в учебном процессе без ограничений. Желательны (в случаях, когда это уместно) ссылки на источник.

Электронная версия: <http://www.turlom.info>

# XXXIV Турнир имени М. В. Ломоносова

25 сентября 2011 года

Задания. Решения. Комментарии

Москва

Издательство МЦНМО

2013

# Предисловие

Турнир имени М. В. Ломоносова — ежегодное многопредметное соревнование по математике, математическим играм, физике, астрономии и наукам о Земле, химии, биологии, истории, лингвистике, литературе. Цель Турнира — дать участникам материал для размышлений и подтолкнуть интересующихся к серьёзным занятиям.

Задания ориентированы на учащихся 6–11 классов. Можно, конечно, прийти и школьникам более младших классов (только задания для них, возможно, покажутся сложноватыми) — вообще, в Турнире может принять участие любой школьник. Программа во всех местах проведения турнира одинакова. Конкурсы по всем предметам проводятся одновременно в разных аудиториях в течение 5–6 часов. Дети (кроме учащихся 11 класса) имеют возможность свободно переходить из аудитории в аудиторию, самостоятельно выбирая предметы и решая, сколько времени потратить на каждый выбранный предмет. Учащиеся 11 классов получают все задания сразу и выполняют их, находясь всё время турнира в одной аудитории.

Задания по всем предметам выполняются письменно (а по математическим играм, кроме того, в некоторых местах проведения турнира организуется устный приём заданий для желающих школьников). Всем желающим также предоставляется возможность заочного участия: получить задания Турнира и сдать свои решения на проверку по сети «Интернет» (критерии проверки те же, школьники награждаются грамотами «за успешное заочное участие»).

Первый Турнир имени М. В. Ломоносова был организован в Москве в 1978 году.

В настоящее время в соответствии с действующим Положением Турнир проводится ежегодно Московским центром непрерывного математического образования, Московским государственным университетом имени М. В. Ломоносова, Московским институтом открытого образования, Российской Академией наук, Московским авиационным институтом (национальный исследовательский университет), Московским государственным технологическим университетом «Станкин», другими образовательными учреждениями, научными и образовательными организациями. Координирует проведение Турнира Московский центр непрерывного математического образования (МЦНМО).

Традиционная дата проведения Турнира имени М. В. Ломоносова — последнее воскресенье перед первой субботой октября каждого учебного года.

Всего в XXXIV Турнире имени М. В. Ломоносова, состоявшемся в воскресенье 25 сентября 2011 года, приняли очное участие 50745 учащихся (в том числе<sup>1</sup> 50738 учащихся 1–11 классов), из них 10529 были награждены Грамотами за успешное выступление:

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников	12	31	47	112	1224	4817	6339	7656	8317	9377	12806	50738
Грамот	2	1	8	48	299	963	1455	1650	1579	1713	2811	10529

Всего рабочие группы по предметам проверили 116033 работы участников по различным дисциплинам.

Традиционно среди участников не определяются лучшие (1, 2 и 3 места). Грамотами с формулировкой «за успешное выступление на конкурсе по ... (предмету)» награждались все школьники, успешно справившиеся с заданием по этому предмету (или по нескольким предметам — тогда все эти предметы перечисляются в грамоте).

Ещё одна традиция турнира — балл многоборья. Он даётся за «промежуточные» результаты по предметам, когда в работе достигнуты определённые успехи, но грамоту за это участник не получил. Если у одного участника окажется 2 или больше таких баллов — его участие в разных конкурсах будет отмечено грамотой «за успешное выступление по многоборью». Ученикам начальной школы (1–4 классы), участвовавшим в турнире наравне со старшеклассниками, для награждения достаточно получить балл многоборья только по одному предмету.

Все материалы Турнира имени М. В. Ломоносова (выданные школьникам задания, переводы заданий на английский язык, материалы про олимпиады и кружки, результаты участников, статистические данные, ответы и решения с комментариями, критерии проверки работ, критерии награждения, Положение о Турнире) занимают достаточно большой объём. Не все они помещаются в бумажный отчёт. С любыми из этих материалов можно ознакомиться на [www-сайте турнира](http://www.turlom.info) <http://www.turlom.info> (публикация всех материалов, прозрачность при подведении итогов — один из основных принципов работы организаторов Турнира). Там же опубликована и электронная версия сборника заданий, предисловие к которому вы сейчас читаете.

В данном сборнике содержатся все задания, ответы и комментарии к ним всех конкурсов по разным предметам XXXVI Турнира имени

<sup>1</sup>Также участвовали учащиеся младших курсов профессиональных колледжей, музыкальных и медицинских училищ и т. п. (что соответствует 10–11 классам) и дети, обучающиеся не в школе.

М. В. Ломоносова 25 сентября 2011 года, а также статистика результатов, дающая представление о вариантах по предметам в целом и отдельных заданиях с точки зрения школьников (насколько эти задания оказались сложными, интересными и удачными). Отметим наиболее интересные задания и темы.

19 ноября 2011 года — славный юбилей для всех наук — 300-летие со дня рождения Михаила Васильевича Ломоносова. Вообще, на олимпиадах школьников «юбилейные» задания не всегда оказываются удачными. Ведь они дают преимущество тем участникам, которые заранее сообразили, что к юбилею нужно подготовиться — дополнительно что-то прочитать о юбилейном событии. Успех таких участников на такой олимпиаде нельзя считать абсолютно честным.

Но для Михаила Васильевича Ломоносова в год его 300-летнего юбилея на Турнире его имени было сделано исключение.

Для выполнения задания № 1 конкурса по **астрономии и наукам о Земле** о достижениях М. В. Ломоносова в этой научной области достаточно знакомства практически с любым разделом астрономии или геофизики — и почти наверняка он так или иначе будет исторически связан с деятельностью Ломоносова. Готовя примерные ответы на это задание и материалы для проверки работ (см. стр. 152), жюри составило список из 173 пунктов!

Из статистики результатов проверки этого задания (см. стр. 158) видно, что практически по каждому из этих пунктов кто-либо из участников Турнира дал содержательный ответ; и, кроме того, участники также предложили достаточно большое количество ответов, первоначально в список жюри не включённых, и получили за это дополнительные баллы.

Конечно же, мы не можем про все возможные ответы написать хоть сколько-нибудь подробно — научное наследие М. В. Ломоносова только в одной рассмотренной выше области намного больше по объёму, чем сборник заданий Ломоносовского турнира за один год.

Надеемся, что некоторые нынешние участники Турнира добьются в своей научной и творческой работе не менее впечатляющих результатов!

Не забыли про юбилей Ломоносова и составители заданий конкурса по **истории** — см. вопросы № 8 и № 9. И здесь та же ситуация — вопросы юбилейные, но это им ни сколько не мешает быть удачными и подходящими для олимпиады.

Задача № 7 конкурса по **математике** посвящена нетривиальным соотношениям между корнями различной степени.

Оказывается, что для целых чисел  $m$  и  $n$  сумма

$$\sqrt{n} + \sqrt[3]{m}$$

может быть целой только тогда, когда оба слагаемых ( $\sqrt{n}$  и  $\sqrt[3]{m}$ ) — тоже целые числа, то есть только в тривиальной ситуации.

Но не всё так просто! Например, число

$$\sqrt{3 + \sqrt{2}} + \sqrt{3 - \sqrt{2}} - \sqrt{6 + 2\sqrt{7}}$$

не только целое, но и, оказывается, даже равно 0.

В игру, предложенную на конкурсе по **математическим играм** (задание № 3, пункт «е») относительно легко научиться играть и интуитивно понять выигрышную стратегию. Но аккуратно записать решение оказывается совсем не просто! В чём вы можете убедиться, попробовав сделать это самостоятельно (предупреждение: если вы придумали короткое и красивое решение этой задачи — оно скорее всего неверное) или прочитав предложенное решение.

А вдруг кому-нибудь из вас всё же удастся придумать для этой задачи короткое, красивое, понятное, но при этом верное описание выигрышной стратегии?

Оказывается, на парусном корабле можно плыть не только по направлению ветра, но и в противоположную сторону! О том, как это сделать, вы можете узнать в решении задания № 4 конкурса по **физике**. А в задании № 9 рассматривается удивительная конструкция из зеркал, которая в одном из направлений полностью невидима.

В задании № 6 конкурса по **химии** речь идёт про вещество с удивительными (для юных химиков) свойствами — при нагревании оно сначала вспенивается, а потом . . . от него вообще ничего не остаётся!

Всем известно, что пауки плетут свою паутину для ловли насекомых. Можно предположить, что раз паук умеет делать паутину, он может приспособить её не только для охоты, но и ещё для чего-нибудь, что ему нужно. Оказывается, в природе известно по крайней мере два десятка самых разных применений паутины разными видами пауков, в том числе самых неожиданных. Кто бы мог подумать, что некоторые пауки делают из своей паутины «булаву» с липкой верхушкой, размахивая которой ловят добычу. А также, что кроме пауков паутину умеют делать другие самые разные животные, даже моллюски. Обо всём этом идёт речь в задании № 4 конкурса по **биологии**.

Участникам конкурса по **лингвистике** было предложено задание (№ 1) про редкий язык коренного населения Австралии мангарайи, на котором сейчас говорит всего около 50 человек, живущих на полуострове Арнемленд на севере этого континента. Наверное, столь немногочисленным оставшимся носителям языка будет интересно и приятно узнать, что на другом конце Света задачу про их язык правильно решили 1859 школьников, а хотя бы прочитали условие и узнали про этот язык более 20 тысяч участников конкурса по лингвистике.

Отличительная черта конкурса по **литературе** — тексты ответов и решений в основном подготовлены не жюри, а написаны самими участниками в конкурсных работах. Задача жюри здесь — подобрать для публикации наиболее удачные, точные, содержательные и интересные ответы, дополнить, уточнить и прокомментировать их. Как показывает опыт, серьёзные литературоведческие тексты, написанные взрослыми, с точки зрения школьников часто оказываются сложными для чтения и понимания, а иногда и просто скучными. Литературный конкурс Ломоносовского турнира предоставляет уникальную возможность исправить эту ситуацию. Среди работ нескольких тысяч участников из разных классов, разных школ и регионов обязательно находятся очень хорошие работы. Собранные вместе, они позволяют составить решения заданий литературного конкурса намного лучше, понятнее и интереснее для школьников, чем это получилось бы у жюри самостоятельно.

На странице сайта Турнира имени М. В. Ломоносова по адресу <http://registration.turlom.info> с 5 мая по 12 сентября 2011 года проводился приём заявок (в электронной форме) от всех желающих организаций, готовых организовать и провести Турнир на своей территории в любом регионе (как в Российской Федерации, так и за её пределами). Большинство заявок на проведение турнира было удовлетворено.

XXXIV Турнир имени М. В. Ломоносова состоялся в воскресенье 25 сентября 2011 года в 181 населённом пункте: с. Абый Республики Саха (Якутия), г. Алексин Тульской обл., г. Алматы (Казахстан), с. Амга Республики Саха (Якутия), г. Апатиты Мурманской обл., с. Аргас Кобяйского р-на Республики Саха (Якутия), г. Армавир Краснодарского края, г. Астана (Казахстан), г. Астрахань, г. Балаково Саратовской обл., г. Белгород, г. Березники Пермского края, г. Бийск Алтайского края, с. Большой Морец Еланского р-на Волгоградской обл., с. Борискино-Игар Клявлинского р-на Самарской обл., с. Борогонцы Усть-Алданского р-на Республики Саха (Якутия), г. Брянск, с. Бысыттах Нюрбинского р-на Республики Саха (Якутия), д. Веледни-

ково Истринского р-на Московской обл., с. Верхневилуйск Республики Саха (Якутия), г. Видное Московской обл., г. Вилуйск Республики Саха (Якутия), г. Владикавказ, г. Владимир, станция Внуково Ленинского р-на Московской обл., г. Волгоград, г. Волгодонск Ростовской обл., г. Вологда, п. Выгоничи Брянской обл., с. Гордеевска Брянской обл., г. Губкин Белгородской обл., г. Гусь-Хрустальный Владимирской обл., г. Димитровград Ульяновской обл., г. Дмитров Московской обл., г. Донецк (Украина), п. Дубровка Брянской обл., г. Дятьково Брянской обл., г. Ейск Краснодарского края, г. Ессентуки Ставропольского края, г. Железнодорожск Курской обл., г. Железнодорожный Московской обл., с. Жирятино Брянской обл., г. Жуковка Брянской обл., д. Жуковка Одинцовского р-на Московской обл., с. Замишево Новозыбковского р-на Брянской обл., г. Зеленогорск Красноярского края, г. Златоуст Челябинской обл., г. Злынка Брянской обл., п. Зырянка Верхнеколымского р-на Республики Саха (Якутия), г. Иваново, г. Ижевск, п. им. К. Либкнехта Курчатовского р-на Курской обл., г. Иркутск, г. Калачинск Омской обл., г. Карачевский Брянской обл., с. Кебергене Абыйского р-на Республики Саха (Якутия), г. Кинель Самарской обл., с. Кинель-Черкассы Самарской обл., п. Клетня Брянской обл., п. Климово Брянской обл., г. Клин Московской обл., г. Клинцы Брянской обл., г. Клинцы Брянской обл., г. Ковров Владимирской обл., г. Коломна Московской обл., п. Комаричи Брянской обл., г. Кострома, г. Котельники Московской обл., п. Красная Гора Брянской обл., г. Красноармейск Московской обл., г. Краснодар, г. Красноярск, г. Красный Сулин Ростовской обл., г. Курск, с. Левокумское Ставропольского края, г. Ленск Республики Саха (Якутия), п. Локоть Брасовский р-на Брянской обл., г. Люберцы Московской обл., г. Магнитогорск Челябинской обл., с. Майя Мегино-Кангаласского р-на Республики Саха (Якутия), с. Малыкай Нюрбинского р-на Республики Саха (Якутия), г. Мглин Брянской обл., г. Межгорье Республики Башкортостан, г. Междуреченск Кемеровской обл., г. Миасс Челябинской обл., г. Михайлов Рязанской обл., г. Морозовск Ростовской обл., г. Москва, г. Мурманск, г. Набережные Челны Республики Татарстан, п. Навля Брянской обл., г. Нальчик, с. Намцы Республики Саха (Якутия), г. Нарткала Урванского р-на Кабардино-Балкарской республики, г. Нелидово Тверской обл., г. Нерюнгри Республика Саха (Якутия), г. Нижний Новгород, п. Нижний-Бестях Мегино-Кангаласского р-на Республики Саха (Якутия), г. Новозыбков Брянской обл., г. Новосибирск, г. Новоуральск Свердловской обл., г. Обнинск Калужской обл., г. Озёрск Челябинской обл., г. Озёры Московской обл., г. Олекминск Республики Саха



(Якутия), г. Оренбург, г. Орехово-Зуево Московской обл., г. Орск Оренбургской обл., г. Осинники Кемеровской обл., р. п. Красные Баррикады Икрянинского р-на Астраханской обл., г. Павлово Нижегородской обл., п. Парковый Тихорецкого р-на Краснодарского края, г. Пенза, с. Первомайское Томской обл., г. Пермь, с. Петропавловск Усть-Майского р-на Республики Саха (Якутия), с. Плещеево Орловского р-на Орловской обл., п. Погар Брянской обл., г. Подольск Московской обл., г. Почеп Брянской обл., с. Пригородное Сердобского р-на Пензенской обл., г. Прокшьевск Кемеровской обл., г. Протвино Московской обл., п. Путёвка Брянского р-на Брянской обл., г. Пушино Московской обл., г. Раменское Московской обл., п. Рогнедино Брянской обл., г. Рязань, с. Сайылык Кобяйского р-на Республики Саха (Якутия), с. Сайылык Нюрбинского р-на Республики Саха (Якутия), г. Салават Республики Башкортостан, г. Самара, г. Санкт-Петербург, г. Саранск, г. Саров Нижегородской обл., с. Саскылах Анабарского р-на Республики Саха (Якутия), г. Саяногорск, г. Севастополь, с. Северное Александровского района Ставропольского края, г. Севск Брянской обл., г. Сельцо Брянской обл., г. Сергиев Посад Московской обл., с. Соболах Момского р-на Республики Саха (Якутия), с. Сосновоборское Петровского р-на Саратовской обл., г. Сочи Краснодарского края, г. Ставрополь, г. Стародуб Брянской обл., г. Старый Оскол Белгородской обл., г. Стерлитамак Республики Башкортостан, г. Ступино Московской обл., п. Суземка Брянской обл., с. Сунтар Республика Саха (Якутия), г. Сураж Брянской обл., г. Сыктывкар, г. Тверь, с. Тхтюр Мегино-Кангаласского р-на Республики Саха (Якутия), г. Тольятти Самарской обл., г. Троицк Московской обл., г. Трубчевск Брянской обл., с. Уват Тюменской обл., с. Ударник Томпонского р-на Республики Саха (Якутия), г. Ульяновск, г. Унеча Брянской обл., г. Усть-Кут Иркутской обл., г. Уфа, станция Фастовецкая Тихорецкого р-на Краснодарского края, г. Фокино Брянской обл., г. Фрязино Московской обл., г. Химки Московской обл., с. Холмогоры Архангельской обл., с. Чапаево Хангаласского р-на Республики Саха (Якутия), г. Чебоксары, г. Челябинск, г. Череповец Вологодской обл., с. Чурапча Республика Саха (Якутия), г. Шебекино Белгородской обл., с. Шкрябино Стародубского р-на Брянской обл., с. Ытык-Кюель Таттинского р-на Республики Саха (Якутия), г. Электросталь Московской обл., г. Юбилейный Московской обл., г. Якутск.

Во многих городах было организовано несколько мест проведения, а в Москве — более 40. Общее количество мест проведения было около 300 (точное их количество назвать трудно, так как в ряде случаев турнир проводился под единым руководством в разных зданиях).

Полный список адресов проведения турнира в 2011 году опубликован по адресу [http://registration.turlom.info/cgi-bin/2011/mesta\\_provedeniya](http://registration.turlom.info/cgi-bin/2011/mesta_provedeniya)

В существенной части регионов Российской Федерации все желающие школьники получили реальную возможность принять участие в Турнире и воспользовались такой возможностью. Надеемся, что учителя и энтузиасты работы со школьниками — организаторы Турнира в регионах — также получили ценный положительный опыт от проделанной работы.

Также была проведена интернет-версия Турнира<sup>2</sup>, в которой могли принять участие все желающие школьники, располагающие подключённым к сети Интернет компьютером, выполняя те же задания, что и очные участники. Работы проверялись по тем же критериям, участники награждались

Статистика заочного участия в Турнире имени М. В. Ломоносова 2011 году:

4711 участников; проверено 13094 работ по различным предметам.

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников	1	1	3	11	144	530	689	712	1050	906	651	4698
Грамот	0	1	3	7	94	295	338	281	339	326	164	1848

Кажется несколько неожиданным, что заочных участников оказалось примерно в 11 раз меньше, чем очных. Несмотря на, казалось бы, существенно бóльшую доступность интернета по сравнению с необходимостью лично посещать одно из мест проведения турнира в очной форме.

В 2011 году все задания Турнира имени М. В. Ломоносова впервые были переведены на английский язык. Английские переводы были предложены желающим участникам (как очно, так и заочно), решения также по желанию можно было сдавать на английском языке. Тем самым в стать участниками Турнира имени Ломоносова (а также просто ознакомиться с заданиями) смогли школьники, не знающие русского языка или владеющие им не очень уверенно. Этой возможностью воспользовалось всего несколько десятков участников — возможно, потому, что остальные потенциальные участники пока о такой возможности просто не знают. Все англоязычные переводы заданий опубликованы на сайте Турнира.

В 2010 году для всех желающих участников Турнира впервые в экс-

---

<sup>2</sup>Заочные интернет-версии Ломоносовского турнира проводятся начиная с 2006 года.

периментальном порядке была организована возможность просмотреть на сайте Турнира свои отсканированные работы, а также подробную информацию о проверке своих работ. Эксперимент оказался удачным и повторён в 2011 году. Всем желающим участникам предлагалось заранее скачать с сайта Турнира и распечатать специальные бланки для выполнения работ, самостоятельно напечатать их на принтере и принести с собой на Турнир. Эти бланки, содержащие специальные машиночитаемые коды, сканировались, автоматически сортировались и проверялись жюри на экране компьютера. Каждый школьник, зная номер своего бланка, может просмотреть как оригинальные файлы, полученные при сканировании работ, так и ознакомиться с действиями жюри, которые выполнялись в процессе одной или нескольких последовательных проверок его работ (сразу после выполнения таких проверок). Все остальные работы, выполненные на обычной бумаге, проверялись как обычно.

Открытая публикация полных результатов — ещё одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок.

Полная таблица результатов Турнира опубликована по адресу [http://olympiads.mccme.ru/turlom/2011/rezultaty/\\_gramoty](http://olympiads.mccme.ru/turlom/2011/rezultaty/_gramoty) и содержит регистрационные номера участников, классы и полный набор оценок по каждому заданию каждого предмета<sup>3</sup>. Там же приведён список участников, награждённых Грамотами за успешное выступление.

Торжественное закрытие Турнира, вручение грамот и призов школьникам, принимавшим участие в турнире в Москве и Московском регионе, состоялось 25 декабря 2011 года в Московском государственном университете. По традиции собравшимся школьникам были прочитаны лекции по материалам заданий Турнира (по астрономии и истории). Призёров Турнира поздравили представители Московского государственного университета и Департамента образования города Москвы.

XXXIV Турнир имени М. В. Ломоносова 25 сентября 2011 года был организован и проведён при поддержке Департамента образования города Москвы, Фонда некоммерческих программ «Династия», компании «Яндекс», Дойче Банка, компьютерного супермаркета «Никс», Русского фонда содействия образованию и науке, Благотворительного фонда содействия образованию «Дар».

---

<sup>3</sup>По желанию участников (ответ на соответствующий вопрос в регистрационной анкете) в таблице также указывается фамилия, имя и школа.

Оргкомитет благодарит всех, кто в этом году принял участие в организации турнира. По нашим оценкам это более 2000 человек — сотрудников и руководителей принимающих организаций, школьных учителей, студентов, аспирантов, научных работников, и многих других — всех принимавших участие в составлении и обсуждении заданий, организации турнира на местах, дежурстве в аудиториях, проведении заочной интернет-версии турнира, проверке работ, организации торжественного закрытия, подготовке к печати настоящего сборника материалов турнира.

Электронная версия настоящего издания, а также материалы турниров этого (2011) года и предыдущих лет (начиная с самого первого Ломоносовского турнира 1978 года) опубликованы в интернете по адресам:

<http://turlom.info>

<http://www.mccme.ru/olympiads/turlom>

<http://ТУРЛОМ.РФ>

Все материалы Турнира распространяются без ограничений и могут свободно использоваться в образовательных целях.

Следующие Турниры имени М. В. Ломоносова, напоминаем, планируется провести в традиционные сроки:

**в воскресенье 30 сентября 2012 года**

**в воскресенье 29 сентября 2013 года**

**в воскресенье 28 сентября 2014 года**

Приглашаем всех желающих школьников!

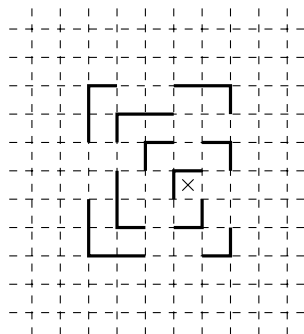
# Конкурс по математике

## Задания

В скобках указано, каким классам рекомендуется задача (решать задачи более старших классов также разрешается, решение задач более младших классов при подведении итогов не учитывается).

1. (6–7) Один торговец продаёт сливы по 150 рублей за килограмм, а второй — по 100 рублей. Но у первого косточка занимает треть веса каждой сливы, а у второго — половину. Чьи сливы выгоднее покупать?

2. (6–8) Внутри забора, представляющего собой замкнутую несамопересекающуюся ломаную, заперт тигр. На рисунке видна только часть забора (положение тигра показано крестиком). Нарисуйте, как мог бы выглядеть весь забор (забор может идти только по линиям сетки).



3. (6–11) Бабе-Яге подарили большие песочные часы на 5 минут и маленькие — на 2 минуты. Зелье должно непрерывно кипеть ровно 8 минут. Когда оно закипело, весь песок в больших часах находился в нижней половине, а в маленьких — какая-то (неизвестная) часть песка в верхней, а остальная часть — в нижней половине. Помогите Бабе-Яге отмерить ровно 8 минут.

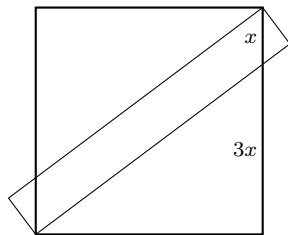
(Песок всё время сыплется с постоянной скоростью. На переворачивание часов время не тратится.)

4. (8–9) На дверце сейфа написано произведение степеней  $a^n b^m c^k$ . Чтобы дверца открылась, надо заменить каждую из шести букв натуральным числом так, чтобы в произведении получился куб натурального числа. Пинки, не подумав, уже заменил какие-то три буквы числами. Всегда ли Брейн сможет заменить три оставшиеся, чтобы дверца открылась?

5. (8–11) На доске начерчен выпуклый четырёхугольник. Алёша утверждает, что его можно разрезать диагональю на два остроугольных треугольника. Боря — что можно на два прямоугольных, а Вася — что на два тупоугольных.

Оказалось, что ровно один из троих неправ. Про кого можно наверняка утверждать, что он прав?

6. (10–11) Прямоугольник площади 14 делит сторону квадрата в отношении 1 к 3 (см. рис.). Найдите площадь квадрата.



7. (10–11) Целые числа  $m$  и  $n$  таковы, что сумма  $\sqrt{n} + \sqrt[3]{m}$  целая. Верно ли, что оба слагаемых целые?

## Решения к заданиям конкурса по математике

1. Сравним цену мякоти слив у первого и второго торговцев.

Первый торговец продаёт  $1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$  килограмма мякоти за 150 рублей, то есть цена мякоти составляет

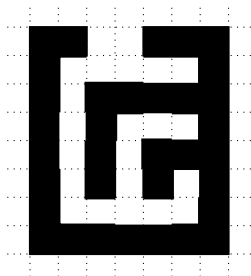
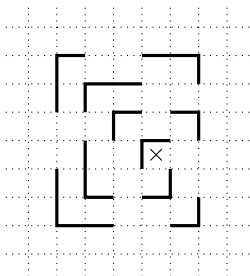
$$\frac{150 \text{ руб}}{\frac{2}{3} \text{ кг}} = 225 \text{ руб/кг}.$$

А у второго торговца цена мякоти 100 рублей за  $\frac{1}{2}$  кг, то есть 200 руб/кг.

Килограмм мякоти у второго торговца дешевле, поэтому сливы выгоднее покупать у него<sup>4</sup>.

**Ответ.** Выгоднее покупать сливы второго торговца.

2. Одно из решений приведено на рисунке справа (серым цветом выделена внутренность ломаной). Есть и много других.

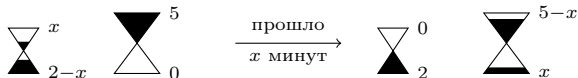


<sup>4</sup>Считаем, что полезной является только мякоть, а сливовые косточки, полученные в результате покупки, никакой ценности не представляют.

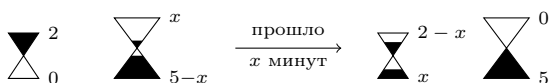
Напомним, что ломаная — это последовательность отрезков, («звеньев»), такая что начало следующего отрезка совпадает с концом предыдущего; замкнутая ломаная — ломаная, в которой конец последнего отрезка совпадает с началом первого.

**3.** Пусть в начале (в момент закипания зелья) в верхней половине маленьких часов было песка на  $x$  минут. Возможное решения (последовательность действий с песочными часами) показано на рисунке.

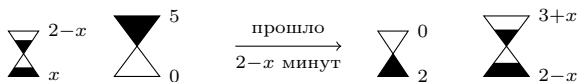
1. Сразу перевернём большие часы.



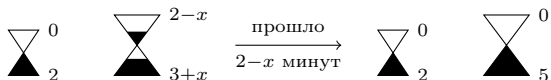
2. Перевернём и те и другие часы.



3. Перевернём большие часы.



4. Снова перевернём большие часы.



С начала процесса прошло  $x + x + (2 - x) + (2 - x) = 4$  минуты, а песок в обоих часах весь в нижней половине. Остаётся отмерить 4 минуты — это легко сделать при помощи 2-минутных часов.

*Комментарий.* Решение не единственно. Но можно показать, что в любом решении необходимо сразу запустить большие часы.

**4. Ответ.** Всегда.

**Решение.** Разберём два случая.

*Случай 1.* Если Пинки заменил в каждой из трёх степеней только одну из букв, то Брейи может просто сделать каждый из трёх сомножителей полным кубом. Действительно, если в выражении вида  $x^y$  заменена только одна буква, то выбором оставшейся легко сделать его полным кубом (для этого можно либо  $x$  заменить на полный куб, либо  $y$  на число, кратное трём).

*Случай 2.* Пусть в каком-то из трёх множителей Пинки заменил обе буквы. Тогда в каком-то из множителей, наоборот, не заменено ни одной. Пусть, например, буквы не были заменены в сомножителе  $c^k$ .

Тогда Брейн может, например, подставить вместо  $s$  значение выражения  $a^n b^m$ , а вместо  $k$  подставить 2 — и всё произведение будет равно кубу числа  $a^n b^m$ .

**5. Ответ.** Утверждать, что он прав, можно про Васю (и только про него).

**Решение.** Наш четырёхугольник не может быть прямоугольником, так как тогда прав только один человек — Боря.

Значит, этот четырёхугольник имеет тупой угол (действительно, если каждый угол четырёхугольника не превосходит  $90^\circ$ , то сумма углов не превосходит  $360^\circ$ ; но сумма углов выпуклого четырёхугольника равна  $360^\circ$ ). Поэтому при одном из разрезов получается тупоугольный треугольник — то есть, если правы два человека, то Вася заведомо прав.

Остается ещё привести пример, в котором неправ только Алёша (подойдёт, например, трапеция с диагональю, перпендикулярной основаниям), и пример, в котором неправ только Боря (подойдёт, например, ромб).

**Замечание.** Можно решить задачу и отталкиваясь от вопроса о том, как четырёхугольник может разрезаться на два прямоугольных треугольника. Например, следующим образом.

**Другое решение.** Если Вася неправ, то правы Алёша и Боря. Тогда четырёхугольник режется на два прямоугольных треугольника.

Если прямые углы обоих Бориных треугольников являются углами четырёхугольника, то сумма оставшихся двух углов четырёхугольника равна  $180^\circ$ . Значит, оба этих угла не могут быть оба острыми. Поэтому при разрезании по другой диагонали не может получиться два остроугольных треугольника — противоречие.

Если же прямой угол какого-то из Бориных треугольников примыкает к диагонали, то этот угол является частью тупого угла четырёхугольника. Значит, при разрезании по другой диагонали получится тупоугольный треугольник — снова противоречие.

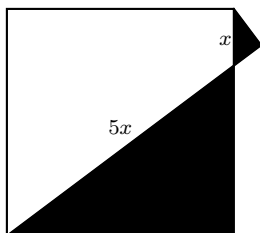
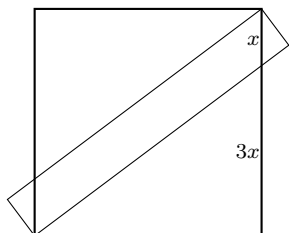
**Замечание.** Имеются и другие решения. Например, можно отталкиваться, наоборот, от разрезания на два остроугольных треугольника.

**6. Ответ.** Площадь квадрата равна 50.

**Решение.** Два серых треугольника подобны (по трём углам). При этом гипотенуза меньшего из них равна  $x$ , а гипотенуза большего есть



$\sqrt{(3x)^2 + (4x)^2} = 5x$  — т. е. их стороны относятся как 1 : 5. Значит, катеты меньшего треугольника равны  $\frac{3}{5}x$  и  $\frac{4}{5}x$ .

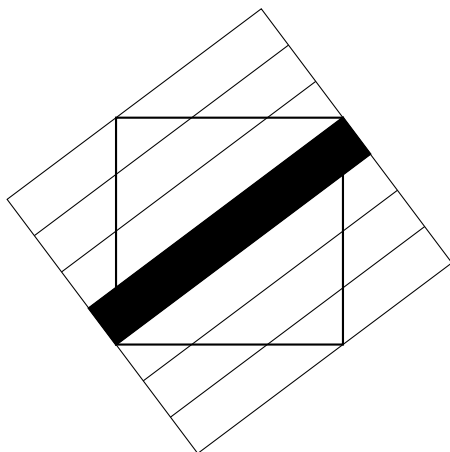


Поэтому площадь прямоугольника есть

$$\left(5 + \frac{3}{5}\right)x \cdot \frac{4}{5}x = \frac{28 \cdot 4}{25}x^2 = 14 \cdot \frac{8}{25}x^2.$$

С другой стороны, она равна 14. Значит,  $x^2 = \frac{25}{8}$ , а искомая площадь квадрата равна  $(4x)^2 = 16x^2 = 16 \cdot \frac{25}{8} = 50$ .

**Другое решение.** Продлим короткие стороны прямоугольника. После чего разделим обе боковые стороны квадрата на 4 равные части и проведём прямые, параллельные длинной стороне прямоугольника.



Четыре пристроенных к квадрату прямоугольных треугольника равны по гипотенузе и двум углам (и отсюда видно, что это египетские

треугольники: отношение катетов у них  $3 : 4$ ). Таким образом, 7 прямоугольников составляют квадрат. Площадь этого (большого) квадрата  $7 \cdot 14 = 98$ , откуда сторона этого квадрата равна  $7\sqrt{2}$ , а маленькая сторона прямоугольника равна  $\sqrt{2}$ .

Теперь нетрудно вычислить искомую площадь маленького квадрата как разность площади большого квадрата и площади четырёх достроенных треугольников:

$$7 \cdot 14 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3\sqrt{2} \cdot 4\sqrt{2} = 98 - 48 = 50.$$

**7. Ответ.** Да, верно.

**Решение.** Пусть  $\sqrt{n} + \sqrt[3]{m} = k$ , т. е.  $\sqrt[3]{m} = k - \sqrt{n}$ . Возведём обе части в куб:

$$m = k^3 - 3k^2\sqrt{n} + 3kn - n\sqrt{n},$$

то есть

$$k^3 + 3kn - m = (3k^2 + n)\sqrt{n}.$$

Так как  $3k^2 + n > 0$ , последнее равенство равносильно тому, что

$$\sqrt{n} = \frac{k^3 + 3kn - m}{3k^2 + n}$$

Таким образом,  $\sqrt{n}$  — число рациональное.

Но если  $\sqrt{n}$  — число рациональное, то это число целое. Действительно, пусть  $\sqrt{n} = \frac{p}{q}$  — несократимая дробь со знаменателем, не равным единице. Но тогда и  $n = \frac{p^2}{q^2}$  — несократимая дробь со знаменателем, не равным единице (при желании, этот факт нетрудно доказать, пользуясь основной теоремой арифметики).

Но тогда, и число  $\sqrt[3]{m} = k - \sqrt{n}$  целое.

**Комментарий.** Утверждение задачи допускает различные обобщения. Пусть, например, числа

$a_i$  — рациональные,

$n_i$  — натуральные,

$p_i$  — простые.

Тогда если сумма

$$a_1 \sqrt[p_1]{n_1} + \dots + a_k \sqrt[p_k]{n_k}$$

целая, то и каждое слагаемое целое. (Это утверждение можно доказать в духе приведённого выше решения — правда, пригодятся ещё индукция и бином Ньютона.)

Не стоит, впрочем, полагать, что между корнями невозможны никакие нетривиальные соотношения. Можно проверить, например, что

$$\sqrt{3 + \sqrt{2}} - \sqrt{2} = 1$$
$$\sqrt{3 + \sqrt{2}} + \sqrt{3 - \sqrt{2}} = \sqrt{6 + 2\sqrt{7}}$$

*Задания для конкурса по математике предложили и подготовили:*  
Т. И. Голенищева-Кутузова, Т. В. Караваева, В. А. Клепцын, Г. А. Мерзон, И. В. Раскина, Б. Р. Френкин, А. В. Хачатурян, Д. Э. Шноль, И. В. Яценко.

## Критерии проверки и награждения

По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок (перечислены в порядке убывания):

«+» — задача решена полностью;

«±» — задача решена с недочётами, не влияющими на общий ход решения;

«+» — задача не решена, но имеются содержательные продвижения;

«-» — задача не решена;

за задачу, к решению которой участник не приступал, ставился «0».

Так как по одному ответу невозможно определить, в какой степени участник решил задачу, за верный ответ без решения ставится оценка «-». (Естественно, это не относится к задаче № 2, в которой по условию требовалось лишь привести пример.)

## Комментарии по задачам

1. Отметим, что в этой задаче полезной является (считается) только мякоть. За решения, содержащие утверждения типа «цена косточки у первого продавца  $150 \cdot \frac{1}{3} = 150$  рублей» или «у первого продавца мякоть стоит  $150 \cdot \frac{2}{3} = 150$  рублей», ставилась оценка «-».

**2.** В случае, если условие было понято неверно (и либо было нарисовано что-то отличное от замкнутой несамопересекающейся ломаной, либо тигр находился снаружи замкнутой несамопересекающейся ломаной<sup>5</sup>), ставилась оценка «-».

**3.** За решения, в которых предлагалось что-то делать до того, как зелье закипит (что прямо противоречит условию), ставилась оценка «-».

За решения, в которых предполагалось, что «неизвестная часть» равна чему-то конкретному (например, «пусть неизвестная часть — это половина»), ставилась та же оценка.

**4.** Если оба основных случая (1 и 2 в приведённом решении) рассматриваются, но какой-то и мелких подслучаев упущен — ставилась оценка «±». Если же из этих случаев рассматривался только один (например, считалось, что в каждой из степеней заменена одна буква) — ставилась оценка не выше «+».

**5.** Для получения оценки «+» необходимо было: — во первых, доказать, что всегда прав Вася, — во вторых, привести примеры, показывающие, что утверждать этого ни про Алёшу, ни про Бору нельзя.

За решение только первой части ставилась оценка «±», за решение только второй части ставилась оценка «+».

При доказательстве первой части важную роль играет грамотная организация перебора<sup>6</sup>. В случае, когда бессистемный перебор (перебор, в котором не виден принцип, упорядочены случаи) оказывается (ожидаемо) неполон, ставилась оценка не выше «+» («-», если рассматривалось только несколько конкретных четырёхугольников).

**6.** Первая часть решения (геометрическая) — убедиться в подобии маленького и большого треугольников. За верное решение только этой части ставилась оценка «+».

Если же подобие написано неверно (перепутаны местами стороны треугольников) — ставилась оценка не выше «+».

Вторая часть решения (алгебраическая) — сначала получить уравнение на  $x^2$ , а потом из него найти площадь. Если линейное уравнение на  $x^2$  было составлено верно, но дальше допущена арифметическая ошибка — ставилась оценка «±».

**7.** Жюри обращает внимание участников на то, что утверждение «если сумма двух чисел целая, то каждое из них рационально» неверно (в качестве контрпримера можно привести иррациональные числа  $\sqrt{2}$

---

<sup>5</sup>То есть мог уйти, не пересекая ломаную.

<sup>6</sup>Например, в первом решении перебора вообще удаётся избежать

и  $(1 - \sqrt{2})$ , сумма которых равна 1), за его использование ставилась оценка «-».

Неверно и утверждение «если  $ab$  и  $a$  целые числа, то  $b$  — тоже целое число».

Утверждением «корень из целого числа — число либо целое, либо иррациональное» можно было — если оно в явном виде сформулировано — пользоваться без доказательств.

## Критерии награждения

При награждении учитывались только задачи своего и более старших классов. Задачи, предназначенные для более младших классов (чем тот, в котором учится участник турнира), проверялись и оценивались, но не учитывались при награждении.

При подведении итогов решёнными считаются задачи, за которые выставлены оценки «+» и «±».

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась в следующих случаях:  
— решено не менее 1 задачи.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по математике) ставилась в следующих случаях:

- в 6 классе и младше решено не менее 1 задачи;
- в 7 классе и старше решено не менее 2 задач;

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

## Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по математике. Такая статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и задании конкурса по математике в целом): насколько трудными оказались задачи, какие задачи оказались наиболее предпочтительными для школьников, и т. п.

Учтены все работы по математике, сданные школьниками (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по математике, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по математике («v»), получивших балл многоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по математике (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	6	20	16	48	882	3494	4395	4640	4455	4862	6905	29723
«е»							590	536	273	810	1754	3963
«v»	0	0	0	4	58	307	125	104	125	237	671	1631

Сведения о количестве решённых задач участниками разных классов. При составлении таблицы решёнными считались задачи своего или более старшего класса, за которые поставлены оценки «+!», «+» «+.» и «±».

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	6	20	16	44	824	3187	3680	4000	4057	3815	4480
1 задача	0	0	0	4	54	258	590	536	273	811	1754
2 задачи	0	0	0	0	4	40	108	71	81	185	504
3 задачи	0	0	0	0	0	8	14	26	39	39	143
4 задачи	0	0	0	0	0	1	2	3	4	12	24
5 задач	0	0	0	0	0	0	0	4	1		
6 задач	0	0	0	0	0	0	1	0			
7 задач	0	0	0	0	0	0	0				

Сведения о распределении оценок по задачам. Оценки «+!», «+», «+.», «±» и «+/2» считались как по классам, для которых рекомендована задача, так и по младшим классам; оценки « $\mp$ », «-», «-» и «0» считались только по классам, соответствующим задаче.

Оценка	Номера задач						
	1	2	3	4	5	6	7
+!	0	0	0	0	0	0	0
+	530	1113	1119	195	206	2978	129
+. .	0	0	4	0	1	2	0
±	170	15	72	73	219	440	22
+ / 2	0	0	0	0	0	1	0
$\mp$	87	6	41	140	814	621	106
- .	2	0	1	0	2	5	0
-	6745	9069	18692	4778	17143	4228	7550
0	389	2357	8823	3924	2481	3752	3968
Всего	7923	12560	28752	9110	20866	12027	11775

# Конкурс по математическим играм

## Условия игр

Выберите игру, которая вас больше заинтересовала, и попробуйте придумать для одного из игроков (первого или второго) стратегию, гарантиующую ему победу независимо от ходов соперника. Постарайтесь не только указать, как следует ходить, но и объяснить, почему при этом неизбежен выигрыш. Ответ без пояснений не учитывается.

Не пытайтесь решить все задания, сохраните время и силы для других конкурсов. Хороший анализ даже только одной игры позволит считать ваше участие в конкурсе успешным.

**1. «Крестики-нолики на полоске».** Игровое поле в этой игре — полоска, разделённая на  $N$  клеточек. Играют двое. Первый игрок каждым своим ходом ставит крестики в две любые свободные клетки, второй ставит в любую свободную клетку нолик. Цель первого игрока — поставить пять крестиков подряд. Второй же должен ему в этом помешать.

Кто — начинающий или его соперник — победит в этой игре, как бы ни играл его партнёр?

Рассмотрите случаи:

- а)  $N = 10$
- б)  $N = 13$

Рассмотрите и такой вариант игры: правила остаются теми же, но полоска замкнута в кольцо. Кто победит, если:

- в)  $N = 8$
- г)  $N = 9$
- д)  $N = 12$

**2. «Пирамидки».** Играют двое. Перед ними — пять стержней, изначально пустых, и неограниченный запас колец. Каждый игрок выбирает какие-то четыре стержня и надевает на каждый по кольцу. Тот, кто не может сделать ход, проигрывает.

Кто — начинающий или его соперник — победит в этой игре, как бы ни играл его партнёр, если:

- а) на стержень помещается не более восьми колец
- б) на стержень помещается не более семи колец

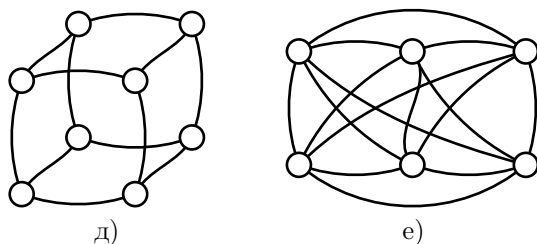
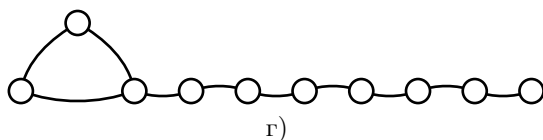
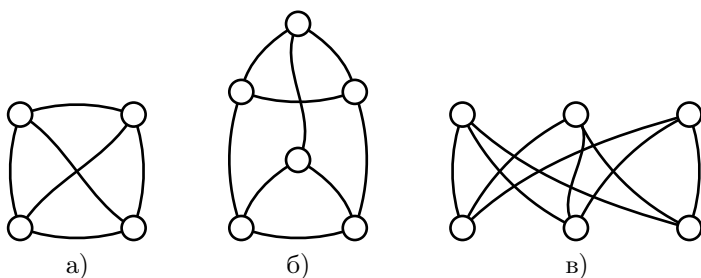
в) на стержень помещается не более пяти колец, а за один ход игроки надевают по кольцу на три стержня

г) стержней 100, на стержень помещается не более 95 колец, а за один ход игроки надевают по кольцу на 98 стержней

**3. «Не упусти шарик!»** Несколько воздушных шариков связаны тяжёлыми верёвками как показано на рисунках. Играют двое. Каждый игрок своим ходом отвязывает от шариков одну верёвку и забирает её себе. Если при этом от какого-то шарика отвязывается последняя верёвка, шарик улетает, а игрок считается проигравшим.

Кто — начинающий или его соперник — победит в этой игре, как бы ни играл его партнёр?

Рассмотрите случаи, изображённые на рисунках (кружочки изображают шарики, а жирные линии — верёвки).





## Решения

### 1. «Крестики-нолики на полоске».

а) Ответ: выигрывает второй игрок.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Предположим сначала, что первый поставил крестики в клетки с номерами 5 и 6. Тогда второму надо поставить нолик в клетку 4. За следующий ход первый игрок сможет закрыть крестиками не более двух из трёх клеток с номерами 7, 8 или 9, следовательно, хотя бы одна из них останется свободной. В неё второму игроку и следует поставить нолик. Теперь выставить пять крестиков подряд в полоске уже невозможно.

Если же одна из клеток 5 и 6 осталась свободной после первого хода первого игрока, то второй игрок должен сначала поставить нолик в неё. Пусть это клетка с номером 5 (второй случай — симметричен). Вторым своим ходом второй игрок должен поставить нолик в одну из клеток с номерами 6, 7, 8, 9 и 10. Хотя бы одна из этих клеток будет свободна, так как за два хода первый игрок закроет крестиками не более 4 клеток. После этого в полоске не останется места для пяти последовательных крестиков, и, таким образом, первый игрок проигрывает.

б) Ответ: выигрывает первый игрок.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

Первым ходом первый игрок должен поставить крестики в клетки с номерами 3 и 11. Если второй игрок поставит нолик в любую свободную клетку левее центральной, т. е. с номерами от 1 до 6, первый игрок должен поставить крестики в клетки 9 и 10. После этого образуется «вилка»: в полоске есть три крестика подряд, у которых слева и справа по две свободные клетки. Одна из этих пар клеток целиком останется свободной после хода второго игрока, первый игрок поставит туда свои два крестика и выиграет. Случай, когда второй игрок первым своим ходом ставит нолик правее центра, симметричен только что разобранным.

Рассмотрим случай, когда второй игрок первым своим ходом ставит нолик в центральную клетку 7. Первому игроку следует поставить крестики в клетки 4 и 10. Без ограничения общности будем считать, что второй игрок далее поставил нолик в клетку с номером, большим 7. Тогда первому игроку следует поставить крестики на клетки с номерами 2 и 5. Получается ещё одна «вилка»: 4 крестика подряд, у которых

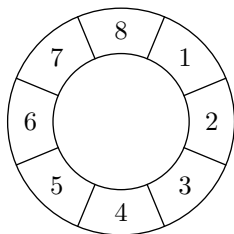
по бокам по одной свободной клетке. Этого достаточно первому игроку, чтобы выиграть следующим ходом.

**в)** Ответ: выигрывает второй игрок.

Опишем действия второго игрока в зависимости от начального хода первого игрока:

1. Два крестика рядом: второй игрок ставит нолик вплотную к ним;
2. Два крестика через одну клетку: нолик ставится между ними;
3. Два крестика через две клетки: нолик между ними в любую из двух клеток;
4. Крестики диаметрально противоположны: нолик ставим через свободную клетку от каждого из них.

Заметим, что во всех этих случаях клетка напротив нолика и две соседние с ней клетки остаются свободными. Второму игроку теперь достаточно поставить нолик в любую из этих трёх клеток, чтобы лишить соперника возможности поставить 5 крестиков подряд. И он сможет это сделать: первый игрок за свой следующий ход закроет крестиками не более двух из них.

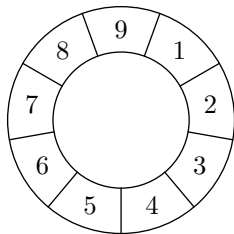


**г)** Ответ: выигрывает первый игрок.

Первому игроку следует поставить крестики в клетки с номерами 2 и 8. Если второй игрок теперь ставит нолик в одну из клеток 4, 5, 6, то первый игрок ставит крестики в клетки 1 и 9, после чего образуется уже рассмотренная «вилка» из четырёх крестиков подряд со свободными клетками по бокам.

Если второй игрок ставит нолик в клетку 3 или 7, то первый игрок ставит крестики в клетки 6 и 7 или в клетки 3 и 4 соответственно, после чего возникает «вилка» из трёх крестиков подряд с парами свободных клеток по бокам.

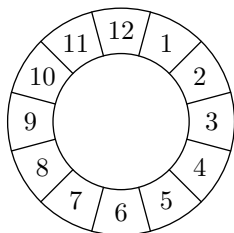
Если же второй игрок ставит нолик в клетку с номером 9, то первому игроку следует поставить крестики в клетки 4 и 5. Теперь чтобы выиграть, ему достаточно поставить два крестика либо в клетки 1 и 3, либо в клетки 6 и 7. Одна из этих пар клеток останется свободной к следующему ходу первого игрока, что и обеспечит ему победу.



Оставшийся же случай клетки 1 аналогичен предыдущему в силу симметрии.

д) Ответ: выигрывает первый игрок.

Первым ходом первый игрок должен поставить крестики в клетки с номерами 1 и 7. Это противоположные клетки кольца. Очевидно, можно считать, что второй игрок поставит нолик в одну из клеток 2–4, (остальные случаи аналогичны в силу симметрии). Первому игроку теперь достаточно поставить крестики в клетки 8 и 9, после чего образуются три крестика подряд с парами свободных клеток по бокам. Как было рассмотрено ранее, это приводит первого игрока к победе.



**2. «Пирамидки».** Назовём стержень *полным*, если после  $n$  ходов игры на нём  $n$  колец. Оставшиеся стержни будем называть *неполными*.

а) Ответ: выиграет второй игрок.

Для победы ему достаточно повторять ходы первого игрока: класть кольца на те же стержни, что и соперник. Заметим, что при этом всегда перед ходом первого игрока на всех стержнях будет чётное число колец, поскольку за каждую пару ходов количество колец на каждом стержне либо увеличивается на два, либо останется таким же, а изначально все стержни пустые. Второй игрок всегда сможет повторить ход соперника, потому что на соответствующих 4-х стержнях обязано быть нечётное число колец, а стало быть, оно меньше 8.

б) Ответ: выигрывает второй игрок.

Поскольку на каждый стержень можно надеть по 7 колец, то игра продлится по крайней мере 7 ходов. Из них 4 хода сделает первый игрок, и 3 — сделает второй. Покажем, как ходить второму, чтобы обеспечить себе последний, 8-ой ход в игре. Пронумеруем стержни. Без потери общности можно считать, что первый игрок надел кольца на стержни с номерами 2, 3, 4, 5 и не надел на первый. Стратегия второго игрока будет следующей: на первом ходу надеть кольца на все стержни, кроме второго; на втором — на все, кроме третьего; на третьем — на все, кроме четвёртого. Тогда после 7 ходов количество неполных стержней будет не менее четырёх, а именно на стержнях 1, 2, 3, 4 будет не более шести колец, значит, второй может сделать ещё один ход. Заметим, что всего на стержни помещается  $5 \cdot 7 = 35$  колец, а после 8-го хода всего будет надето 32 кольца. Значит, 9-ый ход невозможен. Следовательно второй игрок выигрывает.

**в)** Ответ: выигрывает второй игрок.

После хода первого игрока второй должен пойти таким образом, чтобы остался ровно один полный стержень. Легко убедиться, что это возможно при любом ходе первого игрока. После следующего хода первого игрока второму необходимо сходить таким образом, чтобы на трёх стержнях было по три кольца, а на оставшихся, соответственно, 2 и 1. Этого добиться нетрудно — надо лишь повторить ход первого игрока с одним исключением: если тот положил кольцо на полный стержень, вместо него надо положить кольцо на один из двух стержней с одним кольцом. Без потери общности будем считать, что стержни с тремя кольцами имеют номера 1, 2 и 3, стержень с двумя кольцами — номер 4, оставшийся с одним кольцом — номер 5.

Если теперь первый наденет кольца на первые три стержня, то второй поступает аналогично и выигрывает. Если же первый надевает по кольцу на два из трёх первых стержней, то второй с ними поступает так же, а последнее кольцо надевает на тот из двух последних стержней, на который не надел первый. Теперь два стержня заполнены, а потому ходы игроков однозначны, и, поскольку на оставшиеся стержни можно положить только два ряда колец, выигрывает второй. В последнем случае, если первый игрок надевает лишь на один из первых трёх стержней, второй повторяет его ход и получает ситуацию, где можно надевать кольца лишь на 4 стержня, при этом на одном из них — 4 кольца, а на остальных — по 3. Заметим, что как бы ни сходил первый игрок в такой ситуации, у второго будет возможность сделать ход. Но после этого останется место лишь для одного кольца (за 8 ходов надето  $8 \cdot 3 = 24$  кольца, а всего помещается 25). Таким образом, выигрывает второй игрок.

**г)** Ответ: выигрывает первый игрок.

Стратегия первого игрока: в начале игры выбрать любые 98 стержней и каждым своим ходом надевать кольца на них. Посмотрим, как меняется количество полных стержней во время игры. После первого хода их 98. После каждого следующего хода первого игрока количество полных стержней не меняется (поскольку он надевает кольца на все полные стержни и некоторые неполные). После каждого хода второго игрока количество полных стержней не может уменьшиться больше, чем на 2. Таким образом после 94-го хода (47 ходов первого и 47 ходов второго) останется как минимум  $98 - 47 \cdot 2 = 4$  полных стержня. После 95-го хода (он приходится на первого игрока) их останется столько же, следовательно, второй игрок не сможет сделать ход, поскольку не заполненными до самого конца останутся не более  $100 - 4 = 96$  стержней.

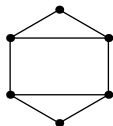
### 3. «Не упусти шарик!»

а) Ответ: выиграет второй игрок.

Схема шариков с верёвками является квадратом с диагоналями. Если первый игрок убирает верёвку на стороне квадрата, второй игрок должен убрать верёвку на противоположной стороне. Если же первый игрок убирает диагональ, второй должен убрать вторую диагональ. После первых двух ходов остаётся цепочка из четырёх последовательно соединённых верёвок с шариками в узлах. Следующий ход первого игрока оставляет второму единственный возможный ход, после которого первый проигрывает.

б) Ответ: выиграет первый игрок.

Первым ходом первому игроку необходимо убрать одну из вертикальных верёвок. Можно развернуть получившуюся картинку:



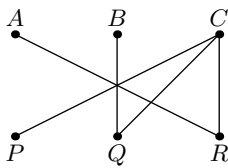
Теперь все верёвки можно разбить на пары симметричных друг другу относительно центра картинке. После этого как только второй убирает одну из верёвок, первый убирает вторую из соответствующей пары. Всякий раз после хода первого игрока картинка вновь становится центрально симметричной. Заметим, что ни у одной из таких пар верёвок нет шарика, к которой они обе были бы привязаны.

Докажем, что после хода первого игрока шарик улететь не может, и значит, он выиграет. Действительно, пусть в какой-то момент после хода первого игрока шарик улетел. Это означает, что перед этим ходом этот шарик был привязан лишь к одной верёвке. На предыдущем ходе второй игрок не мог отвязывать верёвку от этого шарика (иначе бы оказалось, что пара симметричных верёвок имеет общий шарик), значит, и перед ходом второго игрока этот шарик был привязан лишь к одной верёвке. Но перед ходом второго игрока картинка была центрально симметричной, а значит, и шарик, центрально симметричный рассматриваемому, тоже был привязан к одной верёвке, и эта верёвка была убрана вторым игроком. После этого игра должна была закончиться проигрышем второго игрока.

в) Ответ: выигрывает второй игрок.

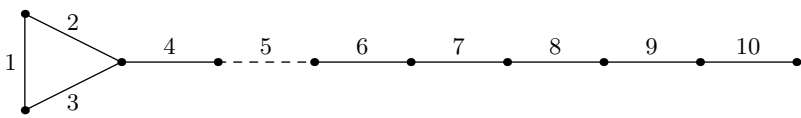
Назовём верхние шарики:  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , а нижние шарики —  $P$ ,  $Q$ ,  $R$ . Заметим, что любая верёвка связывает верхний и нижний шарик, и все верхние шарики связаны со всеми нижними. Поэтому без ограниче-

ния общности можно предположить, что сначала первый игрок убирает верёвку  $AP$ . Тогда второму игроку следует убрать  $AQ$ . Таким образом, шарик  $A$  остаётся на одной верёвке  $AR$ , которую уже нельзя убирать. Без ограничения общности можно считать, что следующим ходом первый игрок отвязывает верёвку от верхнего шарика  $B$  (от  $A$  уже отвязывать нельзя, а случай шарика  $C$  аналогичен). Если это  $BP$  или  $BQ$  (эти случаи одинаковы, и для определённости можно считать, что это  $BP$ ), то второй игрок отвязывает  $BR$ . Если же первый убирает  $BR$ , второму следует убрать  $BP$ . Таким образом, шарiki  $B$  и  $P$  тоже остаются на одной верёвке.



Осталось лишь две верёвки, которые можно убрать:  $CQ$  и  $CR$ . Первый игрок убирает одну из них, второй игрок — оставшуюся. Больше возможных ходов нет, таким образом, выигрывает второй игрок.

г) Ответ: выигрывает первый игрок.  
Пронумеруем верёвки как на рисунке.



Первый игрок убирает верёвку под номером 5. После этого картинка разбивается на две части. Каждая из частей допускает всего лишь два возможных варианта развития событий внутри себя: из части может быть убрана либо лишь одна верёвка (1 и 8), либо две (2, 3 и 7, 9). Причём первая убранная верёвка однозначно определяет дальнейшее развитие событий в этой части. Таким образом, следующим ходом второй игрок определяет судьбу одной из частей, а далее первый игрок определяет такую же судьбу для второй части. После этого либо игра заканчивается сразу (в случае, если убраны верёвки 1 и 8), либо продолжается ещё два хода (в случае верёвок 2, 3 и 7, 9). Таким образом, выигрывает первый игрок.

д) Ответ: выигрывает второй игрок. Схему шариков можно представить в виде куба без диагоналей. Верёвки можно разбить на пары симметричных друг другу относительно центра куба. Когда первый уби-

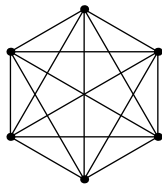
рает верёвку, второй должен убирать центрально симметричную ей. Эти верёвки не имеют общих шариков, и после каждого хода второго игрока картинка остаётся симметричной.

Доказательство того, что после хода второго игрока шарик улететь не может, полностью аналогично доказательству из пункта «б» с той только разницей, что игроки поменялись местами.

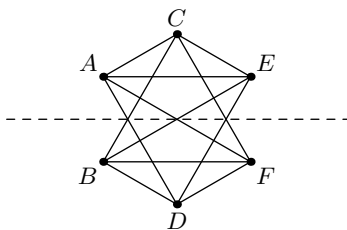
е) Ответ: выиграет первый игрок.

К сожалению, у этого задания скорее всего нет решения, которое записывалось бы достаточно лаконично (например, симметричной стратегии). Нам придётся перебрать возможные игровые позиции. Впрочем, если это делать аккуратно, решение получается не слишком длинным.

Поскольку каждый шарик связан с каждым, нет никакой разницы, какая именно верёвка будет убрана первой.

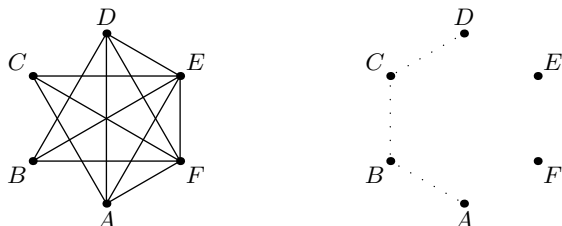


Если следующим ходом второй игрок уберёт верёвку, связывающую другие два шарика, то далее первому игроку следует убрать верёвку, связывающую оставшуюся пару нетронутых шариков. Если обозначить соответствующие пары шариков за  $A-B$ ,  $C-D$  и  $E-F$ , то получится следующая картинка:



Заметим, что картинка симметрична относительно пунктирной линии. Все верёвки можно разбить на пары друг другу симметричных, не имеющих общих шариков. Поскольку следующий ход — второго игрока, первому теперь достаточно лишь симметрично повторять ходы второго. Таким образом, у первого игрока не может улететь шарик, иначе бы симметричный шарик улетел бы у второго ещё на предшествующем ходе.

Допустим обратное: пусть второй игрок своим первым ходом убрал верёвку, имеющую общий шарик с первой убранной верёвкой. Допустим, это шарик В, а убранные верёвки связывали его с шариками А и С. Тогда первому игроку следует убрать верёвку, связывающую шарик С и D. Теперь оставшиеся шарик с верёвками выглядят так:

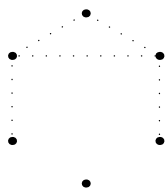


(Здесь и дальше для наглядности на некоторых рисунках вместо оставшихся верёвочек будут обозначаться, наоборот, только убранные верёвочки — «точечными» линиями, как рисунке справа. Заметим, что в этом случае количество точечных линий на рисунке равно номеру хода, к которому такой рисунок относится.)

Возможны два варианта дальнейшего развития игры. Если второй игрок убирает одну из двух вертикальных верёвочек на картинке ( $AD$  или  $EF$ ), то первый должен убрать вторую. После этого верёвочки снова разбиваются на пары симметричных друг другу относительно горизонтальной линии, и можно применить рассуждение из предыдущего случая.

Во втором случае второй игрок убирает любую другую верёвочку. Будем рисовать теперь только убранные верёвочки (пунктирными линиями). Задачу игроков можно переформулировать так: не допустить ситуацию, когда к одному шарикку будут вести пять «убранных верёвочек» (пунктирных отрезков), ведь это будет означать, что шарик улетел.

Докажем, что независимо от того, какую именно верёвочку убрал второй игрок, первый игрок сможет свести картинку к такой:



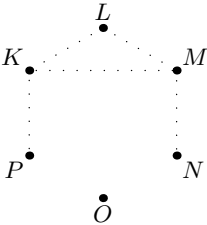
Сгруппируем оставшиеся верёвочки (кроме вертикальных, которые мы только что рассмотрели) в таблицу. Если второй игрок убирает какую-то



верёвку, первый должен следующим ходом убрать верёвку, указанную в другой строчке в том же столбце таблицы (если указано несколько верёвок, то любую одну из них).

$EC$	$FC$	$DE, DF$	$AF, AE$
$EB$	$FB$	$DB$	$AC$

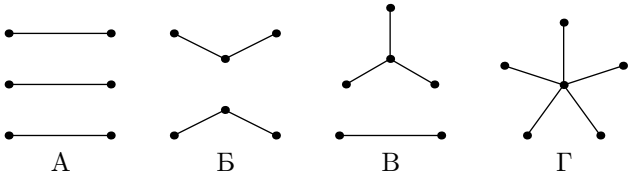
Легко проверить, что во всех этих случаях можно, не нарушая связей, переставить шарики и переименовать их так, чтобы образовалась следующая картинка:



Для дальнейшего нам потребуется следующее рассуждение: рассмотрим все финальные ситуации игры, после которых уже нельзя будет сделать ход. Всего таких ситуаций четыре:

- А) когда каждый шарик остаётся привязан к одной верёвке;
- Б) когда будет шарик, привязанный к двум верёвкам;
- В) когда будет шарик, привязанный к трём верёвкам;
- Г) когда будет шарик, привязанный к пяти верёвкам.

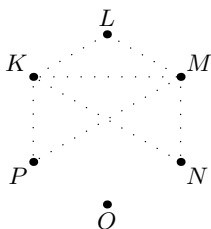
Нетрудно убедиться, что других ситуаций не бывает.



В начале игры всего было 15 верёвок. Поэтому выигрыш первого игрока означает, что в конечном итоге останется чётное число верёвок (ситуации «Б» и «В»), выигрыш второго — нечётное («А» и «Г»). Если первый игрок сделает так, что возникновение ситуаций «А» и «Г» будет невозможно, то он выиграет автоматически.

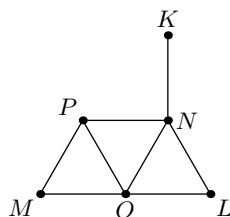
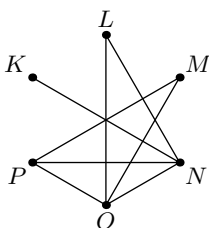
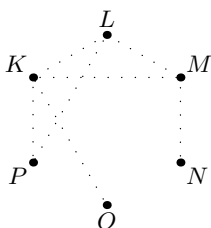
Вернёмся к нашей картинке ( $KLMNOP$ ). Рассмотрим все возможные варианты хода второго игрока в представленной на картинке ситуации и последствия таких ходов.

*Вариант 1.* Второй игрок убирает верёвку  $PM$  или  $KN$ . Первому игроку следует убрать оставшуюся из этих двух верёвок.



Теперь заметим, что верёвки  $OK$  и  $OM$  нельзя убирать, поскольку иначе шарик  $K$  или  $M$  улетит. Эти верёвки имеют общий шарик, поэтому игра не может закончиться ситуацией «А». На рисунке имеется единственный шарик ( $O$ ), к которому привязано 5 верёвок. Заметим, что после очередного хода второго игрока одну из верёвок  $OP$ ,  $OL$  или  $ON$  первый игрок всегда сможет отвязать, и, таким образом, сделать невозможным возникновение ситуации «Г».

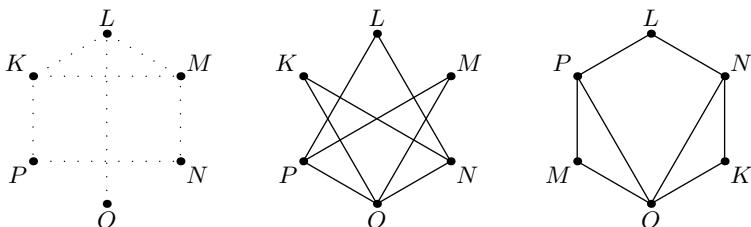
*Вариант 2.* Второй игрок убирает верёвку  $PL$  или  $KO$ . Первому игроку следует убрать оставшуюся из двух верёвок. Нарисуем соответствующие картинки: для убранных верёвок (слева), для оставшихся верёвок (в центре и справа, правая картинка отличается от центральной только более удобным для восприятия расположением шариков).



Видно, что ситуация «Г» уже невозможна. Посмотрим, какие три отдельные верёвки могут остаться, если возникнет ситуация «А». Заметим, что верёвка  $KN$  останется точно. Значит, верёвки  $PN$ ,  $ON$ ,  $LN$  должны будут быть убраны, а из оставшихся 4-х верёвок единственным образом можно выбрать две, не имеющие общих шариков:  $PN$  и  $OL$ . После любого следующего хода второго игрока первый сможет убрать одну из этих двух верёвок, и ситуация «А» тоже будет невозможна.

*Вариант 3.* Второй игрок убирает верёвку  $NL$  или  $MO$ . Этот случай полностью аналогичен предыдущему (*вариант 2*) с точностью до симметрии.

*Вариант 4.* Второй игрок убирает верёвку  $PN$  или  $LO$ . Первому игроку следует убрать оставшуюся из двух верёвок. Нарисуем соответствующие картинки для убранных и для оставшихся верёвок:

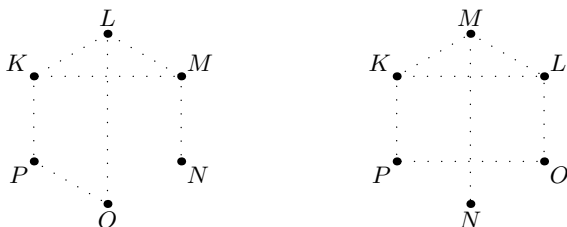


Понятно, что ситуация «Г» уже невозможна. Ситуация «А» может возникнуть только в том случае, если останется одна из двух троек верёвок:  $PM, OK, NL$  или  $LP, MO, KN$ . Можно рассмотреть два варианта.

Если второй игрок уберёт верёвку из одной из этих троек, то первый должен убрать верёвку из другой тройки (например, противоположную в шестиугольнике  $PMOKNL$ ), и ситуация «А» будет невозможна.

Если же второй игрок убирает одну из двух верёвок  $OP$  или  $ON$ , то первый игрок должен убрать вторую из этих двух. Останется шестиугольник, в котором второй игрок своим очередным ходом уберёт любую из сторон. После этого первый игрок убирает противоположную сторону и тем самым выигрывает, создав ситуацию «Б».

*Вариант 5.* Второй игрок убирает верёвку  $PO$  или  $NO$ . Без ограничения общности будем считать, что это верёвка  $PO$ . Заметим, что получившуюся в этом случае картинку (слева) простым перемещением шариков можно преобразовать, получив такую же картинку (справа), которую мы уже рассматривали, разбирая *вариант 4*.



Таким образом, разобраны все случаи. Первый игрок может выиграть независимо от ходов соперника.

Задачи для конкурса по математическим играм предложили:  
 №1 — И. В. Раскина, №2 — К. А. Скопцов, №3 — А. Г. Банникова.

## Критерии оценивания

За каждую задачу ставится от 0 до 20 баллов: сумма баллов за пункты этой задачи или 20 баллов (если сумма больше 20).

**1. «Крестики-нолики на полоске».** Баллы выставляются в соответствии с таблицей.

Достиженные результаты \ пункты	а	б	в	г	д
Полное решение.	2	6	4	7	3
Только верный первый ход.	0	0	0	0	0
Изложена идея, как нужно ходить, которая легко доводится, но в работе этого не сделано.	1	3	2	3	1
Изложена полная стратегия, но нет объяснения, почему она применима.	1	4	2	5	1

Идея «вилки», высказанная хотя бы в одном пункте: +1 балл (за всю задачу).

**2. «Пирамидки».**

а) 5 баллов за полное решение. (Повторение ходов без слова «чётность»: 1 балл. Есть слово «чётность», но не показано, как из этого следует, что второй всегда сможет сделать ход: 3 балла.)

б) 10 баллов за полное решение.

в) 10 баллов за полное решение. (Стратегия «оставлять первому игроку хотя бы 3 (или 4) стержня с нечётным числом колец» без объяснения: 3 балла. Эта же стратегия с объяснением, почему это можно сделать (эта стратегия почти верная, она может «сломаться» в конце игры, но это легко исправить): 8 баллов.)

г) 10 баллов за полное решение.

**3. «Не упусти шарик!»**

а) 2 балла за полное решение. (Слова о симметрии без упоминания диагоналей: 1 балл.)

б) 6 баллов за полное решение. (Слова «ходим центрально-симметрично» и больше ничего: 2 балла.)

в) 4 балла за полное решение.

г) 7 баллов за полное решение.

д) 3 балла за полное решение. (Слова «ходим центрально-симметрично» и больше ничего: 1 балл.)

е) 20 баллов за полное решение.

## Критерии награждения

Конкурс по математическим играм проводился письменно, а в некоторых местах проведения — также и устно (для желающих участников).

Результаты устных ответов по каждому заданию переводятся в баллы в соответствии с критериями проверки письменных работ. (Если участник сдавал задание устно несколько раз — за каждый пункт каждого задания учитывается лучшая из всех полученных оценок.) Если какое-либо задание участник сдавал и устно, и письменно, учитывается наилучшая (из двух) оценка в баллах за это задание.

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась, если в сумме по трём заданиям было набрано 8 баллов или больше.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление в конкурсе по математическим играм) ставилась, если в сумме по трём заданиям было набрано 18 баллов или больше. (То есть достаточно было полностью выполнить любое одно задание — возможно, с незначительными недочётами. Для этого, в частности, было достаточно полностью выполнить задание на одном «сеансе» устного конкурса.)

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

## Инструкция проводящим устный конкурс «Математические игры»

Уважаемые коллеги! Перед Вами задания конкурса «Математические игры» Турнира Ломоносова 2011 года. Мы рекомендуем вам по возможности провести этот конкурс в устной форме для учеников не старше восьмого класса. Ученикам 9–11 классов дайте задания для письменной работы и посадите их в специальную аудиторию. Если нет возможности провести конкурс устно, дайте письменные задания и младшим ребятам, но всё же, пожалуйста, постарайтесь организовать для них устный конкурс — младшеклассники, как показывает печальный опыт прошлых лет, очень плохо записывают решения заданий по играм.

Мы советуем проводить устный конкурс по матиграм приблизительно так. В выделенной аудитории назначаются «сеансы игр» — например, каждый час или, если аудитория невелика, каждые 45 минут. Расписание «сеансов» вывешивается на дверях. Перед началом сеанса в аудиторию запускаются участники и рассаживаются за парты, лучше по двое. Не допускайте перенаселения, посоветуйте тем, кто не помещается, посетить иные конкурсы, а на этот прийти к другому сеансу.

На каждом сеансе ведущие (их нужно примерно по одному на

10–15 школьников) могут выбрать одну игру из предложенных ниже. Перед тем, как рассказать правила, можно кратко объяснить, что такое математическая игра, что такое стратегия, привести пример на самых известных играх, например «крестики-нолики  $3 \times 3$ » или «двое берут из кучи по 1 или 2 камня». Когда школьники поймут, в чём заключается конкурс, расскажите им правила и задания одной из трёх игр, добейтесь, чтобы правила были понятны, потом раздайте реквизит (об этом подробнее написано ниже) и попросить их сыграть друг с другом или с вами несколько партий, чтобы понять суть игры. С желающим объяснить решение какого-либо пункта задания негромко побеседуйте. Потребуйте, чтобы он не просто «обыграл» Вас, а внятно объяснил стратегию. **Сданную задачу отметьте в протоколе.**

Участнику можно предложить перейти в аудиторию, где проходит письменный конкурс

- если он затрудняется изложить устно решение, особенно это касается игры с мешками,
- если он уже решил предложенную игру и хочет решать другие,
- если по каким-то причинам Вы бы хотели, чтобы его решение подверглось внешней проверке,
- если, наконец, он бузит и мешает Вам работать.

Многие дети, кстати, не настолько жаждут решить и сдать задачу, они приходят просто поиграть. Дайте им эту возможность, поиграйте с ними, устройте турнир по какой-то игре. Шутите, улыбайтесь, создавайте праздничную атмосферу. Самых заядлых игроков можно оставить на повторный сеанс, но сначала напомните о других конкурсах.

#### О подготовке и реквизите.

Чтобы конкурс прошёл хорошо, к нему надо подготовиться.

Во-первых, **прорешайте заранее задания**, чтобы уверенно играть с детьми, когда надо, поддаваясь, когда надо, побеждая.

Во-вторых, распечатайте бланк протокола, распечатайте и имейте несколько экземпляров заданий.

В-третьих, заранее подготовьте реквизит.

**Для игры № 1** распечатайте листы с полосками и кольцами, разрежьте их на отдельные поля и рассортируйте. Вы можете играть с детьми, вписывая крестики и нолики в клетки (тогда распечатать надо будет достаточно много полей), а можете использовать фишки двух видов, заготовив их заранее (в роли фишек могут выступать любые мелкие предметы).

Для игры № 2 особого реквизита не требуется, только ручка и бумага.

Для игры № 3 распечатайте картинки с графами-заданиями в достаточном количестве. Можно и рисовать графы карандашом, а стирать «верёвки» ластиком.

Не пожалейте времени на изготовление реквизита — оно окупится радостью маленьких участников Турнира.

О записи результатов. В протоколе отражайте сданные школьниками задания. Принимайте задачи строго, требуйте объяснения правильности стратегии. Не подсказывайте явно, но незаметно слегка помогите участнику, если видите, что он понимает суть решения, но не может точно её выразить. Бывает так, что маленький участник очень ловко играет в игру, в разные её варианты, но объяснить ничего толком не может. Отметьте это словами в протоколе, такого малыша тоже можно будет поощрить. Протокол(ы) сдайте старшему по точке проведения Турнира.

#### Несколько комментариев к играм.

**Игра № 1** самая простая. Постарайтесь слишком явно не демонстрировать стратегию, играя с ребятами. Тем, кто быстро разобрался в предложенных случаях, задайте вопрос, что будет при других значениях  $N$ . (Ответ: в случае полосы первый выигрывает при  $N \leq 13$ , а в случае кольца при  $N \leq 9$ .) Проверка, что при игре на полоске длиной 12 победит нолик, требует, вероятно, довольно кропотливого перебора. Если толковый школьник справился со всеми заданиями, можно в качестве бонуса предложить ему такую игру: на бесконечной клетчатой плоскости игроки играют в обычные крестики-нолики, только крестик пытается поставить не «5 в ряд», а 4 крестика квадратиком  $2 \times 2$ . Нолик старается ему навредить. Кто победит?

**Игра № 2**, напротив, довольно сложная. Она эквивалентна такой: «есть сколько-то кучек, в каждой поровну камней, за ход можно брать по камню из условленного количества кучек». Если школьник рассказывает переборное решение, внимательно следите за его полнотой.

В игру № 3, можно, конечно, играть не только на графах, предложенных составителями, но и на любых, которые придумаете Вы или сами дети.

Спасибо Вам!

## Статистика

В приведённой статистике учтены все письменные работы по математическим играм, сданные школьниками, а также все устные ответы, кроме абсолютно нулевых. При наличии нескольких устных ответов за каждый пункт каждой задачи учтён лучший результат. При наличии как устного, так и письменного ответа по каждой задаче учтена лучшая оценка (наибольшее количество баллов).

Сведения о распределении суммы баллов по классам. (Знаками «е» и «v» показаны границы соответствующих критериев награждения.)

Сумма баллов		Классы // количество участников											Всего
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	0	2	4	15	48	491	1210	1176	1042	739	653	393	5773
	1	0	0	0	0	3	20	32	47	37	47	23	209
	2	0	0	1	1	16	34	66	37	26	29	15	225
	3	0	0	0	0	4	9	9	10	5	7	3	47
	4	0	0	0	0	4	2	10	5	7	4	2	34
	5	0	0	0	0	2	8	10	12	10	1	3	46
	6	0	0	0	0	3	8	8	6	3	9	1	38
	7	0	0	0	0	3	3	5	5	3	6	2	27
е	8	0	0	0	0	8	4	8	4	3	4	4	35
	9	0	0	0	0	1	4	10	2	3	5	1	26
	10	0	0	0	0	1	6	4	2	2	2	3	20
	11	0	0	0	0	2	0	1	1	3	1	0	8
	12	0	0	0	0	1	2	3	2	0	1	0	9
	13	0	0	0	0	0	1	3	2	2	1	1	10
	14	0	0	0	0	0	2	2	2	1	3	0	10
	15	0	0	0	0	4	0	5	7	3	3	0	22
	16	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	1	11
	17	0	0	0	0	1	2	3	1	1	1	0	9
v	18	0	0	0	0	1	1	2	3	0	3	0	10
	19	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	4
	20	0	0	0	0	6	5	7	4	8	4	1	35
	21	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3
	22	0	0	0	0	2	1	1	1	0	1	0	6
	23	0	0	0	0	1	1	8	2	2	1	0	15
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
	25	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3
	>25	0	0	1	0	5	8	15	20	2	5	2	58



Сведения о распределении баллов по заданиям (в таблице приведено количество участников, получивших указанные баллы за указанные задания).

Баллы	Номера заданий		
	1	2	3
0	6081	6524	6344
1	179	30	35
2	148	10	140
3	25	14	19
4	22	5	10
5	10	58	16
6	36	1	8
7	12	1	7
8	29	2	22
9	14	0	14
10	10	2	2

Баллы	Номера заданий		
	1	2	3
11	6	0	4
12	10	0	10
13	12	1	0
14	5	0	2
15	14	22	10
16	13	0	3
17	5	0	0
18	10	0	4
19	7	0	3
20	46	26	43
Всего	6694	6696	6696

Обращает на себя внимание очень большое количество нулевых баллов. Это обусловлено сочетанием двух причин. Во-первых, конкурс по математическим играм для многих школьников оказался непривычным, в своих работах ребята часто приводили описание игры, примеры партий и т. п., но не делали попыток решить игру как математическую задачу. Во-вторых, ввиду достаточно сложной системы учёта результатов (возможность нескольких устных и письменных ответов с последующим объединением результатов) невозможно чётко разграничить ситуации, когда школьник пытался выполнить задание, но получил 0 баллов, и когда он вообще не выполнял и не планировал выполнять какое-либо задание. (Например, отвечая устно, школьник сказал пару слов и передумал, но в протоколе перед началом ответа он уже был отмечен.)

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по математическим играм («v»), получивших балл многоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по математическим играм (количестве сданных работ и/или устных ответов).

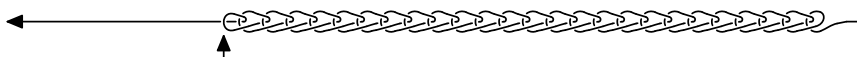
Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	2	4	17	49	560	1336	1392	1221	865	794	455	6695
«е»	0	0	0	0	18	21	41	26	21	23	10	160
«v»	0	0	1	0	16	21	35	31	14	15	3	136

# Конкурс по физике

## Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Ученикам *7 класса и младше* достаточно решить **одну** «свою» задачу, ученикам *8–10 классов* — **две** «своих» задачи, ученикам *11 класса* — **три** «своих» задачи. Можно решать и задачи старших классов.

1. (6–9) Из кондиционеров, холодильников и других устройств, предназначенных для охлаждения, во время работы часто течёт вода (которая совсем не нужна). Откуда эта вода берётся и почему без неё невозможно обойтись?
2. (6–9) Из верёвки можно сплести «шнурок», который сам расплетается, если потянуть за свободный конец верёвки.

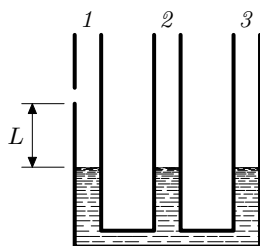


С какой средней скоростью будет перемещаться граница (указана вертикальной стрелкой) между ещё не расплетённым шнурком и верёвкой, если тянуть за конец верёвки, перемещая его со скоростью 1 сантиметр в секунду? Считать, что длина шнурка в 5 раз меньше длины верёвки, из которой он сплетён. За конец верёвки тянут влево, как указано на рисунке стрелкой. Правый конец шнурка закреплён.

(На рисунке показан способ плетения шнурка, этот способ для решения задачи не важен.)

3. (7–10) Биологи решили простерилизовать подсолнечное масло, прогрев его до температуры  $100^{\circ}\text{C}$ . Масло налили поверх слоя воды, кипящей на сковороде, считая, что масло будет плавать сверху и прогреется как раз до температуры кипения воды. Но получилось не так, как планировали: масло нагрелось до существенно большей температуры и испортилось. Предложите объяснение: что не учли биологи и что могло случиться с маслом.
4. (8–10) Как парусные корабли могут перемещаться «против ветра»? Какие особенности конструкции корпуса корабля для этого необходимы?

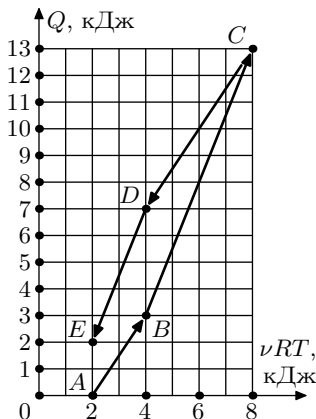
5. (8–11) Три одинаковых цилиндрических сосуда с водой сообщаются между собой. В первом сосуде на высоте  $L = 10$  см от уровня воды есть маленькое отверстие. В третий сосуд начинают наливать масло. Чему должна быть равна высота столбика масла (в миллиметрах), чтобы через отверстие в первом сосуде начала выливаться вода? Плотность воды  $\rho_1 = 1$  г/см<sup>3</sup>, плотность масла  $\rho_2 = 0,8$  г/см<sup>3</sup>.



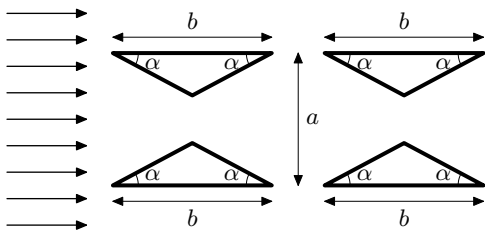
6. (10–11) Две металлические сферы имеют радиусы  $R_1$  и  $R_2$ , центры сфер совпадают. На расстоянии  $R$  от центра сфер расположен точечный электрический заряд  $q$ , причём  $R_1 < R < R_2$ . Известно, что электростатические потенциалы сфер также равны. Найдите величину заряда  $q_1$ , находящегося на сфере радиуса  $R_1$ .

7. (10–11) Планета сферической формы составлена из однородного жидкого вещества. Ускорение свободного падения на её поверхности равно  $g$ . Планета не имеет атмосферы и не вращается вокруг своей оси. Найдите давление в центре этой планеты.

8. (10–11) С одноатомным идеальным газом в количестве  $\nu = 1$  моль проводят процесс  $ABCDE$ , график которого изображён на рисунке. По оси абсцисс отложена температура  $T$ , умноженная на  $\nu R$ , где  $R = 8,31$  Дж/(моль · К) — универсальная газовая постоянная. По оси ординат отложено количество теплоты  $Q$ , полученное газом в данном процессе. Нарисуйте, как выглядит график этого процесса в координатах «давление—объём»?



9. (8–11) На рисунке изображена система из четырёх треугольных призм с зеркальными гранями. Обозначенные на рисунке длины  $a$  и  $b$  и угол  $\alpha$  можно подобрать так, чтобы эта система никак не искажала параллельный пучок световых лучей (направление пучка указано на рисунке стрелками), то есть являлась для такого пучка «невидимкой». Приведите пример таких значений  $a, b > 0$  и  $\alpha > 0$ .



10. (10–11) Для наглядной демонстрации суточного вращения Земли можно использовать маятник с жидким наполнителем. На лёгкой нерастяжимой нити подвешивается лёгкая сферическая ёмкость, заполненная до половины тяжёлой жидкостью, не смачивающей стенки ёмкости (например, ртутью). Если такой маятник отклонить в любом направлении и отпустить, он начнёт совершать колебания, причём плоскость колебаний со временем будет поворачиваться, стремясь занять положение «Восток—Запад».

Объясните наблюдаемое явление (поясните, почему плоскость колебаний устанавливается в направлении, перпендикулярном плоскости географического меридиана, и как именно на это влияют особенности конструкции маятника).

## Ответы и решения

**Задача 1.** Вода, которая течёт из кондиционеров, ранее входила в состав воздуха в виде водяного пара. Максимальное количество воды, которая может находиться в виде пара в каком-то объёме, зависит от температуры. Чем температура меньше, тем меньше это количество. Если воздух охладить так (до такой температуры), что водяных паров в нём оказывается больше, чем может быть при этой температуре, «лишняя» вода превращается из пара в обычную жидкую воду (или твёрдую — лёд, снег, — при низких температурах).

Жидкая вода в кондиционере образуется так же, как и обычный дождь в атмосфере или роса на поверхности предметов.

**Задача 2.** Если расплести весь шнурок, то образовавшаяся в результате верёвка будет в 5 раз длиннее бывшего шнурка. При этом свободный конец верёвки переместится от своего первоначального положения на расстояние в 4 раза больше длины шнурка. А граница между шнурком и расплетённой верёвкой переместится вдоль всего шнурка, на расстояние, равное длине шнурка (шнурок расплетается полностью с начала до конца). То есть скорость перемещения границы шнурка и верёвки в 4 раза меньше скорости перемещения конца верёвки и равна  $\frac{1}{4}$  см/сек.

**Ответ.**  $\frac{1}{4}$  см/сек.

**Задача 3.** Кипящая вода представляет собой смесь жидкой воды и пузырьков пара. Плотность такой смеси (отношение массы смеси к её полному объёму) может оказаться меньше плотности масла. В этом случае масло будет «проваливаться»<sup>7</sup> сквозь кипящую воду до дна сковородки и нагреваться непосредственно от дна до более высокой температуры, чем требуется.

**Комментарий.** В условии задачи кратко описан реально наблюдавшийся процесс. Более подробное описание этого процесса приведено в решении. Естественно, от решающих задачу не требуется угадывать в точности что реально наблюдали составители задачи. Достаточно привести любое разумное объяснение, соответствующее условию.

Заметим, что вода в любом случае не может прогреться до температуры, существенно большей  $100^{\circ}\text{C}$ . При попытке нагреть воду сильнее она тут же начинает интенсивно испаряться, образуя множество пузырьков (кипение). На испарение тратится как раз столько теплоты, чтобы «вернуть» кипящей воде температуру  $100^{\circ}\text{C}$ . Нагреть до существенно большей температуры пар (даже те пузырьки, которые «сидят» на дне горячей сковородки) тоже не получится — чем больше температура пара отличается в большую сторону от  $100^{\circ}\text{C}$ , тем больше давление пара отличается (также в большую сторону) от атмосферного. В результате пузырёк пара будет расширяться и при этом охлаждаться до тех пор, пока его температура не станет равной  $100^{\circ}\text{C}$ , а давление в нём — равным атмосферному давлению.

---

<sup>7</sup>Точнее говоря, из-за наличия в воде пузырьков в результате перемещения вниз какого-то объёма масла в обратном направлении (вверх) перемещается кипящая вода (вода с пузырьками) такого же объёма. Масло будет «проваливаться» (тонуть), если его масса окажется больше массы вытесняемого им объёма кипящей воды.

Конечно, температура кипящей воды может незначительно превышать  $100^{\circ}\text{C}$ : из-за слишком интенсивного нагрева (когда вода не успевает «выкипать»), из-за повышенного атмосферного давления и т. п. Но перегрев больше  $100^{\circ}\text{C}$  в этих случаях не будет существенным (он ограничивается примерно  $1^{\circ}\text{C}$ ), то есть не будет *существенным* (как указано в условии задачи) и не приведёт к порче масла.

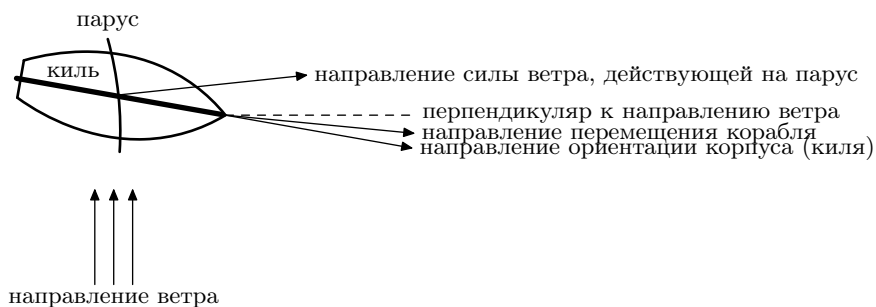
То есть от контакта с водой и водяным паром масло перегреться до температуры, сильно превышающей  $100^{\circ}\text{C}$ , не сможет.

Для *существенного* перегрева масла необходим непосредственный контакт масла с поверхностью, температура которой существенно больше  $100^{\circ}\text{C}$ . В решении задачи нужно было предложить какой-либо механизм, обеспечивающий такой контакт.

**Задача 4.** Корпус парусного корабля снабжается килем — специальным выступом вдоль подводной части корпуса по его средней линии. Сопротивление воды при движении корабля поперёк киля намного больше, чем при движении в нормальном направлении — вдоль киля.

Ветер оказывает давление на парус в направлении, близком к перпендикулярному к поверхности паруса. Так, выставив парус почти параллельно направлению ветра, можно получить силу ветра, действующую на парус почти перпендикулярно направлению ветра.

Комбинируя этот приём с подходящим выбором направления киля (то есть направления корпуса корабля), можно добиться ситуации, когда корабль в основном смещается перпендикулярно направлению ветра, и ещё немного в направлении, противоположном направлению ветра. (Это образно называется «подниматься на ветер».)



Имея возможность двигаться в таком направлении относительно направления ветра, можно построить зигзагообразную траекторию дви-

жения, начало которой расположено вдоль направления ветра дальше, чем конец.



**Задача 5.** Согласно закону Паскаля, давление, оказываемое на дно сосудов, изначально было одинаковым и равным  $p_0 = \rho_1 g H$ , где  $H$  — высота воды в любом из сосудов. После того, как в третий сосуд налили столбик масла высотой  $h$ , уровень воды в нем изменился и стал равным  $H - \Delta H$ . Давление, оказываемое на дно этого сосуда, в этом случае равно

$$p = \rho_1 g(H - \Delta H) + \rho_2 g h.$$

При этом давление воды на дно любого другого сосуда (из оставшихся двух) — одинаково и равно  $p = \rho_1 g(H + L)$ , где  $L$  — изменение уровня воды в этих сосудах (до уровня отверстия в первом сосуде). Тогда

$$\rho_1 g(H - \Delta H) + \rho_2 g h = \rho_1 g(H + L),$$

или  $\rho_2 h = \rho_1(\Delta H + L)$ .

Вытесненный объём воды из третьего сосуда  $V_3 = S \cdot \Delta H$  равен сумме объёмов воды, которые добавились в первые два сосуда:

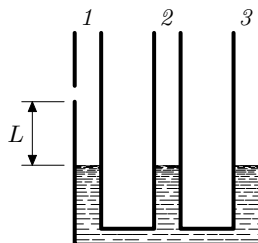
$$V_1 + V_2 = LS + LS = 2LS$$

Следовательно,  $\Delta H = 2L$ .

Объединяя записанные выражения, находим  $h > 3L \frac{\rho_1}{\rho_2} = 375$  мм.

**Ответ.** 375 мм.

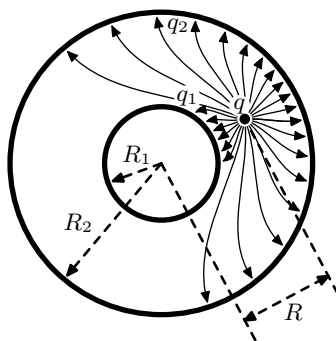
**Комментарий.** Качественно задачу можно решить так. Если в третий сосуд налить столбик воды высотой  $3L$ , то эта вода равномерно распределится по всем трём сосудам, уровень воды в каждом сосуде увеличится на  $L$  как раз достигнет отверстия в первом сосуде.



Если в первый сосуд налить масло *такой же массы*, как вышеупомянутая вода, то эффект должен быть таким же<sup>8</sup>. Но высота столбика масла как раз и отличается от высоты столбика воды такой же массы в  $\frac{\rho_1}{\rho_2}$  раз, откуда и получается ответ  $3L \frac{\rho_1}{\rho_2}$ .

**Задача 6.** Пусть  $q_2$  — заряд, находящейся на внутренней поверхности сферы радиуса  $R_2$ . Все силовые линии, выходящие из заряда  $q$ , заканчиваются на внешней поверхности сферы  $R_1$  и внутренней поверхности сферы  $R_2$ . Других силовых линий в пространстве между сферами нет (потому как там нет других зарядов; также силовые линии не могут начинаться на одной из сфер и заканчиваться на другой, так как по условию задачи потенциалы сфер равны). Поэтому  $q = -(q_1 + q_2)$ .

На рисунке показано сечение описанной в задаче системы плоскостью, проходящей через центр сфер и заряд  $q$ ; электрические силовые линии показаны условно.



Заметим, что на внешней поверхности сферы радиуса  $R_2$  могут быть и какие-то другие заряды. Но такие заряды никак не влияют на разность потенциалов между сферами, поэтому для решения задачи они несущественны. Как несущественны для решения и любые заряды, расположенные за пределами сферы  $R_2$ . Потенциал внешней сферы (радиуса  $R_2$ ), созданный такими зарядами<sup>9</sup>, обозначим  $\varphi_0$ .

<sup>8</sup>Это интуитивно понятно, но объяснить, почему так, не очень просто. Объяснением фактически и является решение, приведённое выше.

<sup>9</sup>Заряды  $q$ ,  $q_1$ ,  $q_2$  никакого вклада в потенциал внешней сферы не вносят в связи с тем, что  $q + q_1 + q_2 = 0$ .



Электростатический потенциал в центре сфер равен

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1}{R_1} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{R} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_2}{R_2} + \varphi_0.$$

Внутри внутренней сферы (радиуса  $R_1$ ) нет электростатического поля, поэтому потенциал поверхности этой сферы равен потенциалу в её центре и равен  $\varphi_0$ .

По условию задачи потенциалы внешней и внутренней сфер равны, то есть потенциал внешней (радиуса  $R_2$ ) сферы также равен  $\varphi_0$ . То есть

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1}{R_1} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{R} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_2}{R_2} + \varphi_0 = \varphi_0$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1}{R_1} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{R} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_2}{R_2} = 0$$

$$\frac{q_1}{R_1} + \frac{q}{R} + \frac{q_2}{R_2} = 0$$

Воспользовавшись соотношением  $q = -(q_1 + q_2)$  (или, что то же самое,  $q_2 = -(q_1 + q)$ ), получим:

$$\frac{q_1}{R_1} + \frac{q}{R} + \frac{-(q_1 + q)}{R_2} = 0$$

$$\frac{q_1}{R_1} - \frac{q_1}{R_2} + \frac{q}{R} - \frac{q}{R_2} = 0$$

$$q_1 \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = q \left( \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R} \right)$$

$$q_1 = q \cdot \frac{\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R}}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}} = q \cdot \frac{\frac{R - R_2}{R_2 R}}{\frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2}} = q \cdot \frac{R_1}{R} \cdot \frac{R - R_2}{R_2 - R_1}$$

**Ответ:**  $q_1 = q \cdot \frac{R_1}{R} \cdot \frac{R - R_2}{R_2 - R_1}.$

**6. (9–11)** Шарик прыгает по наклонной плоскости, ударяясь об неё абсолютно упруго. Угол наклона плоскости, величина и направление скорости шарика в момент первого удара о плоскость — произвольные. Докажите, что удары шарика о плоскость происходят через равные промежутки времени. Ускорение свободного падения  $g$ .

**Решение.** Проекция ускорения шарика на направление, перпендикулярное наклонной плоскости, постоянна и равна проекции  $\vec{g}$  на это направление. Равноускоренное движение (речь идёт о перпендикулярной к плоскости составляющей скорости) с переменной знака скорости в фиксированном месте (удар о плоскость) будет периодическим.

Проекция скорости шарика на саму плоскость определяет только перемещение шарика вдоль этой плоскости и не влияет на периодичность ударов о плоскость.

**Задача 7.** Введём обозначения для параметров планеты, которые отсутствуют в условии, понадобятся при решении и не войдут в окончательный ответ:

$\rho$  — плотность вещества планеты;

$R$  — радиус планеты;

$V = \frac{4}{3}\pi R^3$  — объём планеты;

$M = V\rho = \frac{4}{3}\pi R^3\rho$  — масса планеты.

Пусть  $G$  — гравитационная постоянная<sup>10</sup>.

Через обозначенные параметры в соответствии с законом всемирного тяготения легко выразить ускорение свободного падения  $g$  на поверхности планеты:

$$g = G \frac{M}{R^2} = G \frac{4}{3}\pi R^3\rho \cdot \frac{1}{R^2} = \frac{4}{3}\pi R\rho G$$

Выразим через эти же параметры давление  $p$  в центре планеты. Пусть  $M(r) = \frac{4}{3}\pi r^3\rho$  — масса вещества планеты, находящегося на расстоянии от центра не более  $r$  (где  $r \leq R$ ). Тогда ускорение свободного падения внутри планеты на расстоянии  $r$  от её центра равно

$$g(r) = G \frac{M(r)}{r^2} = G \frac{4}{3}\pi r^3\rho \cdot \frac{1}{r^2} = \frac{4}{3}\pi r\rho G$$

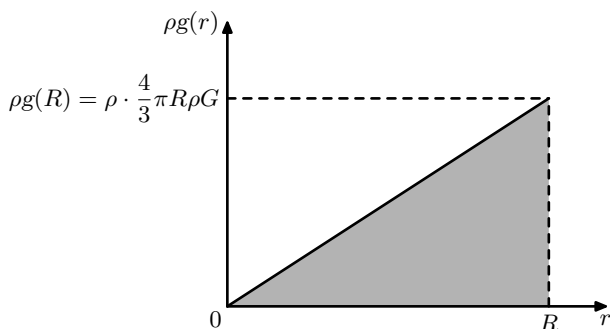
(вещество планеты, находящееся на расстоянии от центра больше  $r$ , представляет собой симметричную сферическую оболочку, которая не создаёт никаких сил тяготения внутри себя, то есть в области пространства, ограниченной сферой радиуса  $r$  с центром в центре планеты).

---

<sup>10</sup>Для справки:  $G \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}}$

Как известно, давление столба жидкости (плотности  $\rho$ ) высотой  $h$  равно  $p = \rho gh$ , где ускорение свободного падения  $g$  не зависит от высоты. Нам же нужно решить более сложную задачу: вычислить давление столба жидкости высотой  $h = R$  в случае зависимости  $g(r) = \frac{4}{3}\pi r \rho G$ . Это и будет давление  $p$  в центре планеты.

Давление  $p$  в центре планеты фактически складывается из давлений вышележащих слоёв на разных уровнях. Поэтому  $p$  можно вычислить как площадь под графиком зависимости величины  $\rho g$  от расстояния до центра планеты  $r$ .



На графике соответствующая фигура (закрашена серым цветом) представляет собой прямоугольный треугольник с катетами  $\frac{4}{3}\pi R \rho^2 G$  и  $R$ , её площадь, численно равная давлению  $p$  в центре планеты, равна

$$p = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \frac{4}{3}\pi R \rho^2 G = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3}\pi R^2 \rho^2 G = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\pi G} \cdot \left(\frac{4}{3}\pi R \rho G\right)^2 = \frac{3}{8\pi G} g^2.$$

**Ответ.**  $p = \frac{3g^2}{8\pi G}.$

**Комментарий.** В реальных планетах любого размера существенно изменяются и плотность, и температура, и состав и состояние вещества в зависимости от расстояния до центра. Условие задачи соответствует самой простой модели реальной планеты, не учитывающей ничего из перечисленного.

**Задача 8.** Количество теплоты  $\Delta Q$ , получаемое одноатомным идеальным газом на малом участке процесса, идёт на изменение его внутренней энергии  $1,5\nu RT$  и на совершение работы, равной произведению

давления  $p$  на изменение объёма  $\Delta V$ :

$$\Delta Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V.$$

На участках  $AB$  и  $CD$  из графика получаем:  $\Delta Q = 1,5\nu R\Delta T$ . Следовательно,  $\Delta V = 0$ , и эти стадии процесса оказываются изохорами. Поскольку температура на каждом из участков изменяется в два раза, для давлений имеем:

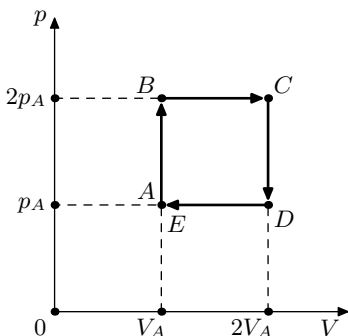
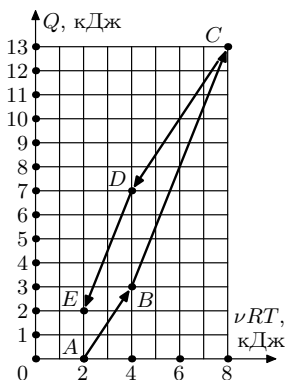
$$\frac{p_B}{p_A} = \frac{p_C}{p_D} = 2.$$

На участках  $BC$  и  $DE$  находим:  $\Delta Q = 2,5\nu R\Delta T$ . Следовательно,  $\nu R\Delta T = p\Delta V$ . Поскольку  $\nu R\Delta T = \Delta(pV) = p\Delta V + V\Delta p$ , получим, что  $\Delta p = 0$  — стадии процесса являются изобарами. Температура и на этих участках изменяется в два раза, и для объёмов получим:

$$\frac{V_C}{V_B} = \frac{V_D}{V_E} = 2.$$

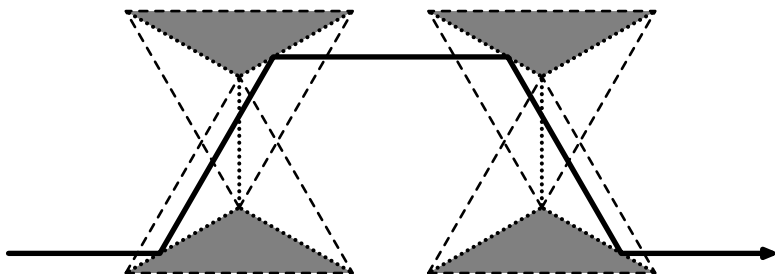
Таким образом, график процесса в  $pV$ -координатах состоит из двух вертикальных и двух горизонтальных участков. На вертикальных участках давление изменяется вдвое, на горизонтальных — объём изменяется вдвое. Точка  $E$  совпадает с точкой  $A$ .

**Ответ.** График процесса в  $(pV)$ -координатах изображён на рисунке справа (слева для сравнения приведён график из условия).



Значения  $p_A$  и  $V_A$  из условий задачи определить нельзя, так как фиксировано только их произведение ( $p_A V_A = \nu R T_A = 2$  кДж).

**Задача 9.** Приведём схему построения требуемой в задаче конструкции. Пунктирными линиями нарисованы равносторонние треугольники, точечными линиями — биссектрисы этих треугольников. Все длины сторон равносторонних треугольников равны, основания этих треугольников параллельны друг другу. Треугольные призмы выделены серым цветом.



В качестве примера на рисунке жирной линией показан также один из лучей, проходящих через систему. Все отрезки этого луча между последовательными отражениями от зеркальных поверхностей призм составляют с этими зеркальными поверхностями углы  $30^\circ$ . Видно, что участки луча до и после прохождения системы зеркальных призм лежат на одной прямой, то есть система призм как бы не оказывает на это луч никакого влияния. То же самое произойдёт и со всеми другими лучами, имеющими то же направление.

Итак, в качестве ответа можно принять  $\alpha = 30^\circ$  (угол, образованный стороной и биссектрисой равностороннего треугольника). Значение  $b$  можно выбрать произвольным, например,  $b = 1$  см (сторона равносторонних треугольников). Высота равностороннего треугольника с длинной стороны  $b$  по теореме Пифагора равна

$$h = \sqrt{b^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{b^2 - \frac{b^2}{4}} = b\sqrt{1 - \frac{1}{4}} = b\sqrt{\frac{3}{4}} = b\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Учитывая, что точка пересечения высот треугольника делит эти высоты в отношении  $2 : 1$ , для получения значения  $a$  к высоте треугольника  $h$  нужно добавить ещё  $h/3$ , то есть

$$a = h + \frac{1}{3}h = \frac{4}{3}h = \frac{4}{3} \cdot b\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2}{\sqrt{3}}b.$$

**Ответ.** Пример значений:  $a = (2/\sqrt{3})$  см,  $b = 1$  см,  $\alpha = 30^\circ$ .

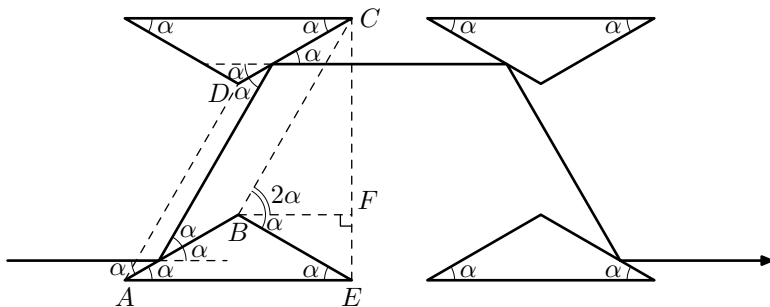
**Комментарий.** Задача была сформулирована для геометрического «пучка световых лучей». В геометрической оптике не ставится вопрос о скорости распространения лучей, лучи — всего лишь линии. И в этом (геометрическом) смысле никакого искажения пучка параллельных лучей действительно не происходит: после прохождения через систему призм все лучи «возвращаются на своё место».

Однако, длина разных лучей, проходящих через рассмотренную систему призм, оказывается различной. Поэтому вместо параллельного пучка лучей нельзя рассматривать плоский волновой фронт — этот волновой фронт в нашей системе подвергнется искажениям.

Ознакомиться с дополнительной информацией об описанной в задаче оптической системе можно на сайте «Математические этюды» в разделе «Невидимка» (<http://www.etudes.ru/ru/mov/mov053>). В частности, там вы можете прочитать об оптических свойствах таких систем, об их необычных гидродинамических свойствах (силах сопротивления при движении в жидкости или газе), а также просмотреть короткий видеофильм, иллюстрирующий и объясняющий эти свойства.

**Дополнение.** В задании требовалось привести только конкретный пример значений  $a$ ,  $b$  и  $\alpha$ , удовлетворяющих условию задачи. Выясним (в задании это не требовалось), при каких соотношениях между  $a$ ,  $b$  и  $\alpha$  реализуется описанная в задаче ситуации «невидимого» объекта.

Изобразим на рисунке ход луча и отметим углы. Углы с величиной  $\alpha$  отмечены исходя из условия задачи, соотношения «угол падения равен углу отражения» и соотношения равенства внутренних накрестлежающих углов, образованных секущей с параллельными прямыми.



Заметим, что  $\alpha < 45^\circ$  — иначе горизонтальные лучи, отразившиеся от отрезка  $AB$ , образуют со своим первоначальным направлением угол  $\leq 90^\circ$  и не попадут на отрезок  $CD$ .

Заметим, что четырёхугольник  $ABCD$  является параллелограммом, так как его стороны — отрезки  $AB$  и  $CD$  — равны и параллельны по условию (являются боковыми сторонами равных равнобедренных треугольников с параллельными основаниями).

Все горизонтальные параллельные лучи после отражения от отрезка  $AB$ , очевидно, останутся параллельными (на рисунке показан один из таких лучей). Также эти лучи (после отражения) должны быть параллельны сторонам  $AD$  и  $BC$  параллелограмма  $ABCD$  (иначе какие-то из этих лучей пересекут эти отрезки, выйдут за пределы параллелограмма  $ABCD$  и не попадут на отрезок  $DC$  — тем самым их дальнейшая траектория не будет соответствовать условию задачи). Так как отрезки  $AD$  и  $BC$  параллельны лучам, отразившимся от отрезка  $AB$ , они образуют с отрезками  $AB$  и  $BC$  такие же углы, что и лучи.

По условию  $CE = a$  и  $AE = a$ ; очевидно, что  $BF = AE/2 = a/2$ . Пользуясь рисунком, выразим длину отрезка  $CF$  двумя способами:

$$CF = BF \operatorname{tg} 2\alpha = \frac{b}{2} \operatorname{tg} 2\alpha$$

$$CF = CE - EF = a - EF = a - BF \operatorname{tg} \alpha = a - \frac{b}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

Отсюда

$$a - \frac{b}{2} \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{2} \operatorname{tg} 2\alpha; \quad a = \frac{b}{2} (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} 2\alpha)$$

Окончательно получаем

$$\frac{a}{b} = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} 2\alpha}{2} \quad \text{при условии} \quad 0 < \alpha < 45^\circ$$

При таких соотношениях между  $a$ ,  $b$  и  $\alpha$  условия задачи будут выполнены (представленная оптическая система будет «невидимкой» для параллельного пучка световых лучей в указанном направлении).

Интуитивно можно предположить, что для всех остальных комбинаций  $a$ ,  $b$  и  $\alpha$  (удовлетворяющих условию задачи), для которых эти соотношения не выполняются, «невидимка» не получится. Но это только предположение.

**Задача 10.** Поведение маятника обусловлено силой Кориолиса. Эта сила возникает из-за того, что система отсчёта, связанная с точкой подвеса маятника, не является инерциальной, а связана с вращающейся Землёй.

Сила Кориолиса действует на движущиеся тела в направлении, перпендикулярном плоскости, проведённой через ось вращения Земли и направление скорости тела. В частности, тела, движущиеся вдоль поверхности Земли в направлении меридиана (в любую сторону), сила Кориолиса отклоняет вправо, если движение происходит Северном полушарии, и влево — если в Южном. (Это различие обусловлено разным наклоном земной поверхности Северного и Южного полушария к оси вращения Земли.)

При движении вдоль поверхности Земли в других направлениях, у силы Кориолиса также будет составляющая вдоль поверхности Земли, направленная вправо по направлению движения тела в Северном полушарии и влево по направлению движения в Южном полушарии.

В случае обычного маятника (груз, подвешенный на нерастяжимой нити) сила Кориолиса, действующая перпендикулярно направлению движения груза, приводит к повороту плоскости колебаний маятника относительно Земли. Это — известный эксперимент Фуко (маятник Фуко).

В случае маятника с жидкостью процесс колебаний оказывается более сложным. Так, сила Кориолиса влияет на расположение (угол наклона) свободной поверхности жидкости, немного (сила Кориолиса мала по сравнению с силой тяжести) отклоняя её вбок относительно направления движения маятника. В результате налитая в маятник жидкость периодически меняет своё расположение (наклон своей свободной поверхности вправо—влево относительно плоскости колебаний), причём с тем же периодом, что и период колебаний маятника.

В случае достаточно удачно подобранной конструкции боковые воздействия силы Кориолиса, незначительные на каждом отдельном периоде колебаний, будут накапливаться, существенно смещая плоскость колебаний маятника. Наиболее эффективное смещение наблюдается, когда маятник колеблется в плоскости меридиана — в этом случае сила Кориолиса перпендикулярна направлению движения маятника, и плоскость колебаний быстрее всего «уходит» из этого положения. Наоборот, в плоскости колебаний «Восток—Запад» сила Кориолиса наименее эффективно «уводит» маятник из этой плоскости. И при определённом подборе параметров маятника его колебания в этой плоскости окажутся устойчивыми.

**Комментарий.** Как и во всякой физической задаче, предлагающей объяснить описанное в условии явление, от решающих задачу не требуется угадывать именно то, что наблюдали составители задачи.



В качестве правильного решения достаточно привести любое физически разумное объяснение, соответствующее условию задачи.

Подробнее об описанном в задаче маятнике вы можете прочитать в статье: Гаврик В. Я. Маятник с жидким наполнителем — прибор для демонстрации суточного вращения Земли. Статья опубликована в журнале «Успехи физических наук» № 12 за 1963 год (стр. 774–777), и доступна в интернете по адресу <http://ufn.ru/ru/articles/1963/12>

При проведении физического эксперимента, поставленного с целью наблюдения какого-либо эффекта, необходимо по возможности так выбрать конструкцию экспериментального оборудования, чтобы максимально уменьшить влияние посторонних факторов, мешающих наблюдению. Соответствующие детали конструкции рассмотренного в задаче маятника также описаны в названной статье. Там же приведено и более подробное теоретическое описание колебаний такого маятника и результаты экспериментальных наблюдений.

К сожалению, ртуть является ядовитым веществом. Поэтому детям заниматься изготовлением маятника, описанного в статье, не следует.

## Проверка и награждение

### Инструкция для проверяющих работы

За каждую задачу ставится одна из следующих оценок:

+!   +   +.   ±   +/2   ∓   −.   −   0

Если в работе **нет никакого текста по данной задаче** — за эту задачу ставится оценка «0».

Если **задача решена верно** (это решение может быть как похожим на приведённое здесь, так и совершенно оригинальным; главное, чтобы оно было грамотным с научной точки зрения и давало ответ на поставленный в задании вопрос) — за него ставится оценка «+». Грамотность, содержательность, оригинальность решения можно отмечать оценкой «+!» (если такая оценка поставлена, то дальнейшие недочёты не отмечаются, впрочем, если есть серьёзные недочёты, то нужно подумать, стоит ли вообще ставить «+!»). Мелкие недочёты отмечаются оценкой «+.', а более серьёзные проблемы — оценкой «±». Не имеет значения, как именно «оформлен» пробел в решении — школьник ошибся, просто пропустил логически необходимый фрагмент решения или явно указал («признался»), что он что-то не обосновывает.

Оценка « $+/2$ » ставится, если **школьник продвинулся на пути к верному решению примерно наполовину**. Это последняя оценка, которая содержательно учитывается при подведении итогов.

Оценка « $\mp$ » ставится, если решение неверно, но сделан хотя бы один логический шаг в любом верном направлении.

Оценка « $-$ » ставится, если школьник на пути к решению с места не сдвинулся, но упомянул что-то, что на этом пути может пригодиться.

Оценка « $-$ » ставится, если в решении не содержится абсолютно никаких полезных для решения сведений, новых по сравнению с условием (только данные из условия, но переписанные в определённом логическом порядке, могут быть частью верного решения, за что ставится оценка выше, чем « $-$ »).

Одна из основных целей подробной шкалы оценок — «обратная связь» со школьниками — почти все они узнают свои оценки. Поэтому оценки нужно выбирать внимательно, даже тогда, когда выбор не влияет на итоговый результат. По этой же причине нужно оценивать в основном физику (и математику в той мере, в какой она необходима для решения конкретной задачи).

Грамматические ошибки **никак не учитываются**.

За опiski в формулах оценка по возможности ставится « $+$ » (но если это дальше привело к серьёзным проблемам — ставится более низкая оценка, тут ничего не поделаешь).

За арифметические ошибки (при верном подходе к решению) в основном ставится « $+$ » или « $\pm$ » в зависимости от серьёзности последствий для дальнейшего хода решения. Если задача была именно на вычисления и в результате проблем с этими вычислениями получен принципиально неверный ответ — за это обычно ставится « $+/2$ ».

Разумеется, форма записи условия (в том числе отсутствие условия в работе), а также форма записи решения никак не должна влиять на оценку.

За верно угаданный (без дополнительных разъяснений) ответ из двух очевидных возможных вариантов ставится « $\mp$ », из трёх и больше вариантов — « $+/2$ ».

Зачёркнутое верное решение учитывается также, как незачёркнутое.

Особенно внимательно относиться к «ляпам» младших ( $\leq 7$  класса) школьников, которые только начали учиться физике (или даже ещё не начинали). Не судите их за это строго. Если понятно, что именно хотел сказать ребёнок, и это правильно — ставьте « $+$ ».

## Подведение итогов

При подведении итогов учитываются только решения задач своего и старших классов. Оценки за задачи, адресованные более младшим классам, чем класс, в котором учится участник, при подведении итогов никак не учитываются.

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась в следующих случаях:

- класс не старше 6 и не менее 1 оценки не хуже  $+2$
- класс не старше 8 и не менее 2 оценок не хуже  $+2$
- класс не старше 10 и не менее 4 оценок не хуже  $+2$
- класс не старше 11 и не менее 1 оценки не хуже  $\pm$
- класс не старше 11 и не менее 4 оценок не хуже  $+2$ , среди которых не менее 1 оценки не хуже  $\pm$

Оценка «v» (грамота за успешное выступление в конкурсе по физике) ставилась в следующих случаях:

- класс не старше 6 и не менее 2 оценок не хуже  $+2$
- класс не старше 7 и не менее 1 оценки не хуже  $\pm$
- класс не старше 11 и не менее 2 оценок не хуже  $\pm$

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

## Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по физике. Эта статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и задании конкурса по физике в целом): насколько трудными оказались задачи, какие задачи оказались наиболее предпочтительными для школьников, и т. п.

В приведённой статистике учтены все работы по физике, сданные школьниками (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по физике, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по физике («v»), получивших балл многоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по физике (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	1	1	1	6	73	270	1654	2723	2575	2436	2730	12470
«е»	0	0	0	1	9	37	14	546	514	404	419	1944
«v»	0	0	0	2	15	52	228	87	118	96	228	826

Сведения о количестве участников конкурса по классам и количестве решённых ими задач. При составлении таблицы решёнными считались задачи своего или более старшего класса, за которые поставлены оценки «+!», «+», «+.» и «±». Две оценки «+/2» за задачи своего или старшего класса при составлении таблицы условно отмечались как одна решённая задача.

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	1	1	1	4	58	218	1412	2090	1839	1871	1988
1 задача	0	0	0	2	13	50	220	534	601	449	469
2 задачи	0	0	0	0	2	1	20	84	104	101	190
3 задачи	0	0	0	0	0	1	2	14	24	12	61
4 задачи	0	0	0	0	0	0	0	1	7	2	17
5 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
6 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10 задач	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Сведения о распределении оценок по задачам. Оценки «+!», «+», «+.» и «±» и «+/2» считались как по классам, для которых рекомендована задача, так и по младшим классам; оценки «+», «-», «-» и «0» считались только по классам, соответствующим задаче.

Оценка	Номера задач									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+!	1	0	0	4	1	0	0	0	0	1
+	442	53	109	68	856	46	86	118	165	21
+. .	149	7	26	15	42	1	2	2	22	4
±	539	4	190	135	103	2	28	30	55	27
+/2	1462	35	355	359	745	31	412	93	135	115
+	947	122	587	702	657	72	163	99	157	149
-.	215	68	369	284	143	25	43	19	39	54
-	2552	2939	5562	3579	4362	1060	1261	803	1154	1014
0	939	3995	2203	2629	3570	3930	3176	4004	8737	3792
Всего	7246	7223	9401	7775	10479	5167	5171	5168	10464	5177

# Конкурс по химии

## Задания

В скобках после номера задачи указаны классы, которым эта задача рекомендуется. Ученикам 8 класса предлагается решить 1–3 задачи, ученикам 9–11 классов — 2–4 задачи. Можно решать и задачи старших классов. Если вы младше 8 класса, но уже изучаете химию, то можно решать задачи для 8 класса (и для более старших классов). Решённые задачи класса младше своего не влияют на оценку.

**1.** (8–9) Имеется сплав меди с цинком массой 10,0 г. Если ввести в сплав дополнительно 2,0 г цинка, то процентное содержание цинка в новом сплаве окажется в 1,25 раз выше, чем в первоначальном. Определите состав первоначального сплава. Что будет наблюдаться при обработке порошка такого сплава соляной кислотой? Напишите уравнение реакции.

**2.** (8–9) Молекулярная масса бромида щелочного металла в 1,76 раз больше молекулярной массы хлорида этого же металла. Назовите металл и запишите уравнения его реакции с кислородом и с водой.

**3.** (8–9) Органическое вещество имеет молекулярную массу 180 а.е.м. При анализе установлено, что 72 а.е.м. в молекуле приходится на атомы углерода, и кроме этого, молекула вещества содержит атомы водорода и кислорода, причём атомов водорода в два раза больше, чем атомов кислорода. Напишите молекулярную формулу этого вещества. Составьте уравнение его реакции с кислородом (горения).

**4.** (9–10) В вашем распоряжении имеется «тяжёлая вода»  $D_2O$  — вода, в молекулах которой водород находится в форме дейтерия (изотопа водорода с атомной массой 2, обозначается буквой D) — и любые реактивы, не содержащие дейтерия. Напишите уравнения реакций, которые надо провести для получения следующих веществ:

- 1) LiOD
- 2)  $D_2SO_4$
- 3) DCl
- 4)  $ND_4Cl$
- 5)  $D_2$
- 6) HD

(для получения некоторых веществ потребуется больше одной стадии).

**5.** (9–10) Смесь оксида углерода(II) и кислорода имеет объём 168 мл (н. у.). После окисления всего оксида углерода объём газовой смеси

составил 140 мл (н. у.). Определите состав исходной газовой смеси (в мл). Какие вещества и в каких количествах образуются при пропускании полученного оксида углерода(IV) в раствор, содержащий 0,15 г гидроксида натрия? Напишите уравнения реакций.

**6.** (9–11) Среди веществ, которые мама использовала при готовке, Петя обнаружил белый порошок и решил его проанализировать. Для начала он набрал вещество в ложку и стал осторожно нагревать его. Содержимое ложки вспенилось, и довольно быстро в ней ничего не осталось. Для следующего опыта Петя добавил к белому порошку немного соляной кислоты. На этот раз смесь сразу начала пениться, а при нагревании из ложки снова улетучилось всё содержимое, причём напоследок образовалось целое облако белого дыма. Наконец, в третий раз Петя налил на порошок раствор гидроксида натрия. Он сразу почувствовал неприятный запах, а после нагревания на ложке осталось довольно много белого налёта. Что представлял собой белый налёт, оставшийся в ложке? Что за вещество исследовал Петя? Для чего его могли использовать на кухне? Напишите уравнения описанных реакций.

**7.** (10–11) При обжиге некоторого минерала (массой 5,52 г) получено 1,344 л газа с плотностью по водороду 32 и твёрдый остаток. При растворении твёрдого остатка в избытке серной кислоты образовался раствор, из которого можно выделить средние соли двух разных металлов в мольном отношении 2 : 1. А при внесении в раствор железной пластинки она приобретает красноватый цвет, и по окончании реакции в растворе содержатся ионы только одного металла. Определите формулу минерала.

**8.** (10–11) Непредельный углеводород массой 4,1 г присоединяет 8,0 г брома, образуя дибромид. Определите строение углеводорода, если известно, что его гидрирование и последующее хлорирование на свету приводит только к одному моноклорпроизводному.

**9.** (11) В органической химии часто используются вещества, содержащие изотоп водорода — дейтерий (D). Предложите способы получения следующих дейтерированных соединений:

- 1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OD}$
- 2)  $\text{CH}_2\text{D}-\text{CH}_2\text{OH}$
- 3)  $\text{CHD}_2\text{CHO}$
- 4)  $\text{CD}_3\text{COOH}$
- 5)  $\text{CH}_3\text{COOD}$
- 6)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{D}$

В качестве исходных веществ можно применять любые органические

соединения, не содержащие дейтерия, и тяжёлую воду  $D_2O$  (как источник дейтерия).

*Вместе с заданиями конкурса по химии участникам турнира также выдавались справочные материалы: таблица Менделеева, таблица растворимости и электрохимический ряд напряжений.*

## Решения

**Задача 1.** Обозначим содержание цинка в исходном сплаве за  $x$  г. Его процентное содержание составит  $\frac{x}{10} \cdot 100\%$ .

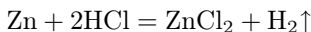
В конечном сплаве  $(x + 2)$  г цинка, масса сплава уже 12 г. Процентное содержание цинка в сплаве составит  $x + 212 \cdot 100\%$ .

По условию задачи составляем уравнение

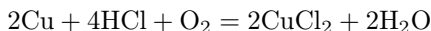
$$1,25 \cdot \frac{x}{10} = \frac{x + 2}{12}$$

Решая уравнение, получаем  $x = 4$ . Таким образом, состав исходного сплава — 4 г цинка и 6 г меди.

Реакция с соляной кислотой. При обработке порошка сплава соляной кислотой будет наблюдаться выделение водорода в результате растворения цинка.



Реакция  $Cu + HCl$  не идёт, так как медь стоит правее водорода в ряду напряжений и не вытесняет водород из кислот. Однако если раствор насыщен кислородом<sup>11</sup>, растворение меди возможно, но без выделения газа, так как восстанавливается в этом случае не ион  $H^+$ , а молекулярный кислород



**Ответ:** первоначальный сплав содержал 4 г цинка и 6 г меди.

**Задача 2.** Атомная масса лития составляет 7 г/моль, объём 7 граммов лития составляет  $\frac{7 \text{ г}}{0,534 \text{ г/см}^3} \approx 13,1 \text{ см}^3$ .

---

<sup>11</sup>Если поверхность раствора соляной кислоты контактирует с воздухом, находящаяся в растворе металлическая медь будет постепенно растворяться, а израсходованный кислород — восполняться из воздуха. Этот процесс будет происходить до полного растворения меди.

Атомная масса кадмия составляет 112 г/моль, объём 112 граммов кадмия составляет  $\frac{112 \text{ г}}{8,65 \text{ г/см}^3} \approx 12,9 \text{ см}^3$ .

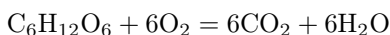
Заметим, что молярные объёмы (т. е. объём одного моля) указанных металлов практически одинаковы, несмотря на существенные различия плотностей этих металлов.

**Ответ:** объём одного моля лития составляет 13,1 см<sup>3</sup>, объём одного моля кадмия составляет 12,9 см<sup>3</sup>.

**Задача 3.** Атомная масса углерода составляет 12 а.е.м., поэтому величина 72 а.е.м. соответствуют  $72 \text{ а.е.м.} / 12 \text{ а.е.м.} = 6$  атомам углерода.

Остаются  $180 - 72 = 108$  а.е.м. на кислород с водородом. Предположим, молекула содержит  $n$  атомов О (атомная масса 16 а.е.м.) и  $2n$  атомов Н (атомная масса 1 а.е.м.). Тогда  $16n + 2n = 108$ , откуда  $n = 6$  и формула вещества  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

Реакция горения

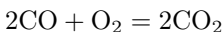


**Ответ:** молекулярная формула вещества  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

**Задача 4.** Примеры способов получения (возможны и другие способы):

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1) LiOD                    | $\text{Li}_2\text{O} + \text{D}_2\text{O} = 2\text{LiOD}$   |
| 2) $\text{D}_2\text{SO}_4$ | $\text{SO}_3 + \text{D}_2\text{O} = \text{D}_2\text{SO}_4$  |
| 3) DCl                     | $\text{NaCl} + \text{D}_2\text{SO}_4(\text{раств. в D}_2\text{O}) = \text{NaDSO}_4 + \text{DCl}$                              |
| 4) $\text{D}_2$            | $2\text{D}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{D}_2 + \text{O}_2$  |
| 5) $\text{ND}_4\text{Cl}$  | $\text{Li}_3\text{N} + 3\text{D}_2\text{O} = 3\text{LiOD} + \text{ND}_3$<br>$\text{ND}_3 + \text{DCl} = \text{ND}_4\text{Cl}$ |
| 6) HD                      | $\text{NaN} + \text{D}_2\text{O} = \text{NaOD} + \text{HD}$   |

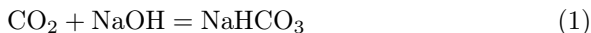
**Задача 5.** Монооксид углерода и кислород взаимодействуют по уравнению



Объём смеси уменьшается на объём прореагировавшего кислорода, значит, прореагировало 28 мл кислорода. С ним вступило в реакцию  $2 \cdot 28 = 56$  мл CO. Так как CO израсходовался полностью, то в смеси было всего 56 мл CO и  $168 - 56 = 112$  мл  $\text{O}_2$ .



Реакции  $\text{CO}_2$  со щёлочью



Если щёлочи больше, чем в молярном соотношении 1:1 с  $\text{CO}_2$ , то идёт вторая реакция



По условию имеется 0,00375 моль  $\text{NaOH}$  и 0,0025 моль  $\text{CO}_2$  (так как при окислении получилось 56 мл  $\text{CO}_2$ , что соответствует 0,0025 моль).

По реакции (1) образуется 0,0025 моль гидрокарбоната натрия. После этого останется 0,00125 моль гидроксида натрия, который вступит в реакцию (2). С ним прореагирует 0,00125 моль гидрокарбоната натрия, при этом получится 0,00125 моль карбоната натрия (или 0,1325 г). Помимо этого, в растворе останется непрореагировавший гидрокарбонат натрия в количестве  $0,0025 - 0,00125 = 0,00125$  моль (или 0,105 г)

**Ответ:**

состав смеси газов: 56 мл  $\text{CO}$  и 112 мл  $\text{O}_2$ ;

состав раствора: 0,00125 моль (0,1054 г) гидрокарбоната натрия и 0,00125 моль (0,1325 г) карбоната натрия.

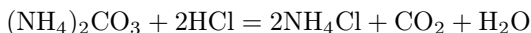
**Задача 6.** Вещество — карбонат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  или гидрокарбонат аммония  $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ .

Реакции (для примера — для карбоната аммония).

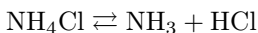
Термическое разложение (все продукты летучие):



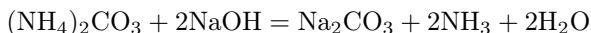
Реакция с соляной кислотой:



Образование белого дыма («дым» — мелкие твёрдые частички  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , образующиеся в воздухе в результате обратной реакции газообразных продуктов термического разложения  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ):



Реакция с гидроксидом натрия (белый налёт — карбонат натрия):



На кухне вещество применяется как разрыхлитель для теста (используется вышеуказанная реакция термического разложения с образованием летучих продуктов, протекающая во время выпечки теста в духовке).

**Задача 7. Ответ:** минерал —  $\text{CuFeS}_2$  (халькопирит).

*Обоснование.* Газ —  $\text{SO}_2$  (судя по плотности по водороду). Его количество 0,06 моль.

Один из металлов железа, так как после окисления железа с пластинки в растворе никакого металла, кроме железа, нет.

Второй металл, вероятно, медь (красноватый металл, который осаждается на металлическом железе).

*Расчёт.* Так как при обжиге образуются оксиды в высшей степени окисления, то при растворении в серной кислоте были получены  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Соотношение этих солей 2:1 указывает на то, что металлы присутствуют в минерале в отношении 1:1 (соотношение 4:1 маловероятно).

Навеска минерала содержала  $0,06 \cdot 32 = 1,92$  г серы. На долю металлов приходится  $5,52 - 1,92 = 3,6$  г.

Металлы присутствуют в молярном отношении 1:1, значит количество каждого металла:  $3,6 : (64 + 56) = 0,03$  моль (где 64 и 56 — молярные массы меди и железа соответственно, выраженные в г/моль).

Учитывая ранее установленное количество серы 0,06 моль, можно записать химическую формулу минерала:  $\text{CuFeS}_2$ .

**Задача 8.** 1 моль углеводорода присоединяет 1 моль  $\text{Br}_2$  (160 г брома), 4,1 г этого углеводорода присоединяют 8,0 г  $\text{Br}_2$ . Отсюда молярная масса углеводорода  $M = 160 \cdot 4,1/8,0 = 82$  г/моль. Это соответствует единственно возможной<sup>12</sup> формуле  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ .

Если бы углеводород был диеном или алкином, то при его гидрировании получался бы алкан, дающий несколько изомерных монохлорпроизводных. Таким образом, это циклогексен.

**Ответ:** циклогексен.

---

<sup>12</sup>Большее количество атомов углерода ( $\geq 7$ ) в молекуле соответствует значениям  $M > 7 \cdot 12 = 84 > 82$  г/моль, а меньшее количество ( $\leq 5$ ) соответствует нереализуемым формулам  $\text{C}_5\text{H}_{22}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{34}$ , ...

**Задача 9.** Примеры способов получения (возможны и другие способы):

- 1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OD}$        $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{D}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OD} + \text{NaOD}$
- 2)  $\text{CH}_2\text{D}-\text{CH}_2\text{OH}$       получение  $\text{DCl}$  см. в решении задачи № 4  
 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{DCl} \rightarrow \text{CH}_2\text{D}-\text{CH}_2\text{Cl}$   
 $\text{CH}_2\text{D}-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH}(\text{водн.}) \rightarrow$   
 $\rightarrow \text{CH}_2\text{D}-\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl}$
- 3)  $\text{CHD}_2\text{CHO}$        $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{D}_2\text{O} \xrightarrow{\text{соли Hg}} \text{CHD}_2\text{CHO}$   
 (реакция Кучерова)
- 4)  $\text{CD}_3\text{COOH}$        $2\text{D}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{D}_2 + \text{O}_2$   
 $\text{C} + 2\text{D}_2 \xrightarrow{\text{нагревание, давление}} \text{CD}_4$   
 $\text{CD}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{хлорирование на свету}} \text{CD}_3\text{Cl} + \text{DCl}$   
 $\text{CD}_3\text{Cl} + \text{NaCN} \rightarrow \text{CD}_3\text{CN} + \text{NaCl}$   
 $\text{CD}_3\text{CN} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CD}_3\text{COOH} + \text{NH}_3$
- 5)  $\text{CH}_3\text{COOD}$        $\text{CH}_3\text{COCl} + \text{D}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOD} + \text{DCl}$
- 6)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{D}$        $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{Mg} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$   
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr} + \text{D}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{D} + \text{Mg}(\text{OH})\text{Br}$

## Критерии оценивания и награждения

Решение каждой задачи оценивается целым неотрицательным числом баллов в соответствии с нижеприведёнными критериями.

### Задача 1.

Составление уравнения для расчёта — 3 балла.

Решение — 2 балла.

Ответ «4 г  $\text{Zn}$  и 6 г  $\text{Cu}$ » — 1 балл.

Реакция только для цинка и поясняется, почему нет для меди — 3 балла;

реакция  $\text{Zn} + \text{HCl}$  при наличии реакции и с медью тоже — 1 балл;

реакция только для  $\text{Zn}$ , но не объяснено, почему — 2 балла.

Реакция для  $\text{Cu}$  с участием  $\text{O}_2$  — 1 балл.

Всего 10 баллов.

### Задача 2.

Литий  $13,1 \text{ см}^3/\text{моль}$  — 3 балла

Кадмий  $12,9 \text{ см}^3/\text{моль}$  — 3 балла

Всего 6 баллов.

*Задача 3.*

72 а. е. м. = 6 атомов С — 2 балла.

Осталось 108 а. е. м. на кислород с водородом. Путём подбора получается  $12\text{H} + 6\text{O}$  — 2 балла.

Формула  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  — 1 балл.

Реакция горения (с правильными коэффициентами) — 3 балла.

*Всего 8 баллов.*

*Задача 4.*

$\text{LiOD}$  — 1 балл.

$\text{D}_2\text{SO}_4$  — 1 балл.

$\text{DCl}$  — 2 балла.

$\text{D}_2$  — 2 балла.

$\text{ND}_4\text{Cl}$  — 3 балла.

$\text{HD}$  — 3 балла.

*Всего 12 баллов.*

*Задача 5.*

Реакция  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$  — 1 балл.

Расчёт состава (56 мл  $\text{CO}$  и 112 мл  $\text{O}_2$ ) — 4 балла.

Обе реакции со щёлочью ( $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
и  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ ) — 3 балла.

Расчёт и ответ — 4 балла.

*Всего 12 баллов.*

*Задача 6.*

Вещество (карбонат аммония или гидрокарбонат аммония) — 2 балла.

Реакции:

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  — 2 балла.

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  — 2 балла.

$\text{NH}_4\text{Cl} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$  — 1 балл.

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$  (вместе с указанием, что белый налёт — карбонат натрия) — 3 балла.

Использование в качестве разрыхлителя для теста — 2 балла.

*Всего 12 баллов.*

*Задача 7.*

Минерал  $\text{CuFeS}_2$  (халькопирит) — 1 балл.

Газ  $\text{SO}_2$  (с обоснованием) — 2 балла.

Один из металлов железа (с обоснованием) — 3 балла.

Другой металл медь (с пояснением) — 2 балла.

Решение с расчётами и реакциями — 4 балла.

*Всего 12 баллов.*

*Задача 8.*

Расчёт с получением формулы  $C_6H_{10}$  — 5 баллов.

Определение структуры (циклогексен) — 4 балла.

Всего 9 баллов.

*Задача 9.*

$CH_3CH_2OD$  — 2 балла.

$CH_2D-CH_2OH$  — 2 балла.

$CHD_2CHO$  — 3 балла.

$CD_3COOH$  — 4 балла.

$CH_3COOD$  — 2 балла.

$C_6H_5D$  — 3 балла.

Всего 16 баллов.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем задачам, а также класс, в котором учится участник. Во всех случаях были учтены результаты по задачам своего и старших классов; результаты по задачам, предназначенным для более младших классов, чем класс, в котором учится участник, на итоги не влияют.

Оценки «е» (балл многоборья) и «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по химии) ставились в соответствии с таблицей (нужно было набрать сумму баллов не менее указанной в таблице).

Класс	«е» (балл многоборья)	«v» (грамота)
6 и младше	1	2
7	1	3
8	3	6
9	8	12
10	8	12
11	9	13

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

## Статистика

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по химии («v»), получивших балл многоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по химии (сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	2	0	3	11	27	64	678	1541	1329	1456	5111
«е»	0	1	0	0	1	9	21	70	182	140	152	576
«v»	0	0	0	0	2	8	9	154	374	256	315	1118

Сведения о распределении суммы баллов по классам.

Сумма	Классы // количество участников											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	1	0	3	8	10	34	309	355	199	384	1303
1	e 0	e 1	e 0	e 0	e 1	e 9	e 14	107	158	164	113	567
2	v 0	v 0	v 0	v 0	v 1	v 4	7	38	110	129	64	353
3	0	0	0	0	1	1	v 3	e 20	93	94	80	292
4	0	0	0	0	0	1	1	19	62	136	68	287
5	0	0	0	0	0	0	1	31	66	79	113	290
6	0	0	0	0	0	0	3	v 47	93	79	79	301
7	0	0	0	0	0	0	0	19	48	53	45	165
8	0	0	0	0	0	1	1	8	e 51	e 45	43	149
9	0	0	0	0	0	0	0	5	51	23	e 37	116
10	0	0	0	0	0	1	0	13	46	35	46	141
11	0	0	0	0	0	0	0	16	34	37	36	123
12	0	0	0	0	0	0	0	9	v 41	v 20	33	103
13	0	0	0	0	0	0	0	4	36	18	v 31	89
14	0	0	0	0	0	0	0	3	23	19	16	61
15	0	0	0	0	0	0	0	5	31	24	21	81
16	0	0	0	0	0	0	0	4	25	17	18	64
17	0	0	0	0	0	0	0	7	26	9	11	53
18	0	0	0	0	0	0	0	9	22	12	11	54
19	0	0	0	0	0	0	0	0	11	16	16	43
20	0	0	0	0	0	0	0	1	10	10	16	37
21	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13	6	33
22	0	0	0	0	0	0	0	0	12	6	14	32
23	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	12	24
24	0	0	0	0	0	0	0	0	17	10	9	36
25	0	0	0	0	0	0	0	1	13	3	16	33
26	0	0	0	0	0	0	0	1	13	7	9	30
27	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	9	18
28	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	3	15
29	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	7	15
30	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	12	26
31	0	0	0	0	0	0	0	1	6	2	12	21
32	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	5	13
33	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	9	15
34	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8	12
35	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8	12
36	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	5	12
37	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	12
38	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	4	11
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	7

40	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	4
41	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	9
42	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	9
43	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	4
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
45	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5
> 45	0	0	0	0	0	0	0	1	14	9	5	29

Знаками «е» и «v» в таблице показаны границы соответствующих критериев награждения.

Сведения о распределении баллов по заданиям. Оценки «–» (участник не приступал к решению задачи) учтены только за задачи своего класса. Остальные оценки учтены только за задачи своего и старших классов.

Баллы	Номера заданий / количество участников								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
–	892	1015	1010	648	1764	2301	1980	1449	595
0	648	485	416	483	186	1024	269	417	375
1	297	30	137	408	218	510	41	49	96
2	64	29	96	404	316	74	136	81	115
3	39	78	66	226	47	37	47	146	75
4	29	131	102	404	47	26	59	111	71
5	43	45	157	93	61	10	41	327	50
6	120	424	79	104	100	26	42	16	35
7	46		17	45	23	22	23	30	38
8	38		152	54	32	57	33	30	28
9	49			43	7	88	26	149	21
10	3			13	14	123	25		16
11				6	5	44	9		9
12				12	60	78	84		19
13									6
14									3
15									4
16									4
Всего	1376	1222	1222	2295	1116	2119	835	1356	965

# Конкурс по истории

## Вопросы и задания

Все задания адресованы школьникам всех классов: каждый может выбрать те, которые ему по вкусу и по силам; достаточно выполнить хорошо (не обязательно полностью) **2 задания** из первых десяти или верно указать хотя бы **10 ошибок** в заданиях 11 или 12 (нужно составить список указанных в текстах событий (фактов), которые на самом деле происходили или **не тогда**, или **не там**, или **не так**, и объяснить, как, где и с кем они происходили — или почему их вообще не могло быть).

Задания, отмеченные звёздочкой (\*), жюри считает сравнительно более сложными; оцениваться они также будут выше.

**1.** Составьте короткую цепочку из людей (не больше 7 человек), в которой любые два соседа знакомы между собой (лично или по переписке) — так, чтобы цепочка начиналась с Вас, а кончалась космонавтом Юрием Гагариным. Опишите обстоятельства, при которых произошли эти знакомства.

**2.** Военные мемуары лётчика М. Л. Галлая названы так: «Первый бой мы выиграли». Где и когда произошёл этот бой? Какие он имел последствия? Какую роль сыграл Галлай в жизни Юрия Гагарина?

**3\*.** В сентябре 1941 года Красная армия отразила первый натиск немцев на Ленинград. Кто из советских военачальников сыграл важнейшие роли в этом сражении? Назовите хотя бы трёх таких людей. Какие оригинальные и ответственные решения они придумали и воплотили? Кто из них не получил за свои подвиги достойной награды?

**4.** Стена Аврелиана, стена Адриана, стена Алексия, стена Анастасия, стена Ануширвана, стена Навуходоносора, стена Феодосия. Где, когда и против кого были воздвигнуты эти укрепления? Какие из них стоят до сих пор?

**5.** Альжубаррота, Лишбоа, Малага, Мунда, Навас де Толоса, Ронсеваль, Толедо, Херес де ла Фронтьера. Какие конфликты в этих местах сыграли особую роль в истории Пиренейского полуострова? Когда и между кем происходили эти сражения?

**6.** Тесть, шурин, зять, кузен, враг — таковы были первые преемники некоего знаменитого правителя. Где и когда они правили? Как их звали? Какие последствия их дел заметны в наши дни?



**7.** Виднейшими участниками Третьего Крестового похода были султан Саладин, император Барбаросса, короли Ричард Плантагенет и Филипп Капетинг. Каких цветов были их знамёна? Какие фигуры были на них изображены?

**8\*.** В 1761 году Ломоносов наблюдал прохождение Венеры на фоне Солнца. Кто ещё из европейских астрономов вёл сходные наблюдения одновременно с ним? Почему эти синхронные наблюдения были особенно важны для географов? Кого ради этого послали в дальнюю заморскую экспедицию?

**9.** За 20 лет после смерти М. В. Ломоносова многие из ветвей естествознания, которыми он занимался, пережили бурный расцвет. Какие крупные открытия были сделаны в этих сферах? Кто были их авторы? Кто из них был прямым преемником Ломоносова и знал о его трудах?

**10\*.** Однажды римские плебеи раскатали по брёвнышку здание сената и сложили из обломков погребальный костёр для одного из своих лидеров. Когда и с кем это случилось? Какими подвигами или преступлениями знаменит этот лидер? Кто из ещё более известных римлян той эпохи был его союзником или врагом?

**11.** Найдите исторические ошибки в тексте.

## **Владыка Алексей**

Пятого марта 6900 года из Крыма в Москву пришла долгожданная весть: хан Мамай убит фрягами. Не стало лютого врага Святой Руси, разорившего Рязань, но сломленного князем Дмитрием Андреевичем три года назад на Куликовом поле! Возмущённые этим поражением ордынцы выгнали хана-неудачника и призвали на царство его соперника — Тохтамыша из рода персидских Чингизидов, потомков Хубилая.

Молодой царевич прибыл в Сарай-Бату с небольшим войском и с благословением своего дяди — Тимура Хромого, наместника Бухары и Нишапура. Это хороший шанс для москвичей! Нужно помириться с новым владыкой Орды, заплатив ему умеренную дань — взамен тех огромных денег, что требовал обнаглевший самозванец Мамай. Митрополит Алексей действовал быстро: его посол Фёдор Кошка нагрянул в Сарай с богатыми дарами, а вскоре в Москву явилось ответное посольство Бегич-мурзы. И надо же такой беде случиться: именно в эти дни горячий князь Дмитрий опалился гневом на старого тысяцкого Москвы — Протасия Вельяминова! Старик с горя постригся в монахи,

а его старший сын Иван бежал в Тверь — ко князю Михайле, что не поддержал Дмитрия против Мамаю.

Хитрый Бегич, прослышав о нечаянной усобице среди москвичей, повёл переговоры круто: платите дань, какую вы платили хану Батью, до Мамаю! Князь Дмитрий Гордый упёрся — и переговоры сорвались, вот-вот начнётся война. Сколь многой крови будет она стоить Руси! Что ныне делать?

Нынче Москва не готова к новой войне с Ордой: слишком много русских богатырей полегло на Куликовом поле. Но и Тохтамыш не готов к бою: своих сил у него мало, а дядя Тимур замыслил поход на Китай — так что из Персии поддержки Орде не будет. Если бы ещё связать силы Тохтамыша войною с Турками — вечными врагами ордынских владык! Нынче султан Баязет оставил Царьград в покое и воюет с фрягами за морскую торговлю через Босфор. Султану нужен Крым — но Тохтамыш Крым не отдаст, чтобы не потерять лицо перед своими воинами. Тут бы разжечь ещё распрю между двумя улусами Орды: волжским и крымским!

Не помогут ли Руси в этом деле лукавые греки? Хотя бы Киприан Шишман — болгарин родом, а ныне безместный митрополит Литвы. Ибо лукавый язычник Ольгерд не пожелал принять митрополита из ослабевшего Царьграда. Киприан прибыл в Москву как проситель — но князь Дмитрий невзлюбил его, как соперника старого владыки Алексия. Не послать ли сейчас Киприана в Царьград: пусть блюдёт там интересы Москвы, пока жив старый Алексей! А потом опять сюда придет — чтобы занять владычное место в Москве. . .

Увы, этот план запоздал. Набег Тохтамыша на Москву произошёл раньше, чем хан погряз в борьбе с султаном. Киприан же стал митрополитом Руси лишь после смерти князя Дмитрия — когда Литва уже приняла католичество, а Царьград потерял всякое влияние на Европу.

**12. Найдите исторические ошибки в тексте.**

## Наследие царя Тутмеса

В первый день новолуния, когда подъём вод Хапи достиг десяти локтей, Владыка Обеих Земель, сын бога Аписа — Ак Хепер Ра Джхутимесу собрал совет жрецов, чтобы обсудить грядущий переход престола Чёрной Земли. Ибо печень жертвенного крокодила оказалась сморщена: это значит, что до следующего разлива Хапи глава державы Хет-Ка-Птах вознесётся к небесным богам. Кто должен стать его преемником на Чёрной Земле? Старший сын Большого Дома слаб умом

и волей: ему не удержать вожжи боевой колесницы ни в глубинах Азии, ни в стране Та Нутер. Напротив, внук и тёзка Большого Дома — крепкий малыш, но он едва начал говорить. Кому быть регентом до возмужания мальчика?

Согласится ли нынешний чати Имхотеп занять этот пост? Или лучше подойдёт воинственный Нехси — уроженец страны Пунт? Или Хоремхеб — мудрый строитель пирамиды Джесер-Джесеру? Сумеют ли эти жрецы-соперники сохранить единство Обеих Земель — Чёрной и Красной — до совершеннолетия царевича? Старый владыка Ак Хепер Ра не уверен в этом. Не подскажет ли отец Апис своему сыну неожиданный выход из этих затруднений?

Действительно, Отец Богов вмешался в спор неразумных людей: он послал вещий сон Сенмуту, жрецу Анубиса и номарху Белой Антилопы. Бог изрёк одну фразу: «Льву всегда детёныш равен — будь то самка или самец!» Сразу всем стало ясно: ведь у царя Кемет есть дочь — царевна Хатшепсут Нефр-эт, не обделённая ни разумом, ни красотой, ни волей! Она справится с обязанностями Владычицы Обеих Земель до возмужания своего племянника. А когда младший львёнок повзрослеет — он наведёт порядок в азиатской стране Реченну, чьи наместники совсем отбились от рук.

Во всём виновны хетты, захватившие Вавилон! Его последний царь Набу-наид запоздало и тщетно просил египтян о военном вмешательстве, а юный принц Хаммурапи нашёл убежище в Чёрной Земле. Пора приучить юношу к египетской культуре, а потом вернуть ему трон на берегу бурного Тигра, текущего на юг — навстречу священному Хапи. Для этого нужна победа над зазнавшимися хеттами. Пусть её одержит избранник Гора и Шамаша, будущий царь Мен Хепер Ра Джхути-месу, когда он примет власть из рук своей тётки Маат Ка Ра! Тогда две Чёрные земли — Кемет и Ки Эн Ги — опять заживут в гармонии, как было при царях Хуфу и Гильгамеше, чьи руки обнимали весь божий мир!

Все эти надежды со временем сбылись. О них повествуют нам рельефы фараона Тутмоса 3 на стенах храма Анубиса в Луксоре, и надписи царя Хаммурапи — на Чёрном обелиске, который персы позднее увезли из Вавилона в Экбатану. Воины Александра привезли эту реликвию в Олимпию, а солдаты Наполеона перевезли её в Париж, где мудрый Шампольон прочитал древнюю клинопись — в назидание всем потомкам.

## Ответы, решения и комментарии

**1.** Составьте короткую цепочку из людей (не больше 7 человек), в которой любые два соседа знакомы между собой (лично или по переписке) — так, чтобы цепочка начиналась с Вас, а кончалась космонавтом Юрием Гагариным. Опишите обстоятельства, при которых произошли эти знакомства.

Вот простейшие примеры таких цепочек:

Школьник — С. Г. Смирнов (автор задачи) — М. Л. Галлай (писатель и лётчик-испытатель, тренер Юрия Гагарина) — Юрий Гагарин.

Физматшкольник — директор его физматшколы — Н. Н. Константинов (инициатор Турнира имени Ломоносова) — И. Г. Петровский (ректор МГУ) — Юрий Гагарин.

Школьник в российской глубинке — автор какого-нибудь школьного учебника (прочитанного школьником достаточно внимательно) — А. Н. Колмогоров (автор учебника математики) — Юрий Гагарин.

**2.** Военные мемуары лётчика М. Л. Галлая названы так: «Первый бой мы выиграли». Где и когда произошёл этот бой? Какие он имел последствия? Какую роль сыграл Галлай в жизни Юрия Гагарина?

Первый бой Марка Галлая (как лётчика-истребителя, прежде — испытателя самолетов в ЦАГИ) произошёл ночью 23–24 июля 1941 года над Москвой. Тогда бомбардировщики вермахта, стартовав из Смоленска, впервые шли бомбить Москву — без поддержки своих истребителей, которым нехватало бензина на такой дальний рейс. Советские лётчики-испытатели, даже не имевшие боевого опыта (как Галлай), нанесли тогда немцам большие потери и заставили их повернуть назад, не отбомбившись прицельно.

В 1960 году М. Л. Галлай (уже герой СССР — за испытание первого реактивного истребителя) был ведущим инженером коллектива конструкторов ЛИИ, создавшего тренажёр-имитатор космического корабля «Союз». В этом качестве Галлай оказался тренером Гагарина и других первых космонавтов.

**3.** В сентябре 1941 года Красная армия отразила первый натиск немцев на Ленинград. Кто из советских военачальников сыграл важнейшие роли в этом сражении? Назовите хотя бы трёх таких людей. Какие оригинальные и ответственные решения они придумали и воплотили? Кто из них не получил за свои подвиги достойной награды?

В управлении первой битвой за Ленинград важнейшие роли сыграли маршал Шапошников и генерал Жуков, адмиралы Кузнецов и Трибуц, партийные лидеры Жданов и Кузнецов. Адмирал Николай Кузнецов, будучи Главнокомандующим Военно-Морского Флота СССР, успел перед началом войны в несколько этапов, не докладывая деталей Сталину, повысить боеготовность всех флотов до полной боевой — так что военные моряки нигде не были застигнуты врасплох; даже Балтийский флот уцелел, стоя в Таллинне. Адмирал Владимир Трибуц, командуя Балтийским флотом, в августе 1941 года сумел вывести флот из Таллинна в Кронштадт, несмотря на господство немцев в воздухе. При этом была потеряна треть судов — в основном, малого тоннажа, не имевших зенитных орудий. Уцелели все линкоры и крейсера — носители артиллерии крупного калибра. Их огонь истреблял немецкую боевую технику при первом штурме Ленинграда и позднее — в течение всей осады.

Андрей Жданов и Алексей Кузнецов успели и сумели мобилизовать десятки тысяч мирных ленинградцев на постройку земляных укреплений по всему периметру города — даже с юга, откуда натиск врага не был предусмотрен до войны.

Генерал Георгий Жуков (в роли командующего Ленинградским фронтом) и маршал Борис Шапошников (как начальник Генерального Штаба в Москве) принесли в Ленинград то, чего нехватало прежним начальникам обороны: высокую военную грамотность и абсолютную уверенность в том, что город можно отстоять, если все его жители и защитники напрягут все силы. Например, Шапошников и Жуков совместно и молча **не** выполнили устный приказ Сталина: заранее минировать важнейшие объекты обороны Ленинграда, чтобы взорвать их при неудаче. Если бы рядовые защитники города узнали о таком приказе — это подорвало бы массовую веру в победу; а без неё город бы не устоял.

Из всех этих лидеров только Жуков был повышен в звании до маршала и награждён орденом Победы. Но даже он оказался в опале после конца войны. Шапошников и Жданов умерли вскоре после войны. Тогда же Николай Кузнецов, Владимир Трибуц и Георгий Жуков были понижены в должности: в мирное время столь независимые характеры были не угодны Сталину. Наконец, партийный герой Ленинграда — Алексей Кузнецов был арестован и казнён по обвинению в заговоре против Сталина — а на деле за то, что он спасал и спас родной город, не оглядываясь на причуды Сталина в Кремле. Жукову грозила та же участь — но его не выдали коллеги-маршалы, и Сталин отступил, сохраняя Жукова как козырь против Берии.

4. Стена Аврелиана, стена Адриана, стена Алексия, стена Анастасия, стена Ануширвана, стена Навуходоносора, стена Феодосия. Где, когда и против кого были воздвигнуты эти укрепления? Какие из них стоят до сих пор?

Стена императора Аврелиана вокруг Рима появилась в 275 году — когда город вновь (как при Ганнибале — пятью веками раньше) подвергся угрозе в ходе гражданских войн и нашествий варваров из-за Альп. Эта стена защищала Рим в течение Средних веков.

Император Адриан воздвиг свою стену в 120–130-е годы нашей эры вдоль самых опасных рубежей Римской империи: в Британии (между покорённой Англией и дикой Шотландией), в Германии (вдоль Рейна и Дуная) и на Балканах. Адрианов вал в основном состоял из земляных укреплений (от них остались лишь насыпи и просеки в лесах), кое-где имеются остатки каменных конструкций, входивших в состав этого сооружения.<sup>13</sup>

Стена митрополита Алексия — это первый белокаменный Кремль в Москве, возведённый в 1365–1366 годах для обороны от литовских и ордынских набегов. Этот Кремль выдержал осаду Ольгерда (1368), но был взят Тохтамышем (1382): сейчас от него остались только основания башен под землёй в Кремле.

Базилевс Анастасий правил в Константинополе на рубеже 5–6 веков. Тогда столица Византии бурно росла, ввиду общего роста экономики в Средиземноморье — и прежняя стена Феодосия стала тесна для мегаполиса. В последующие века население Царьграда иногда возрастало ещё больше; но новых стен базилевсы не строили, полагаясь на армию и флот.

Ануширван (Бессмертная Душа) — прозвище иранского шаха Хосрова 1, который в 530-е годы возродил империю Сасанидов после революции Маздака. Восстановив северную границу империи, Хосров 1 укрепил её мощной каменной стеной от гор Кавказа до Каспийского моря — на уровне города Дербента. Стена Ануширвана хорошо сохранилась поныне: железная дорога вдоль Каспия проложена сквозь пролом в этой стене.

Царь Вавилонa Навуходоносор (Набу-кудурри-уцур) правил на рубеже 7–6 веков до н. э. Он возвёл вокруг города гигантскую кирпичную стену, богато украшенную изразцами. Лучшее всего сохранившаяся

---

<sup>13</sup>В более узком смысле это название относится только к остаткам этого сооружения в Англии, которые под таким названием (Hadrian's Wall) включены в список памятников всемирного наследия ЮНЕСКО.

часть этой стены (Ворота Иштар и Дорога Процессий) была вывезена археологами в Берлин и сейчас украшает там музей Передней Азии.

Стена Феодосия вокруг Константинополя была возведена в 420–450 годах, чтобы защитить столицу от набегов готов и гуннов. Эту роль стена сыграла успешно: даже Атила не пытался осаждать Царьград, а позднее стену не смогли пробить ни арабы, ни персы, ни франки. Только в 1204 году крестоносцы захватили Константинополь: в городе шла гражданская война, и держать оборону было некому. Но в 1453 году пушки султана Мехмеда 2 (отлитые европейцами) пробили бреши в стенах Царьграда. Он стал Стамбулом, а стену Феодосия теперь зовут Румели Гиссар (Крепость Ромеев). Местами она хорошо сохранилась, благодаря многократным реставрациям.

**5.** Составьте отзыв от имени великого князя Ивана 3 о трёх его известных соратниках и сотрудниках. За что князь мог бы похвалить или порицать этих деятелей?

Виднейшим сподвижником Ивана 3 в церковных делах был митрополит Иона — первый глава русской церкви, избранный советом русских епископов (1448 год), но не получавший благословения в Константинополе — поскольку греческие церковники незадолго до этого (1438 год) признали Унию с Римом, то есть стали вассалами Римского папы. Митрополит Иона спас жизнь юному княжичу Ивану, когда его отец (Василий 2 Тёмный) был свергнут и ослеплён своим двоюродным братом — Дмитрием Шемякой.

Самым заслуженным дипломатом Ивана 3 был думный дьяк Федор Курицын — глава многих посольств в Европу. Он устроил брак Ивана 3 с греческой царевной Софьей Палеолог — воспитанницей Римского папы и племянницей последнего императора Византии. Курицын также основал в Москве первый философский кружок, участников которого многие церковники считали еретиками. Князь не притеснял этих вольнодумцев вплоть до смерти Фёдора Курицына.

Виднейшими полководцами Ивана 3 были князь Даниил Холмский (победитель новгородцев на реке Шелони в 1471 году) и князь Даниил Щеня — победитель литовцев на реке Ведроше (1500 год). Великий князь Иван щедро награждал этих воевод, вступал с ними в родственные отношения — но не позволял им принимать самостоятельные политические решения.

Важнейшим иностранцем на службе у Ивана 3 был Аристотель Фиоравенти из Болоньи: первый «главный инженер» московского князя, наладивший в Москве серийное производство пушек и воздвигший в

1479 году новый Успенский собор (который стоит поныне). Иван щедро платил Аристотелю — но не допустил его отъезда из России, поскольку этот «фрязин» знал слишком много военных секретов.

**6.** Тесть, шурин, зять, кузен, враг — таковы были первые преемники некоего знаменитого правителя. Где и когда они правили? Как их звали? Какие последствия их дел заметны в наши дни?

Это первые халифы, преемники пророка Мухаммеда. Его тесть Абу Бекр принял власть по выбору общины правоверных в 632 году, как старейший сподвижник пророка. Вскоре он умер; власть в Медине унаследовал Омар (634–644), выдающийся организатор исламского государства. Сначала Омар не одобрял проповедь Мухаммеда; но позднее его переубедила сестра, желавшая стать женой пророка. После убийства Омара халифом был избран любимый зять пророка — Осман, единственный представитель властного рода Омейядов, искренне и рано принявший ислам. Он оказался слабовольным правителем: не сумел подавить распрю между своим родичем (бывшим врагом пророка) Муавией и Али ибн Абу Талибом — кузеном пророка, женатым на его старшей дочери Фатиме. Осман был убит повстанцами в Медине (656); тогда власть над Мединой и Меккой принял Али, но Муавия (наместник халифа в Дамаске) объявил ему кровную месть за Османа. Война между Али и Муавией шла пять лет и утомила честных мусульман. Активнейшие демократы среди них — хариджиты решили убить обоих соперников, но сумели убить лишь Али (661). Уцелевший Муавия, хитрый политик, объявил себя халифом в Дамаске и основал там династию Омейядов. Сам он правил 20 лет; его потомки властвовали ещё 70 лет.

**7.** Виднейшими участниками Третьего Крестового похода были султан Саладин, император Барбаросса, короли Ричард Плантагенет и Филипп Капетинг. Каких цветов были их знамёна? Какие фигуры были на них изображены?

Цвета на знамени Фридриха 1 Барбароссы (чёрный, красный, золотой) соответствовали гербу его семьи — швабских герцогов Штауфенов. Они сохранились на современных флагах Германии и Бельгии. Орёл в гербе Германии — ещё более древний символ: Барбаросса унаследовал его от античных римлян, как владыка Священной Римской империи Германцев, возникшей в 962 году.

Герб рода Капетингов с 10 века — три золотые лилии на голубом поле. Но боевое знамя французской армии в Средние века (орифламма)



было алое, с золотой бахромой по краю. Оба эти стяга сопровождали короля Филиппа 2 на поле боя — хотя сам он в бою никогда не участвовал, ибо плохо ездил верхом, был крив на один глаз и считал, что драка — удел дураков.

Знамя Ричарда Львиное Сердце несло цвета Анжуйского дома. На алом поле три золотых льва стоят вертикальной колонкой. Но стоят они на четырёх лапах: зверь в такой позе назывался в геральдике «леопардом». Отсюда выражение «Анжуйские леопарды»; в современном гербе Нормандии они стоят на голубом французском поле.

Личное знамя египетского султана Салах-ад-дина было жёлтого цвета — без всяких животных, изображать их запретил пророк Мухамед. Кроме этого флага, Саладин использовал чёрное знамя халифов Аббасидов — поскольку он называл себя (формально) вассалом халифа Багдадского. В наши дни флаг Саладина используют его соплеменники — курды, желающие создать своё независимое государство на стыке Ирана, Ирака, Сирии и Турции.

8. В 1761 году Ломоносов наблюдал прохождение Венеры на фоне Солнца. Кто ещё из европейских астрономов вёл сходные наблюдения одновременно с ним? Почему эти синхронные наблюдения были особенно важны для географов? Кого ради этого послали в дальнюю заморскую экспедицию?

Прохождение Венеры по диску Солнца — довольно редкое явление<sup>14</sup>. Наблюдая его синхронно из разных обсерваторий и сравнивая длины проходимых Венерой по Солнцу дуг, видимых из разных точек Земли, можно точно измерить угловые и линейные расстояния между позициями разных наблюдателей — будь они в Европе, Африке, Америке или посреди Тихого океана. Для таких наблюдений и расчётов долготы разных островов Адмиралтейство Британии при следующем после Ломоносова прохождении Венеры (1768) направило в Тихий океан экспедицию Джемса Кука. Он мог сверить показания лучших механических хронометров той поры с безупречным «небесным хронометром».

В 1761 году в Англии за Венерой наблюдали маститый Джемс Брэдли (он первый измерил диаметр Юпитера) и молодой Вильям Гершель (он позднее открыл планету Уран). Во Франции такие наблюдения вёл Алексис Клеро: он первый оценил массы Венеры, Юпитера

---

<sup>14</sup>Годы наблюдения близких к нам событий: 1761, 1769, 1874, 1882, 2004, 2012, 2117, 2125; в современную эпоху интервалы между событиями чередуются с закономерностью: 8, 105, 8, 122, ... лет

и Сатурна по запозданию кометы Галлея — в сравнении с предсказанной датой её возвращения (1758). В Германии за Венерой тогда следил Генрих Ламберт: он первый доказал иррациональность числа  $\pi$  («пи») и предположил недоказуемость евклидова постулата о параллельных прямых.

**9.** За 20 лет после смерти М. В. Ломоносова многие из ветвей естествознания, которыми он занимался, пережили бурный расцвет. Какие крупные открытия были сделаны в этих сферах? Кто были их авторы? Кто из них был прямым преемником Ломоносова и знал о его трудах?

Крупнейшие успехи естествоиспытателей в 1765–1785 годах выпали на долю химии. В 1766 году Генри Кёвендиш объявил о выделении водорода из кислот. Вскоре Джон Пристли и Вольфганг Шееле выделили кислород из окислов. Сжигая водород в кислороде, Кевендиш получил воду — и оправдание термина «водород». Несколько позже Кевендишу удалось синтез азотной кислоты из элементов воздуха. Так химики начали успешную охоту за новыми элементами, впервые используя для этого электрические разряды.

В астрономии крупнейшей новинкой стало неожиданное открытие планеты Уран (1781) британским самоучкой Гершелем. За этим последовали открытия новых спутников Урана, Сатурна и Юпитера. В это же время математики Лагранж и Лаплас доказали механическую устойчивость Солнечной системы, как многомерного маятника.

Самой важной новинкой в математике (где Ломоносов был лишь ценителем, но не творцом высших достижений) стало долгожданное доказательство иррациональности числа  $\pi$ . Это удалось в 1766 году Ламберту с помощью непрерывных дробей. Тогда же Эйлер сумел выразить сумму всех чисел, обратных квадратам или иным чётным степеням натурального ряда, через рациональные дроби с участием степеней числа  $\pi$ .

$$\begin{aligned}1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \dots &= \frac{\pi^2}{6} \\1 + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{3^4} + \frac{1}{4^4} + \frac{1}{5^4} + \dots &= \frac{\pi^4}{90} \\1 + \frac{1}{2^6} + \frac{1}{3^6} + \frac{1}{4^6} + \frac{1}{5^6} + \dots &= \frac{\pi^6}{945}\end{aligned}$$

Распространение этой неожиданной связи на нечётные степени остаётся пока нерешённой проблемой.

В технике важнейшим достижением 1770-х годов стала паровая машина Уатта, основанная на термодинамических расчётах химика Блэка. Общий друг Блэка и Уатта — геолог Хаттон — применил эту идеологию к планете Земля: он рассмотрел её как гигантскую тепловую машину, где лава заменяет воду, а вулканы и землетрясения суть выпускные клапаны лишней энергии. Так Хаттон сделал решающий шаг к синтезу геологии с химией в тепловую геохимию земных недр — со всеми их полезными ископаемыми. Ломоносов пришёл бы в восторг от такого синтеза своих любимых наук через физику огня и электричества, которой он отдал лучшие годы своей жизни.

**10.** Однажды римские плебеи раскатали по брёвнышку здание сената и сложили из обломков погребальный костёр для одного из своих лидеров. Когда и с кем это случилось? Какими подвигами или преступлениями знаменит этот лидер? Кто из ещё более известных римлян той эпохи был его союзником или врагом?

Это случилось в 52 году до н. э. Плебеи торжественно хоронили народного трибуна Клодия (бывшего патриция Клавдия), убитого бойцами другого трибуна — Милона.

В тот год Цезарь подавлял мятеж Верцингеторига в Галлии: при этом Цезарь упустил из под контроля римские дела, где Клодий защищал его интересы, а Помпей (единственный консул того года) действовал заодно с сенатом. Оставшись в одиночестве, Клодий попытался стать диктатором по воле римской толпы, угнетённой сенаторами. Так действовали прежде братья Гракхи; подобно им, Клодий не имел связи с профессиональной армией и потому погиб в мелкой стычке.

Оставшись без лидера, толпа плебеев учинила похороны своего вождя — в пику сенату и Помпею. Через 3 года эти же люди не оказали никакой поддержки сенату и Помпею, пытавшимся остановить марш Цезаря на Рим. Так Цезарь накануне Гражданской войны выступил в роли наследника популистских планов Клодия. Но при поддержке своей армии он одержал победу — и потому остался в народной памяти как выдающийся правитель, щедрый к воинам и беднякам. С этого сговора диктатора с армией и толпой граждан началась Римская Империя.

**11.** Найдите исторические ошибки в тексте. (Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которых относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.)

## Владыка Алексей (текст с ошибками)

Пятого марта 6900 года<sup>1</sup> из Крыма в Москву пришла долгожданная весть: хан<sup>2</sup> Мамай убит<sup>3</sup> фрягами. Не стало лютого врага Святой Руси, разорившего Рязань, но сломленного князем Дмитрием Андреевичем<sup>5</sup> три года назад на Куликовом поле!<sup>6</sup> Возмущённые этим поражением ордынцы выгнали хана-неудачника и призвали на царство его соперника — Тохтамыша<sup>9</sup> из рода персидских<sup>4</sup> Чингизидов, потомков Хубилая<sup>4</sup>.

Молодой царевич прибыл в Сарай-Бату<sup>7</sup> с небольшим войском и с благословением своего дяди<sup>8</sup> — Тимура Хромого, наместника Бухары<sup>8</sup> и Нишапура. Это хороший шанс для москвичей! Нужно помириться с новым владыкой Орды<sup>9</sup>, заплатив ему умеренную дань — взамен тех огромных денег, что требовал обнаглевший самозванец<sup>2</sup> Мамай. Митрополит Алексей<sup>10</sup> действовал быстро: его посол Фёдор Кошка<sup>11</sup> нагрянул в Сарай с богатыми дарами, а вскоре в Москву явилось ответное посольство Бегич-мурзы<sup>11</sup>. И надо же такой беде случиться: именно в эти дни горячий князь Дмитрий опалился гневом на старого тысяцкого Москвы — Протасия<sup>12</sup> Вельяминова! Старик с горя постригся в монахи, а его старший сын Иван бежал в Тверь<sup>12</sup> — ко князю Михайле, что не поддержал Дмитрия против Мамаю.

Хитрый Бегич, прослышав о нечаянной усобице среди москвичей, повёл переговоры круто: платите дань, какую вы платили хану Батью, до Мамаю! Князь Дмитрий Гордый<sup>13</sup> упёрся — и переговоры сорвались, вот-вот начнётся война. Сколь многой крови будет она стоить Руси! Что ныне делать?

Нынче Москва не готова к новой войне с Ордой: слишком много русских богатырей<sup>14</sup> полегло на Куликовом поле. Но и Тохтамыш не готов к бою: своих сил у него мало, а дядя<sup>8</sup> Тимур замыслил поход на Китай<sup>15</sup> — так что из Персии поддержки Орде не будет<sup>16</sup>. Если бы ещё связать силы Тохтамыша войною с Турками — вечными врагами<sup>17</sup> ордынских владык! Нынче султан Баязет<sup>18</sup> оставил Царьград в покое и воюет с фрягами за морскую торговлю через Босфор. Султану нужен Крым<sup>17</sup> — но Тохтамыш Крым не отдаст, чтобы не потерять лицо перед своими воинами. Тут бы разжечь ещё распрю между двумя улусами Орды: волжским и крымским!

Не помогут ли Руси в этом деле лукавые греки? Хотя бы Киприан Шишман<sup>20</sup> — болгарин родом, а ныне безместный митрополит Литвы. Ибо лукавый язычник Ольгерд<sup>19</sup> не пожелал принять митрополита<sup>21</sup> из ослабевшего Царьграда. Киприан прибыл в Москву как проситель<sup>22</sup> —

но князь Дмитрий невзлюбил его, как соперника старого владыки Алексия. Не послать ли сейчас Киприана в Царьград: пусть блюдет там интересы Москвы, пока жив старый Алексей! А потом опять сюда придет — чтобы занять владычное место в Москве. . .<sup>22</sup>

Увы, этот план запоздал. Набег Тохтамыша на Москву<sup>23</sup> произошёл раньше, чем хан погряз в борьбе с султаном<sup>24</sup>. Киприан же стал митрополитом Руси лишь после смерти князя Дмитрия<sup>22</sup> — когда Литва уже приняла католичество<sup>25</sup>, а Царьград потерял всякое влияние на Европу<sup>26</sup>.

### Комментарии к тексту с ошибками «Владыка Алексей»

1. Год 6900 от Сотворения Мира — это 1392 год от Рождества Христова. Эта дата выявляет ряд хронологических ошибок в тексте.

2. Мамай не мог быть ханом, а был только эмиром — поскольку он не был потомком Чингисхана. На Руси Мамай обычно называли «царём» — как императора Византии.

3. Мамай погиб (либо умер от болезни) в Крыму в 1381 году — после того, как его новое войско без боя перешло на сторону хана Тохтамыша. Алексей умер за 3 года до этого события.

4. Хан Тохтамыш был потомком Ордú — родного брата Батые и Беркё. Персидская ветвь ханов Чингизидов произошла не от Хубилая (он правил в Китае), а от его брата Хулагу.

5. Отчество князя Дмитрия Донского — Иванович. Андреевич — отчество его двоюродного брата Владимира Храброго, виднейшего героя Куликовской битвы.

6. Если действие рассказа происходит через 3 года после Куликовской битвы, т. е. в 1383 году, то это не совпадает ни с годом смерти Мамай (1381), ни с 6900 годом от С. М.

7. Столицей Золотой Орды в 14 веке был город Сарай-Беркё. Прежняя столица Сарай-Батú тогда уже захирела.

8. Эмир Тимур Хромой (Тамерлан) был родом монгол; но в родстве с Чингизидами он не был, а правил в Самарканде (хотя Бухара и Нишапур в 1383 году ему уже подчинялись).

9. Хан Тохтамыш захватил власть в Золотой Орде в 1381 году с помощью войск Тимура. Но вскоре (1383) между ними началась долгая распря: это стало большим везением для Москвы и всей Руси.

10. Митрополит Алексей умер ещё в 1378 году. В 1383 году в Москве не было законного митрополита, поскольку князь Дмитрий выгнал Киприана Болгарина после катастрофы 1382 года.

11. Боярин Фёдор Кошка (предок Романовых) много раз ездил послом к разным ханам и эмирам Орды. Но Бегич-мурза — не дипломат. Он командовал войском Мамай в 1378 году на реке Воже и был там разбит московской ратью.

12. Протасий Вельяминов — первый тысяцкий Москвы (ещё при князе Данииле — в 13 веке). При князе Дмитрие тысяцким был внук Протасия — Василий. С ним Дмитрий обычно ладил; но после смерти старика (1374) князь отказался передать пост тысяцкого его сыну Ивану, и тот бежал в Тверь, а позднее в Орду.

13. Прозвище «Гордый» носил не Дмитрий Донской, а его дядя — Семён Иванович, старший сын Калиты. Он умер от чумы в 1353 году, не оставив сыновей.

14. Выражение «русский богатырь» вошло в обиход не раньше конца 16 века. Прежде на Руси словом «богатырь» (от монгольского «боотур») называли лишь ордынских воинов: язычников или мусульман.

15. Тимур задумал поход на Китай лишь **после** окончательной победы над турецким султаном Баязетом (1402) и захвата Дамаска (1404). Перед выступлением в Китайский поход Тимур умер (1405), и поход не состоялся.

16. В 1383 году Тохтамыш и Тимур готовились воевать между собой. К этому их толкала экономика: держава Тимура контролировала южную ветвь Шёлкового пути, а Золотая Орда — его северную ветвь, с выходом к Чёрному морю. Каждый владыка Средней Азии хотел, чтобы купцы везли товары из Китая только через **его** земли и города, оставляя в них пошлины.

17. Между Золотой Ордой и Турцией в 14 веке не было противоречий. Султаны Мурад и Баязет были заняты покорением балканских славян, а ханы и эмиры Орды — взаимной борьбой за власть, сохранением контроля над Русью и соперничеством с Литвой за русские земли.

18. В 1383 году турками правил ещё не Баязет, а его отец — султан Мурад. Он успешно воевал с сербами и болгарами и в 1389 году разбил их на Косовом поле — но сам погиб в этой битве.

19. В 1383 году Литвою правил уже не Ольгерд (он умер в 1377 году) и не его брат Кейстут (убитый племянником в 1379 году), а сын Кейстута — князь Витовт.

20. Фамилия митрополита Киприана Болгарина — не Шишман (это царская династия в Болгарии), а Цамвлак.

21. Князь-язычник Ольгерд охотно принял Киприана, как православного митрополита Литвы — ещё при жизни московского митрополита Алексия. Ольгерду было выгодно разделение единой Русской

митрополии на две: это ослабляло влияние Москвы на земли Западной Руси (Киев, Волынь, Смоленск).

22. Первые визиты Киприана в Москву (ещё при жизни Алексия) были неудачны. Князь Дмитрий его не принял, ибо хотел видеть на посту митрополита верного князю русского человека. Лишь после смерти Дмитрия (1389) Киприан утвердился как московский митрополит — почти на 20 лет.

23. Хан Тохтамыш разорил Москву с налёту в 1382 году — из-за плохой работы русской разведки и отсутствия у князя достойных заместителей. Тысяцкого в Москве уже не было, а митрополит Киприан был не популярен (как чужак, не любимый князю).

24. В 14 веке не было войн между Золотой Ордой и Османской Турцией. Хан Тохтамыш погряз в войне с эмиром Тимуром и был им разбит (1395).

25. Католичество стало государственной религией Литвы в 1390-е годы — когда князь Витовт заключил «вечную унию» со своим кузеном и соперником Ягайло, королём католической Польши.

26. Влияние Константинополя в Западной Европе, как важнейшего экономического и религиозного центра Востока, сохранялось до середины 15 века — пока турки не захватили Царьград (1453). Тогда многие церковники и профессора перебрались из Византии в страны Запада.

**12.** Найдите исторические ошибки в тексте. (Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в котором относятся указания об ошибках и комментарии, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.)

## Наследие царя Тутмеса (текст с ошибками)

В первый день новолуния, когда подъём вод Хапи достиг десяти локтей, Владыка Обеих Земель, сын бога Аписа<sup>1</sup> — Ак Хепер Ра Джхутимесу собрал совет жрецов, чтобы обсудить грядущий переход престола Чёрной Земли. Ибо печень жертвенного крокодила<sup>2</sup> оказалась сморщена: это значит, что до следующего разлива Хапи глава державы Хет-Ка-Птах вознесётся к небесным богам. Кто должен стать его преемником на Чёрной Земле? Старший сын Большого Дома слаб умом и волей: ему не удержать вожжи боевой колесницы ни в глубинах Азии, ни в стране Та-Нутер<sup>3</sup>. Напротив, внук и тёзка Большого Дома — крепкий малыш, но он едва начал говорить. Кому быть регентом до возмужания мальчика?

Согласится ли нынешний чати Имхотеп<sup>4</sup> занять этот пост? Или лучше подойдёт воинственный Нехси<sup>7</sup> — уроженец страны Пунт<sup>5</sup>? Или Хоремхеб — мудрый строитель пирамиды<sup>6</sup> Джесер-Джесеру? Сумеют ли эти жрецы-соперники сохранить единство Обеих Земель — Чёрной и Красной<sup>8</sup> — до совершеннолетия царевича? Старый владыка Ак Хепер Ра не уверен в этом. Не подскажет ли отец Апис своему сыну неожиданный выход из этих затруднений?

Действительно, Отец Богов вмешался в спор неразумных людей: он послал вещий сон Сенмуту<sup>6</sup>, жрецу Анубиса и номарху<sup>9</sup> Белой Антилопы. Бог изрёк одну фразу: «Льву всегда детёныш равен — будь то самка или самец!»<sup>10</sup> Сразу всем стало ясно: ведь у царя Кемет есть дочь — царевна Хатшепсут Нефр-эт, не обделённая ни разумом, ни красотой, ни волей! Она справится с обязанностями Владычицы Обеих Земель до возмужания своего племянника. А когда младший львёнок повзрослеет — он наведёт порядок в азиатской стране Реченну, чьи наместники совсем отбились от рук<sup>11</sup>.

Во всём виновны хетты, захватившие Вавилон<sup>12</sup>! Его последний царь Набу-наид<sup>13</sup> запоздало и тщетно просил египтян о военном вмешательстве, а юный принц Хаммурапи<sup>14</sup> нашёл убежище в Чёрной Земле. Пора приучить юношу к египетской культуре, а потом вернуть ему трон на берегу бурного Тигра<sup>15</sup>, текущего на юг — навстречу священному Хапи. Для этого нужна победа над зазнавшимися хеттами. Пусть её одержит избранник Гора и Шамаша<sup>16</sup>, будущий царь Мен Хепер Ра Джхутимесу, когда он примет власть из рук своей тётки Маат Ка Ра<sup>17</sup>! Тогда две Чёрные земли — Кемет и Ки Эн Ги<sup>18</sup> — опять заживут в гармонии, как было при царях Хуфу и Гильгамеше<sup>19</sup>, чьи руки обнимали весь божий мир!

Все эти надежды со временем сбылись. О них повествуют нам рельефы фараона Тутмеса 3 на стенах храма Анубиса<sup>20</sup> в Луксоре, и надписи царя Хаммурапи<sup>14</sup> — на Чёрном обелиске, который персы позднее увезли<sup>21</sup> из Вавилона в Экбатану. Воины Александра привезли эту реликвию в Олимпию<sup>22</sup>, а солдаты Наполеона перевезли её в Париж, где мудрый Шампольон прочитал древнюю клинопись<sup>23</sup> — в назидание всем потомкам.

## Комментарии к тексту с ошибками «Владыка Алексей»

1. Фараон Тутмес 1 — главный герой этого рассказа — правил Египтом в конце 16 века до н. э. Главным богом страны Кемет тогда считался не Апис (священный бык), а Амон (обычно с бараньей головой). Так что



любой фараон той эпохи — «сын Амона».

2. Священных крокодилов (воплощение бога Себека), как и быков и кошек, египтяне никогда не приносили в жертву богам. Гадание по печени жертвы также не было обычно в Египте — а только в Двуречье.

3. Та-Нутер: так египтяне называли загробную Страну Духов. Идти туда в боевой поход немыслимо.

4. В истории Египта известен лишь один чати (премьер министр) по имени Имхотеп: он правил при фараоне Джосере, за 12 веков до Тутмеса 1.

5. Страна Пунт — нынешнее Сомали, на выходе из Красного моря. В эпоху Тутмеса 1 египтяне туда ещё не плавали; да и позже уроженец чужой страны не мог стать министром в Египте.

6. Джесер-Джесеру (Прекраснейший) — не пирамида, а храм, воздвигнутый зодчим Сенмутом по воле царицы Хатшепсут — дочери Тутмеса 1.

7. Нехси: этим словом в Египте называли негров. Их было немало в стране; но никто из них не мог стать большим начальником среди египтян.

8. Обе Земли (Та Уи) — общее название Верхнего и Нижнего Египта. Обе эти земли — «чёрные» (Кемет), то есть с плодородной почвой. Красной землёй египтяне называли пустыню.

9. Номарх (начальник области) в эпоху Нового царства не мог быть одновременно жрецом какого-либо бога; это был чиновник, назначенный фараоном.

10. Таких изречений не было в фольклоре египтян. Эта фраза взята из грузинской поэмы «Одетый в шкуру тигра», написанной Шота Руставели в 12 веке.

11. Реченну — египетское название прибрежной части Палестины и Сирии. При Тутмесе 1 египтяне её ещё не покорили: это сделал только внук Тутмеса 1 — Тутмес 3.

12. Хетты захватили Вавилон в начале 16 века до н. э. — за 80 лет до Тутмеса 1. В ту пору египтяне только что изгнали завоевателей — гиксосов (азиатов) из Дельты Нила; о событиях в глубинной Азии они ещё мало знали.

13. Царь Набу-наид правил Вавилоном в 6 веке до н. э. — накануне вторжения персов, спустя тысячелетие после Тутмеса 1.

14. Царь Хаммурапи правил Вавилоном в 18 веке до н. э. — за 200 лет до Тутмеса 1. Египтяне тогда только слыхали о Вавилоне.

15. Вавилон стоял на берегу Евфрата, а не Тигра.

16. Шамаш — бог Солнца в Вавилоне, а Гор — бог царской власти в Египте. До персидского завоевания египтяне не почитали чужих богов наравне со своими.

17. Маат Ка Ра (Правда Души Солнца) — тронное имя царицы Хатшепсут.

18. Ки Эн Ги (Земля Владыки Тростника): так называли свою страну (Нижнее Двуречье) шумеры в 3 тысячелетии до н. э. Египтяне тогда ничего не знали о Двуречье — а в эпоху Тутмеса 1 шумерский язык даже в Вавилоне знали лишь особо обученные жрецы.

19. Цари Хуфу (в Египте) и Гильгамеш (в Двуречье) были почти современниками. Но тогда египтяне и шумеры не общались и ничего не знали друг о друге.

20. Великий храм в Луксоре был воздвигнут в честь бога Амона, а не Анубиса.

21. Экбатана — столица покорённой персами Мидии. Персы не вывозили чужие святыни и не разрушали их; они терпели религии покорённых народов, но сами не поклонялись иным богам, кроме своего Ахура Мазды.

22. Александр Македонский, следуя примеру персов, не перевозил реликвии чужих богов в Элладу — хотя цари Древнего Двуречья (особенно ассирийцы) нередко поступали так, чтобы обеспечить себе поддержку чужих богов.

23. Франсуа Шампольон расшифровал в 1820-е годы не клинопись, а иероглифы Египта. Чуть раньше (в начале 19 века) Георг Гротефенд начал читать персидскую (алфавитную) клинопись — но иероглифическую клинопись Вавилона европейцы освоили лишь в середине 19 века.

## **Аналитический обзор**

Понятно, что в юбилейный год полёта Юрия Гагарина наибольшее внимание школьников вызвала задача № 1 о цепи общих знакомых, ведущей к Гагарину. Эта лакомая задача в равной мере высветила незаурядную смекалку и глубокое невежество либо наивность очень многих ломоносовцев. Начнём с ошибок и заблуждений. Многие пользователи компьютерных сетей уверены, что стоит им зайти в блог президента Медведева, как они станут его знакомыми. Или стоило их бабушке в юности написать Гагарину восторженное письмо, как она вошла в круг друзей космонавта. Это неверно: здесь речь может идти лишь о знакомстве с секретарями Гагарина либо Медведева. Если сделать такую оговорку, то неверное рассуждение превращается в верное — с удлине-

нием цепи знакомых на одно звено. Увы — столь трезвые работы можно пересчитать по пальцам!

Далее: школьник удачно вышел по короткой цепи знакомых на Медведева или Путина; оба они были знакомы с Ельциным. А уж он, конечно, знал и Гагарина, и Хрущёва! Здесь тоже ошибка: Ельцин не успел лично познакомиться ни с Хрущёвым, ни с Гагариным. Но с Брежневым Ельцин общался (в его последние годы), а Брежнев при Хрущёве курировал космические дела в ЦК КПСС и лично знал почти всех космонавтов.

Другая группа ломоносовцев старалась пробиться к Гагарину через конструктора Королёва. Здесь многие удачные цепочки проходят через отца или деда, работавшего на ракетном заводе или космодроме — и через начальников этого родича, лично общавшихся с Королёвым, Келдышем либо Курчатовым. Напротив — многие неудачники безуспешно пытались доказать, что их родичи общались с Циолковским (где? когда?). Или даже общались со Сталиным — а тот якобы знал и Королёва (что верно), и космонавтов (что неверно — ибо Сталин умер за 8 лет до полёта Гагарина). Такие хронометрические ошибки испортили немало хорошо задуманных решений. Но в иных решениях мы нашли много оригинальных удач. Например:

а) «Мой дедушка служил охранником на даче у Сергея Михалкова. К нему в гости не раз приезжал Хрущёв. Он готов был разговаривать о жизни даже с охранниками».

б) «Моя бабушка в молодости работала проводницей в дальних поездах. Однажды в их вагон на пути из Владивостока в Москву сел Александр Солженицын (он тогда возвращался в СССР из США). Он долго расспрашивал проводниц об их жизни».

в) «Мой дедушка служил в КГБ и, видимо, был разведчиком — поскольку он работал консулом сначала в Сьерра Леоне, потом во Вьетнаме. Он не раз получал поручения от Андропова — а тот хорошо знал и Хрущёва, и Гагарина».

Так отразились в культуре нынешних школьников новейшая история России. А как насчёт её ранней истории — на уровне Куликовской эпохи, отражённой в нашем тексте с ошибками (задача № 11)?

Скажем прямо: выдающейся победы над этой задачей не одержал никто. Лучшие результаты — от 12 до 16 найденных ошибок (баллов). Однако 10 баллов набирали и некоторые ученики 6–7 классов. То ли по заслугам своих учителей, то ли потому, что в их семьях читают книги Д. М. Балашова. Оттого многие ломоносовцы знают, что Мамай

(не Чингизид!) не мог быть ханом; что митрополит Алевский и князь Ольгерд умерли ещё до Куликовской битвы; что эмир Тимур был не родичем, а врагом Тохтамыша; что князь Дмитрий отменил должность тысяцкого в Москве — и так оставил город без головы в момент набега Тохтамыша. А чего *не* знают или чему не хотят верить многие умнейшие ломоносовцы?

Во-первых, тому, что в языческой либо католической Литве мог быть православный митрополит. Но он там был всё время — с начала 14 века, когда князь Гедимин подчинил себе многие города Западной Руси. Этому князю-язычнику был очень нужен любой человек, которого уважают и слушаются его новые русские, православные подданные! С той поры патриарх Константинополя назначал особого митрополита для Киева и других западных областей Руси. По возможности греки-церковники старались не дробить русскоязычное население между Киевом и Владимиром; но это не всегда удавалось, ввиду обычной вражды между князьями Литвы и Москвы. Сходная ситуация повторилась в наши дни — когда русская православная церковь старается культурно сплотить русскоязычную диаспору в новых государствах Прибалтики и Причерноморья.

Другое мелкое, но важное и массовое заблуждение: будто должность тысяцкого (то есть военного министра) существовала лишь в Новгородской республике — но не в Москве. Нет, эта должность была повсюду на Руси. В Москве она была наследственной в роду бояр Вельяминовых. Родом из Владимира, они пришли в Москву вместе с первым московским князем Даниилом (сыном Александра Невского) и служили Москве в течение 4 поколений. Дмитрий Донской (сам — Вельяминов по матери) захотел единоличной власти и устранил должность тысяцкого в Москве (1374), что привело к разгрому Москвы Тохтамышем (1382). Отметим, что в 20 веке один из потомков рода Вельяминовых прославился как астроном. Среди потомков Гедимины были заметны физик Голицын, лингвист Трубецкой и математик Хованский. Наконец, среди родичей митрополита Алексия выделился его тёзка Игнатъев — русский военный атташе в Париже в годы Первой Мировой войны, написавший замечательные мемуары «50 лет в строю».

В задачах (№ 8, 9) вокруг Ломоносова большинство школьников не заметили *обратной* связи между земными позициями разных астрономов-наблюдателей Венеры на фоне Солнца. Чем точнее известны их координаты на Земле — тем точнее они могут измерить расстояние Земля-Венера. Но и обратно: зная расстояние между планетами (его

измерили ещё в 17 веке), можно довольно точно рассчитать разницу в *долготе* тех мест, где находятся разные наблюдатели. Именно так в 1761 и 1768 годах измерялись гигантские расстояния между Петербургом и Камчаткой (астроном Румовский), или между Лондоном и Таити (капитан Кук). Увы, это рассуждение о долготе чётко провёл только 9-классник Дмитрий Голованов из Брянской области. Спасибо ему и его учителям!

Другой пример: о важнейших открытиях, сделанных за 20 лет после смерти Ломоносова. Здесь многие верно называли открытие планеты Уран — Галлеем, классификацию разнообразия растений — Линнеем, вывод закона Кулона в электростатике и, конечно, паровую машину Уатта. Но никто не вспомнил английского химика Блэка: он, изучив термодинамику водяного пара и угольной кислоты, научил этой премудрости любознательного механика Уатта. Без Блэка Уатт не состоялся бы — так же, как Ломоносов без физика Вольфа или Лобачевский без математика Бартельса (который смолodu был другом юного Гаусса). Жаль, что ни один ломоносовец не отметил особо 1766 год: тогда не только Эйлер вернулся в Петербург, а Кевендиш сообщил об открытии водорода, но ещё и немец Ламберт впервые показал, что  $\pi$  — иррациональное число. Как жаль, что Ломоносов совсем немного не дожил до этих прорывов в неведомое!

В обеих задачах (№ 2 и 3), связанных с Великой Отечественной войной, причудливо смешались семейная память школьников с отрывочными сведениями из школьного курса истории. Почти все помнят, что генерал Жуков и маршал Ворошилов сыграли заметные роли в обороне Ленинграда от первого натиска нацистов. Но две эти роли фантастически перепутались: безжалостный, но бесстрашный и разумный стратег Жуков и храбрый в бою, но панически боящийся Сталина Ворошилов образуют смесь, непостижимую для нынешних подростков. На их фоне личность адмирала Трибуца остаётся почти не освещённой. Командир Балтийского флота, спасший все свои корабли во время первого воздушного налёта немцев на рейд в Таллине. Но потом потерявший четверть своих подчинённых в почти безнадёжном прорыве флота из Таллина в Кронштадт. Исполнитель роли главного артиллериста Ленинграда в первую — самую тяжкую зиму блокады. Достойный партнёр артиллериста Говорова в превращении обезлюдившего города в неприступную крепость, сравнимую с Севастополем. А вскоре после войны Сталин выслал Трибуца на Дальний Восток — чтобы популярный адмирал не мешал укрощать независимый город-герой. Парадокс: эта ссылка

спасла Трибуца от репрессий в рамках «Ленинградского дела» 1948 года. Тогда же и так же срочная работа в Сибири спасла Алексея Косыгина — главного организатора эвакуации ленинградских заводов и их рабочих коллективов. Жаль, что даже сейчас российские учителя истории, как правило, не выбирают этих двух тихих и бесстрашных россиян на роль типичных героев Ленинградской обороны. Но кажется, это упущение ещё не поздно исправить? Ведь многие ломоносовцы вспомнили малоизвестные вне Петербурга имена Кирилла Мерецкова и Маркиана Попова — истинных организаторов начального этапа обороны Ленинграда. Если бы они не создали Лужский рубеж к югу от города, пока немцы мчались сквозь Прибалтику — тогда даже Жуков и Трибуц не сумели бы нанести поражение Риттеру фон Леебу в сентябрьской битве за Ленинград. Тут есть над чем подумать и школьным учителям, и авторам новых учебников Отечественной истории.

Большой контраст к этим задачам из новейшей истории составили вопросы о героях зарубежного Средневековья и Античности (задачи № 7, 6, 10). Оказалось, что очень многие школьники зрительно помнят рисунок знамён Плантагенетов, Капетингов и Штауфенов. Напротив — угадать персону пророка Мухаммеда по цепочке его наследников-халифов сумели не более пяти школяров из многих тысяч участников турнира. Печальный итог, но что поделать? Всякий олимпиадник (как и космонавт) должен заранее привыкать и готовиться к непривычным вопросам в привычной школьной науке. Например, два десятка ломоносовцев не испугались странной задачи о похоронах защитника плебеев — и не соблазнились лёгкой догадкой о погребении Тиберия Гракха либо Юлия Цезаря. Умники рассудили умно: заступник плебеев — наверняка народный трибун. Если толпа рушит сенат, а сенаторы не в силах остановить толпу — значит, в Риме идёт революция, и это — эпоха Цезаря. Но в задаче о нём — ни слова; значит, он вдали от Рима — видимо, в Галлии. Это совсем короткая эпоха; её основные события и герои перечислены в любой базе данных по Риму. Теперь легко найти имя Клодия — и узнать о нём все подробности, как положено школяру компьютерной эры. Двадцать ломоносовцев сумели это сделать. Оргкомитет Турнира учтёт их навыки и возможности при составлении задач следующего конкурса по истории. Он, как известно, будет проведён в юбилейный год нашествия Наполеона на Россию, в год столетия Льва Гумилёва, 150-летия Давида Гильберта.

Уважаемые ломоносовцы, готовьтесь к новым испытаниям!

## Критерии проверки и награждения

Каждое задание оценивается в баллах (целое неотрицательное число). 1 балл ставится за 1 верно названное событие, персону или связь между ними (в заданиях 1–10, в соответствии с тем, что требуется в заданиях), либо за 1 верно найденное и объяснённое противоречие (историческую ошибку) в текстах с ошибками (задания 11 и 12).

Баллы внутри каждого задания суммируются.

Баллы за задания 3, 8 и 10 умножаются на 2 (информация о том, что эти задания считаются сравнительно более сложными и оцениваются выше, была размещена непосредственно на бланке с заданиями конкурса по истории).

Баллы за задания 11, 12 умножаются на  $1/2$ .

Итоговой оценкой является сумма баллов по всем заданиям (с учётом умножения на 2 и  $1/2$ , как указано выше):

$$S = N_1 + N_2 + 2 \cdot N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_7 + 2 \cdot N_8 + N_9 + 2 \cdot N_{10} + \frac{1}{2} N_{11} + \frac{1}{2} N_{12}$$

где  $N_1, \dots, N_{12}$  — баллы за задания с 1 по 12 соответственно.

Оценки «е» и «v» ставились в соответствии с таблицей (нужно было набрать указанную в таблице или большую сумму баллов  $S$ )

Класс	«е» (балл многоборья)	«v» (грамота)
5 и младше	1	2
6	1	3
7	2	4
8	2	5
9	3	5
10	3	6
11	4	8

Кроме того, независимо от суммы баллов оценка «v» ставится в случае, если указано не менее 10 исторических ошибок в задании 11 или указано не менее 10 исторических ошибок в задании 12. (Данное условие было указано в преамбуле заданий по истории, выданных участникам во время Турнира.)

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

## Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по истории. Учтены все работы по истории, сданные школьниками (в том числе и абсолютно нулевые). Школьники, не сдавшие работ по истории, в этой статистике не учтены.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по истории («v»), получивших балл многоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по истории (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	0	0	3	19	214	851	1012	980	973	1035	1515	6602
«е»	0	0	0	6	30	164	125	153	114	180	272	1044
«v»	0	0	1	2	8	55	60	70	86	107	132	521

Сведения о распределении баллов по заданиям №№ 1–10.

Оценка (баллы)	Номера заданий // количество участников									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
—	2977	4289	4317	4242	5222	5620	3941	5042	5243	5382
0	2201	2032	1773	1340	1162	968	1841	1401	1289	1189
1	1199	249	393	467	128	10	449	140	50	16
2	198	28	86	255	45	1	264	18	12	8
3	24	3	27	178	25	1	94	2	7	6
4	2	0	5	87	13	0	11	0	2	1
5	0	0	1	31	5	2	0	0	0	0
6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2	2	1	0	2	1	3	0	0	1
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
≥10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего	6603	6603	6603	6603	6603	6603	6603	6603	6603	6603

Статистика по «текстам с ошибками» (задания № 11 и № 12) — количество ошибок, найденных участниками конкурса по истории.

№	Количество найденных ошибок // количество участников																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	≥20
11	1730	577	364	186	148	77	63	49	45	10	17	4	2	2	0	0	0	0	1	1	0
12	940	182	97	65	48	31	15	21	8	4	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0



# Конкурс по биологии

## Задания

На каждый вопрос могут отвечать школьники любого класса (задания по классам не делятся).

**1.** Во влажных тропических лесах высоко на деревьях часто можно найти личинок насекомых, мелких ракообразных, червей и даже головастиков некоторых видов земноводных. Как они там оказываются, и в чём плюсы и минусы такого необычного местоположения?

**2.** Литораль — участок берега, который затопляется морской водой во время прилива и осушается во время отлива. С какими трудностями сталкиваются организмы, живущие на литорали, и какие приспособления могут возникать для их преодоления?

**3.** Как известно, в дикой природе между живыми организмами идёт постоянная борьба за выживание. В животном царстве, чтобы не стать добычей хищников, травоядные животные имеют сильные ноги для быстрого бега, рога, шипы и панцири для обороны, защитную окраску для маскировки среди камней или растительности. Некоторые животные строят укрытия, которые покидают только с наступлением сумерек. Хищники, в свою очередь, должны уметь преодолевать защитные приспособления жертвы. А как же быть растениям? Какие приспособления они имеют для выживания в условиях интенсивного поедания травоядными животными?

**4.** Гуляя ранним утром по лесу, мы часто встречаем висящие на деревьях и блестящие от маленьких капелек росы на солнце почти прозрачные узоры — это ловчие сети пауков-кругопрядов. Они построены из паутины — нитей, которые выделяются специальными железами на теле паука. Но не все пауки используют свою паутину таким образом. Как ещё они могут её использовать? Могут ли другие живые организмы производить подобные нити? Если да, — то как они их используют?

**5.** У многих из нас дома есть аквариум, некоторые только хотят его завести. Вопрос, который часто при этом возникает — «кто будет кормить рыбок?». Возможно ли организовать жизнь в аквариуме так, чтобы рыбок можно было вообще не кормить? Свой ответ объясните.

**6.** Из множества сериалов и средств массовой информации мы постоянно слышим, что «мутации — это опасно», «мутанты ужасны». Но что такое мутация с биологической точки зрения, что может быть её причиной? Так ли опасны и страшны мутанты, как о них постоянно пишут и говорят?

7. Зрение является одним из важнейших чувств животных. Однако его эффективность напрямую зависит от условий освещённости. При этом есть животные, обитающие в условиях постоянной темноты, или ведущие ночной образ жизни. Объясните, каким образом эти животные могут быть приспособлены к жизни в темноте?

### Пояснение к заданию

При оценке ответов на вопросы по биологии школьники могут получить баллы за правильные ответы. За неправильный ответ баллы не снижаются. Полученные за ответы на разные вопросы баллы складываются, итог подводится в зависимости от суммы баллов и класса.

Как правило, вопросы по биологии предполагают наличие нескольких (а часто — и довольно многих) правильных ответов. За каждый правильный ответ начисляется 1 или 2 балла, в зависимости от того, насколько сложен вопрос и насколько очевиден ответ. Бывают вопросы, на которые нет однозначно правильного ответа. В этом случае положительные баллы начисляются за любую разумную гипотезу.

Если школьник не только перечисляет идеи, являющиеся, по его мнению, ответами на вопрос, а и разумно их аргументирует, это может повышать его оценку.

В тех вопросах, где просят привести примеры, — каждый правильный пример повышает оценку на 0,5–1 балл. Важно, что примеры должны точно соответствовать поставленному вопросу. Так, при ответе на вопрос про светящихся водных животных пример «светлячок» учитываться не будет.

Также считаются за один совсем однородные примеры. Скажем, если вопрос про животных, у которых личинки и взрослые особи имеют разный корм, примеры «лягушка» и «жаба» будут считаться однородными.

За каждый вопрос можно получить несколько баллов, и даже довольно много (8–10). Верхнего предела оценки не существует. К сожалению, довольно часто ребята, придумав 1 ответ на вопрос, этим и ограничиваются, получая за ответ 1–2 балла.

Объём написанного текста не влияет на оценку. Важно не сколько написал автор работы, а сколько разумных мыслей он при этом высказал и сколько правильных примеров привёл. Также не повышают оценку рассуждения на посторонние, пусть и связанные с вопросом, темы.

Оценивается только работа самого участника. За текст, переписанный из справочной литературы, а также из других работ, баллы не начисляются.

## Ответы и комментарии

1. Во влажных тропических лесах высоко на деревьях часто можно найти личинок насекомых, мелких ракообразных, червей и даже головастиков некоторых видов земноводных. Как они там оказываются, и в чём плюсы и минусы такого необычного местоположения?

**Ответ.** В вопросе содержится несколько подвопросов, ответим на них по очереди.

*Как могли перечисленные организмы попасть на деревья?*

Чаще всего личинки оказываются на деревьях из-за того, что взрослым организмом там были отложены яйца, из которых впоследствии вывелись личинки. Хорошо известный пример — древесные лягушки, которые откладывают икру в небольшие лужицы в крупных листьях, дуплах и т. п. Но подвижные личинки вполне могут залезть на дерево, даже если вывелись в другом месте. В этих двух случаях дерево для них — нормальная среда обитания.

Но бывает, что на деревьях оказываются личинки, которые там в норме не встречаются. Их может занести на дерево каким-то случайным способом: ветром, водой при наводнении, их могла выронить несущая птица или они могли случайно вывалиться из растительного материала, принесённого на дерево с какой-то целью. Всё это — редкие случайные заносы, они не могут существенно изменить состав обитателей дерева, но в качестве правильных ответов засчитывались.

Можно также учесть личинок, которые паразитируют на древесных животных. Они тоже являются ответом на вопрос.

Довольно часто среди ответов школьников встречалось что-то вроде «личинка/яйцо попало на дерево, когда оно было совсем маленьким, а потом дерево выросло». Такой ответ не является верным, потому что, как известно, растения растут вверх за счёт самого кончика верхушки. Если к дереву около земли прикрепилось что-то — оно так у земли и останется, а вовсе не попадёт на верхние ветки. Единственное исключение могут составлять растения, которые растут за счёт вставочного роста, то есть удлиняются междоузлия. К таким относится, например, бамбук (который, строго говоря, не является деревом!), знаменитый тем, что растёт очень быстро. Если школьник оговаривал в своём ответе подобные условия — ответ засчитывался как верный.

*Каковы плюсы для личинок, обитающих на деревьях?*

Чаще всего школьники считали, что у личинок на деревьях меньше шансов быть съеденными. В общем случае это неверно, поскольку есть

огромное количество животных (особенно птиц), которые специализируются на поедании именно тех, кто живёт на деревьях. Поэтому ответ считался верным только в том случае, если автор говорил о недоступности древесных жителей для наземных хищников.

Также в некоторых случаях можно отнести к плюсам обитания на деревьях снижение конкуренции. С одной стороны, если взрослый организм не живёт на деревьях и не питается там, не будет конкуренции между ним и его потомством. С другой стороны, если жизнь на деревьях нехарактерна для животных какой-то группы, личинки могут избежать конкуренции с родственными видами.

Отмечалось также, что на деревьях личинки защищены от наводнений, что справедливо, если они вообще могут утонуть.

Многие ребята писали также, что «на деревьях больше еды». Это утверждение в общем виде вряд ли справедливо. Все зависит от того, чем личинка питается. Но можно сказать, что, живя на дереве, личинка получает доступ к молодым листьям и концам ветвей или может, например, питаться флоэмой под корой. Если рацион питания такой, тогда личинка на дереве действительно получает много пищи.

Можно ещё отметить тот факт, что с высокого дерева личинка может быть легче перенесена на новое место, чем с земли — это может помогать распространению вида.

### *Каковы минусы?*

Мысль о том, что «личинка может упасть и разбиться» присутствовала в очень многих работах. Однако для большинства личинок падение даже с большой высоты неопасно, поскольку они маленькие и лёгкие, и их падение будет сильно заторможено трением о воздух. Другая опасность для упавших личинок состоит в том, что они могут не вернуться обратно. Если же они приспособлены именно к жизни на дереве, то это для них равносильно гибели.

Проблемы для обитателей дерева могут возникнуть ещё и при падении самого дерева. Те, кто легко передвигаются, могут переместиться на соседнее. Но для некоторых это будет невозможно — тогда они могут потерять своё место жизни и умереть. Хотя для многих личинок это не очень опасно, если они успеют превратиться во взрослый организм вскоре после падения их «дома».

Многие ребята писали в работах, что преимуществом обитания на деревьях является то, что там тепло и больше солнца. Однако речь идёт о тропиках! А там солнце скорее опасно, оно приводит к перегреву и пересыханию. Так что этот фактор стоит скорее отнести к минусам.

Стоит отметить также, что для обитателей маленьких водоёмов в листьях растений (про которые многие знают из научно-популярных фильмов) возникают дополнительные сложности. Водоёмы эти удалены друг от друга настолько, что перебраться из одного в другой практически невозможно. Личинка, а потом и взрослое животное, если оно водное, оказывается заключено в этот «аквариум» на всю жизнь. При этом в какой-то момент в нём может оказаться очень много обитателей, и возникнет сильная конкуренция. А в другой момент обитателей будет наоборот очень мало. Это грозит недостатком пищи или невозможностью найти другую особь своего вида для размножения. К тому же такой маленький водоём может вообще высохнуть, и водные обитатели погибнут.

У тех видов, у которых взрослая особь живёт не на дереве, может возникнуть проблема с переходом к новому месту после превращения. Хорошо, если взрослое животное умеет летать. А если это, например, лягушка?

Ну и, наконец, если говорить о личинках, случайно попавших на деревья, им там скорее всего будет плохо просто потому, что они приспособлены к другой жизни.

**2.** Литораль — участок берега, который затопляется морской водой во время прилива и осушается во время отлива. С какими трудностями сталкиваются организмы, живущие на литорали, и какие приспособления могут возникать для их преодоления?

**Ответ.** Литораль — довольно специфическое место. Как правило, литораль два раза в сутки затопляется морской водой и два раза в сутки — осушается. Естественно, при этом меняются условия существования литоральных видов. Большинство организмов в норме живёт только в одной среде — либо водной, либо воздушной. Поэтому для водных обитателей трудности возникают в период осушения литорали, а для наземных — когда она залита.

Водным организмам грозит пересыхание, поскольку у них обычно отсутствуют специальные приспособления для сохранения воды, которые есть у сухопутных обитателей. Им приходится такие сохраняющие воду приспособления приобретать. Решить эту проблему помогают водонепроницаемые покровы, а также сохранение воды, к примеру, в раковине. Это позволяет переждать сухой период. Можно покидать литораль на время отлива или переждать его в местах, где остаётся вода, например, в лужах или под камнями.

Также для них опасен перегрев за счёт освещения солнцем. Перегреться могут и наземные организмы, но они обычно переносят более широкие колебания температуры.

У сухопутных организмов главная проблема — невозможность дышать под водой. Сложности возникают и со зрением, поскольку оптически водная и наземная среда сильно отличаются.

Кроме того, для всех организмов большую опасность представляет смена солёности — от морской в момент прилива, до совершенно пресной, если в отлив идёт дождь. Для борьбы с этим явлением некоторые литоральные жители имеют механизмы переключения осморегуляции с «солёного» типа на «пресный» и обратно. Но таких организмов немного.

Обитателям литорали грозит поедание как водными, так и наземными животными. А в северных морях, где море зимой замерзает, большую опасность представляет лёд. Он не лежит неподвижно, как на озере, а постоянно поднимается с приливом и опускается с отливом, перетирая под собой всё, что попадает. Пережить зиму в таких условиях очень трудно.

Многие проблемы помогает решить наличие твёрдой раковины или панциря, который помогает спастись от хищников, сохранить запасы воды, смягчить колебания внешних условий. Выше уже говорилось о реакциях избегания, когда от опасности организм уходит или прячется в безопасное место. Часто эта проблема решается ежегодным заселением литорали заново. Многие из обитающих здесь животных имеют плавающую личинку, которая живёт в море в толще воды. Когда условия становятся сносными, литораль быстро заселяется заново.

Стоит отметить, что обычно наиболее уязвимыми у животных являются молодь, личинки и т. п. Чтобы детёныши меньше погибали, многим литоральным животным свойственно живорождение (то есть развитие зародыша происходит под защитой взрослого организма). Иногда спасением является очень короткий жизненный цикл, когда организм успевает вырасти и размножиться в короткий благоприятный период. Разумеется, речь не идёт о том, чтобы весь цикл прошёл за один прилив. Но вот осуществить его за несколько дней или недель при наиболее благоприятных условиях вполне возможно.

Но ещё одна проблема состоит в том, что на литорали вода движется в разных направлениях в зависимости от фазы прилива. На это накладываются волны, ветер и т. п. При этом водных организмов может выкинуть на берег, а сухопутных — унести в море. Растения и многие животные литорали ведут прикреплённый образ жизни.

Помогает также универсальный способ защиты от любых неприятностей: наличие неактивной формы, в которую организм переходит, когда становится совсем плохо, и выходит, когда условия снова улучшаются. Однако при смене условий 2 раза в сутки такой механизм работает не очень хорошо.

Одним словом — проблем у обитателей литорали много, но это вовсе не значит, что это пространство безжизненно. Литораль заселена большим количеством животных, растений и других организмов — значит, они умеют выживать в подобных условиях. Есть свои очень большие выгоды в жизни на литорали. Эта область получает пищевые ресурсы как с суши, так и из моря. А то, что здесь всегда есть течения (приливы и отливы, прибой), высоко ценят прикреплённые фильтрующие организмы, которых много на литорали.

**3.** Как известно, в дикой природе между живыми организмами идёт постоянная борьба за выживание.

В животном царстве, чтобы не стать добычей хищников, травоядные животные имеют сильные ноги для быстрого бега, рога, шипы и панцири для обороны, защитную окраску для маскировки среди камней или растительности. Некоторые животные строят укрытия, которые покидают только с наступлением сумерек. Хищники, в свою очередь, должны уметь преодолевать защитные приспособления жертвы.

А как же быть растениям? Какие приспособления они имеют для выживания в условиях интенсивного поедания травоядными животными?

**Ответ.** Приспособления растений могут быть весьма сходны с приспособлениями животных. Для защиты от поедания используются различные защитные структуры. Почти все писали про шипы и колючки. Используется неприятный запах, вкус или даже яд. Можно также расти в труднодоступных местах или делаться незаметным за счёт маскировки.

Бывают и более изощрённые методы. Иногда растения умеют складывать листья в ответ на прикосновение к ним. Это позволяет им стряхивать мелких насекомых, хотя, конечно, не защищает от поедания крупными травоядными. Иногда для защиты используются животные — симбионты. Растение даёт им укрытие, а они не пускают на растение потенциальных вредителей. Наиболее известны в этом качестве муравьи.

Многие школьники считали способом защиты поедание насекомых растениями типа росянки. Однако, как правило, главная цель такого

поедания вовсе не защита, а получение азотистых соединений, которых не хватает растению. Защита же может являться лишь побочной функцией.

Важно отметить и те приспособления, которые не предотвращают поедание растения, но позволяют ему выжить, даже если его едят. К ним относятся быстрый рост и размножение, сохранение отдельных органов (корней, семян), из которых растение потом легко возобновляется. Особенно хорошо к поеданию травоядными приспособились злаки. Для них свойственен вставочный рост за счёт узлов стебля, поэтому, когда у обычного растения откусывают верхушку, оно на некоторое время останавливает рост, а злаки продолжают расти, иногда даже быстрее (собственно, это их свойство используют при стрижке газонов).

4. Гуляя ранним утром по лесу, мы часто встречаем висящие на деревьях и блестящие от маленьких капелек росы на солнце почти прозрачные узоры — это ловчие сети пауков-кругопрядов. Они построены из паутины — нитей, которые выделяются специальными железами на теле паука. Но не все пауки используют свою паутину таким образом. Как ещё они могут её использовать? Могут ли другие живые организмы производить подобные нити? Если да, — то как они их используют?

**Ответ.** Основным компонентом паутинных нитей является шёлк. Это вещество сложного строения, в основе которого — белок. Для того, чтобы паутина становилась липкой, пауки нанизывают на неё маленькие капельки клейкой жидкости.

Использование паутины пауками очень разнообразно. В вопросе приведён один пример — построение круговых сетей для добычи пищи. За указание в ответе такого использования баллы не начислялись. Но учитывались любые другие варианты использования.

Кроме плетения ловчих колесовидных сетей *пауки* используют свою паутину так:

1) Для других способов охоты:

а) из не липкой паутины (в отличие от сетей пауков-кругопрядов) некоторые пауки делают сплошной горизонтальный мат, на который падают и запутываются их жертвы;

б) некоторые пауки специализируются на охоте за муравьями — в местах обитания этих насекомых они спускают к земле ряд отдельно расположенных липких нитей. Муравей, обследуя территорию, случайным образом задевает одну из нитей и прилипает к ней. Паук, заметив это, скручивает нить, поднимая насекомое к себе, оставаясь



- при этом вне досягаемости для собратьев жертвы;
- в) некоторые виды пауков выплёвывают паутину на жертву при охоте;
  - г) делают булаву с липкой верхушкой, размахивая которой ловят добычу;
  - д) забрасывают жертву паутиной;
  - е) прыгают на жертву с паутиной сеткой.

2) Для постройки домиков и предотвращения осыпания входов в норки.

3) Пауки обездвиживают жертву, оплетая её несколькими слоями паутины

4) Используют паутину в качестве изоляционного материала — делают из неё кокон для своего потомства, предотвращая расплод тем самым от высыхания и упрощая транспортировку уже появившихся молодых особей.

5) Для расселения — молодые пауки выпускают ниточку шелка, которую подхватывают потоки воздуха, увлекая за собой её обладателя.

6) Паук-серебрянка использует паутину для постройки водонепроницаемого подводного колокола, куда приносит пузырьки воздуха, используя который для дыхания он может долгое время не подниматься к поверхности воды.

7) Иногда пауки используют паутину в брачных играх — для привлечения самки, для хранения спермы и т. п.

Есть и другие животные, которым свойственно выделение и использование нитей.

Широко используют паутину (а вернее — шёлковые нити) многие *насекомые*:

1) Личинки бабочек (например, семейства настоящие шелкопряды) — гусеницы — строят из шёлка коконы для окукливания.

Часто они используют шёлковые нити для спуска с деревьев при необходимости попасть на землю для линьки или перебраться на соседнее растение.

2) Личинки некоторых видов ручейников строят из паутины подводные ловчие сети, в которые попадают различные организмы, сносимые течением, а также используют паутину для постройки жилищ.

3) Эмбии используют паутину при постройке домиков, которые защищают их от хищников.

4) Муравьи-ткачи используют шёлк, выделяемый их личинками, для скрепления листьев живых растений, из которых они сооружают свои гнёзда.

*Паутинные клещи* строят из паутины свои гнёзда на растениях, которыми питаются.

Аналогичными паутине по своему химическому составу (состоящими преимущественно из белка), являются биссусные нити некоторых двустворчатых *моллюсков*, например мидий.

Моллюски используют биссусные нити как для прикрепления к различным твёрдым предметам, например к подводным камням, так и для передвижения — пучки биссусных нитей позволяют молодым двустворкам парить в толще воды.

**5.** У многих из нас дома есть аквариум, некоторые только хотят его завести. Вопрос, который часто при этом возникает — «кто будет кормить рыбок?». Возможно ли организовать жизнь в аквариуме так, чтобы рыбок можно было вообще не кормить? Свой ответ объясните.

**Ответ.** Правильным ответом на этот вопрос могли быть как «да», так и «нет», в зависимости от того, как автор обосновывал свое мнение.

Вообще-то организовать жизнь аквариума таким образом возможно, и многие предлагали подселить в аквариум каких-нибудь организмов, которые бы активно размножались и служили пищей рыбкам. Но далеко не все понимали, что для того, чтобы этот подход работал эффективно, нужно создать практически маленькую экосистему. Иначе либо рыбки быстро съедят свой корм и умрут, либо наоборот — кормовые организмы размножатся, а потом умрут, так как истощатся ресурсы (ведь, если это мелкие животные — им самим нужно есть, а если растения — получать откуда-то минеральные вещества, углекислый газ и т. п.). Ну и, наконец, кто-то должен перерабатывать отходы — экскременты рыб, отмершие остатки растений и т. п.

Поэтому, если мы хотим такой аквариум иметь долго, должны выполняться некоторые условия:

1) В аквариуме должны присутствовать представители всех ступеней трофической пирамиды:

продуценты — живые растения или фотосинтезирующие бактерии;

консументы различных порядков — ими является большая часть аквариумных рыбок;

редуценты — аквариумные моллюски и бактерии обычно выполняют эту функцию.

2) Аквариум обязательно должен некоторое время освещаться, для того, чтобы растения могли фотосинтезировать, для преобразования неорганических веществ в органику.

3) Соотношение представителей различных трофических уровней должно быть строго определённым — чтобы не происходило накопление ни одного из типов веществ, а они постоянно возвращались бы в круговорот. Практически добиться такого соотношения очень сложно, что является одной из основных проблем организации такого аквариума.

4) Организмы в аквариуме должны иметь возможность размножаться, причём размножение должно уравниваться смертностью. И численность каждого вида должна быть вполне определённой. Слишком большое или слишком малое число организмов одного из уровней приведёт к проблемам. Хотя здесь можно надеяться, что возникнут механизмы регуляции численности различных видов, если аквариум просуществует достаточное время. Или же придётся хозяину аквариума всё же время от времени брать на себя функцию регулятора численности. При долгом существовании в аквариуме численность каждого вида должна быть достаточно большой, чтобы не происходило вырождения популяций этих организмов в результате близкородственного скрещивания.

5) В идеальной ситуации — чтобы об аквариуме не надо было заботиться вовсе — аквариум должен быть герметически закрытым, для того, чтобы не происходило испарение воды, с одной стороны, а с другой — в нём оставались газы (кислород, необходимый животным для дыхания, и углекислый газ, который нужен растениям для фотосинтеза). Хотя это уже не обязательно.

Понятно, что обеспечить выполнение всех этих условий в аквариуме очень трудно, поэтому реально организовать такой аквариум практически невозможно, хотя бы потому, что он должен быть очень большим.

Чем больше факторов, необходимых для автономного существования аквариума называл школьник, и чем разумнее он их обосновывал, тем больше он получал баллов.

**6.** Из множества сериалов и средств массовой информации мы постоянно слышим, что «мутации — это опасно», «мутанты ужасны». Но что такое мутация с биологической точки зрения, что может быть её причиной? Так ли опасны и страшны мутанты, как о них постоянно пишут и говорят?

**Ответ.** В различных справочниках и словарях можно найти примерно такое определение мутации: мутация — это стойкое изменение последовательности нуклеотидов в ДНК под влиянием внешней или внутренней среды.

При этом ответы, в которых говорилось о том, что мутация — это изменение в хромосомах, изменение наследственной информации организма, изменение генотипа, также считались правильными, поскольку являются разными способами выражения одной идеи.

Причины мутаций могут быть различны. Довольно большая часть мутаций — спонтанные мутации, самопроизвольно возникающие на протяжении всей жизни организма в нормальных для него условиях окружающей среды. Это происходит за счёт ошибок в нормальных процессах репликации (удвоения) ДНК, деления клеток и некоторых других.

Бывают индуцированные мутации, вызванные воздействием на организм извне. Это могут быть химические вещества, ультрафиолетовое или радиоактивное облучение, повышенная температура или воздействие вируса.

Что же касается опасности мутаций, то следует понимать, что очень большая часть мутаций происходит в тех участках генома, которые не несут важной информации, и поэтому ни на что не влияют. Это нейтральные мутации. Также нейтральными будут мутации, которые не меняют последовательность аминокислот в белке, или меняют одну аминокислоту на другую, очень похожую.

Когда происходит значимая мутация в гене или регуляторной последовательности, то в большинстве случаев она оказывается в той или иной степени вредной, просто потому, что случайно испортить работающий механизм гораздо проще, чем его улучшить. Но бывают и случаи положительных мутаций, которые приводят к улучшению работы каких-то систем и повышению жизнеспособности организма.

Важно, что, даже если мутация значимая, это не всегда повлияет на организм в ту или иную сторону. Большинство животных и растений на Земле диплоидны, то есть каждый ген у них присутствует в двух копиях. Поэтому поломка одной из двух копий может никак не сказаться на свойствах носителя гена.

Различен и «вес» мутаций в разных клетках организма. Соматическая мутация происходит в клетках тела. Часто смерть одной такой клетки организму не вредит. Хотя иногда мутации даже в одной соматической клетке могут превратить её в раковую, а это нанесёт вред уже всему организму. Мутации в половых клетках могут попасть в зиготу, а значит — окажутся в каждой клетке потомка данного организма. Понятно, что в таком случае эффект мутации может быть очень серьёзным.

Выше мы обсудили вред и пользу мутаций для организма — её носителя. Однако возникновение мутаций в одних организмах может

влиять на других. Так возбудители болезней часто мутируют, изменяя свои свойства. Самым известным примером является вирус гриппа. Это мешает иммунной системе человека бороться с таким возбудителем. А производителям лекарств приходится всё время придумывать новые средства, потому что микроорганизмы за счёт мутаций часто приобретают устойчивость к ним.

Отдельная тема — роль мутаций в эволюции. Многие школьники знают, что мутации являются первичным материалом эволюции. За счёт них создается разнообразие признаков, на которые действует естественный отбор. Но очень часто в ответах встречалась мысль, что мутации — это приспособления, которые появляются в ответ на определённое воздействие среды. А вот это неверно! Если вернуться к примеру с болезнетворными организмами, то не следует думать, что их лекарственная устойчивость возникает под воздействием лекарств. Мутации, которые позволяют микробам переносить лекарства, появлялись тогда, когда лекарств вообще не было. Появляются они и сейчас — с той же частотой. Но сейчас с помощью лекарств осуществляется мощный отбор: все неустойчивые умирают, а устойчивые — быстро размножаются.

При оценке ответа на этот вопрос кроме теоретических рассуждений о пользе и вреде мутаций, засчитывались правильные примеры вредных, полезных и нейтральных мутаций, приведённые в работе.

**7.** Зрение является одним из важнейших чувств животных. Однако его эффективность напрямую зависит от условий освещённости. При этом есть животные, обитающие в условиях постоянной темноты, или ведущие ночной образ жизни. Объясните, каким образом эти животные могут быть приспособлены к жизни в темноте?

**Ответ.** Животные, ведущие ночной образ жизни, чаще всего живут не в полной темноте. Такие животные как правило имеют очень чувствительные глаза. Причём их чувствительность может повышаться различными способами. У одних видов глаза очень велики по размеру и работают как собирающие свет линзы, другие используют дополнительные отражающие поверхности, третьи имеют очень чувствительную сетчатку, с большой плотностью рецепторов. При этом часто ради чувствительности они жертвуют световым зрением, поскольку палочки (отвечающие за чёрно-белое зрение) гораздо чувствительнее, чем колбочки (отвечающие за цветное).

Кроме того, ночные животные часто видят в диапазоне волн, недоступном человеческому глазу. Многие из них видят инфракрасные

лучи, это так называемое «тепловое зрение» позволяет им хорошо различать в разной степени нагретые предметы и особенно хорошо видеть теплокровных животных.

Животные, обитающие в условиях практически полной темноты (например, очень глубоко в океане или в глубоких пещерах), часто вообще лишены глаз, поскольку они не нужны, а значит — нет смысла тратить на ненужный орган ресурсы организма. При этом ориентироваться в пространстве они могут не хуже зрячих, но с помощью других органов чувств. Могут использоваться тонкий слух и обоняние, хорошо развитые осязательные рецепторы и другое. Хорошо известно, что летучие мыши используют эхолокацию, издавая ультразвуковые сигналы и улавливая их отражение от различных предметов. Пользуются эхолокацией и другие животные. Встречаются также организмы, способные ориентироваться по магнитному полю.

Ещё одна стратегия животных в темноте — уменьшение необходимости ориентации. Так, если животное ведёт сидячий образ жизни, а пищу добывает путём фильтрации воды, то зрение ему практически ни к чему. Не нужно видеть и организмам, которые получают питание за счёт специальных хемосинтезирующих бактерий-симбионтов, живущих в их теле.

Хищникам в темноте, конечно, трудно ловить добычу, но зато можно её приманивать тем или иным способом. Типичный пример здесь — глубоководные рыбы удильщики.

Чтобы не искать в темноте партнёра для размножения, некоторые животные вообще отказываются от полового размножения, а другие устанавливают прочную связь между организмами обоих полов. Например, самка может всю жизнь носить на себе паразитического самца.

Наконец, если для размножения всё-таки необходима встреча двух разнополых организмов, они могут выработать систему сигналов — световых, звуковых или химических, — которые помогут партнёрам разыскать друг друга в темноте.

В составлении вопросов и ответов участвовали:

Анастасия Сигунова, Кира Шатохина, Сергей Синельников, Андрей Семёнов, Антон Жаров, Елена Кудрявцева.

## Критерии проверки и награждения.

Работа каждого школьника оценивалась целым числом баллов  $\geq 0$ . О том, как именно ставятся баллы, указано в пояснении к заданию по биологии (см. стр. 98; этот текст выдавался всем участникам турнира вместе с заданием).

Проверка работ осуществлялась с помощью специальных бланков протоколов проверки (или идентичной по содержанию web-формы при электронной проверке), см. стр. 112. При публикации оценок по биологии после баллов также перечисляются все отмеченные при проверке пункты протокола (номера этих пунктов).

Первая цифра номера пункта — это номер задания, к которому этот пункт относится.

За четырёхзначные номера пунктов давалось количество баллов, равное последней цифре номера (эти пункты соответствуют дополнительным баллам, проставляемым за ответы, не обозначенные в критериях явно, либо баллам за названные биологические объекты, количество которых соответствует выставяемому количеству баллов).

За пункты 205, 207, 208, 214, 216; 306, 307, 308, 312, 313, 314, 315; 408, 409, 412, 415, 416, 417; 502, 505, 506, 507; 605, 610, 611, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622; 708, 709, 710, 711, 713 ставилось по 2 балла (данные пункты считаются содержательно наиболее значимыми).

За остальные пункты (имеющие трёхзначные номера) ставилось по 1 баллу.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, и класс, в котором учится участник.

Оценки «е» и «v» ставились в соответствии с таблицей (нужно было набрать указанную в таблице или бóльшую сумму баллов).

Класс	«е» (балл многоборья)	«v» (грамота)
5 и младше	4	8
6	6	12
7	8	14
8	9	16
9	10	18
10	12	20
11	13	22

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

Номер

--	--	--	--	--	--

Класс

--	--

Фамилия участника:

карточки

1. Во влажных тропических лесах высоко на деревьях часто можно найти личинок насекомых, мелких ракообразных, червей и даже головастиков некоторых видов земноводных. Как они там оказываются, и в чём плюсы и минусы такого необычного местоположения?

100...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

*Как они туда попали?*

- 101 вывелись из яиц, отложенных родителем или принесены родителем  
 102 способны передвигаться — залезли сами  
 103 пассивный занос животными (хищник потерял, прилипли к лапкам и т. п.)  
 104 пассивный занос растениями (например, с плодом)  
 105 пассивный занос стихийными силами  
 106 обитают на/в животных верхнего яруса  
 107 прикрепление к растущему растению — только в случае быстрого вставочного роста

*Плюсы местоположения*

- 108 снижение конкуренции со взрослыми своего вида, если взрослые живут не там  
 109 снижение конкуренции с родственными видами, если это не типичное для группы место  
 110 избегание затопления  
 111 доступ к молодым концам ветвей/плодам  
 112 преимущества распространения, если есть разумные пояснения или примеры  
 113 недоступность для наземных хищников

*Минусы местоположения*

- 114 можно упасть и разбиться (только для крупных)  
 115 можно упасть и не вернуться обратно  
 116 для малоподвижных — проблемы при падении дерева  
 117 возможность пересыхания, избыток солнечной радиации  
 118 обособленность и удалённость некоторых местообитаний (типа водоёмов в листьях) — проблема поиска пары, если взрослое животное живёт здесь же  
 119 обособленность и удалённость некоторых местообитаний — возможна очень высокая локальная конкуренция  
 120 проблема перехода к местообитанию взрослого, если взрослое не живёт здесь же  
 121 для случайно занесённых — нетипичность местообитания

2. Литораль — участок берега, который затопляется морской водой во время прилива и осушается во время отлива. С какими трудностями сталкиваются организмы, живущие на литорали, и какие приспособления могут возникнуть для их преодоления? 200...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

*Трудности*

- 201 возможность пересыхания для водных организмов  
 202 невозможность дышать для наземных организмов  
 203 возможен перегрев  
 204 постоянное разнонаправленное движение воды  
 205 резкие перепады солёности  
 206 поедание водными и наземными животными  
 207 проблема зрения в водной и воздушной среде  
 208 стирание льдами в северных морях

*Возможные приспособления для преодоления*

- 209 домик, раковина, панцирь, плотная оболочка — для сохранения воды, защиты  
 210 другие способы сохранения воды  
 211 способность уходить вместе с водой  
 212 способность находить безопасное место (закапывание, лужи, ниши под камнями и др.)  
 213 способность пережидать неблагоприятные условия в состоянии «оцепенения»  
 214 механизмы переключения осморегуляции  
 215 разнообразные способы защиты от поедания



- 216** короткий жизненный цикл (позволяет избегать проблем со льдом)  
**217** прикрепление  
**218** живорождение (если объяснено, в чём его преимущества для литорали)

---

**3.** Как известно, в дикой природе между живыми организмами идет постоянная борьба за выживание. В животном царстве, чтобы не стать добычей хищников, травоядные животные имеют сильные ноги для быстрого бега, рога, шипы и панцири для обороны, защитную окраску для маскировки среди камней или растительности. Некоторые животные строят укрытия, которые покидают только с наступлением сумерек. Хищники, в свою очередь, должны уметь преодолевать защитные приспособления жертвы. А как же быть растениям? Какие приспособления они имеют для выживания в условиях интенсивного поедания травоядными животными?

**300...** +баллы **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**

*Приспособления для защиты от животных*

- 301** механические препятствия — колючки, наросты, волоски и т. п.  
**302** маскировка, делающая растение незаметным  
**303** жизненная форма — например высокий ствол с кроной на вершине  
**304** ядовитые или невкусные вещества  
**305** летучие вещества (фитонциды, эфирные масла, неприятные для животных)  
**306** защита с помощью симбиоза с другими животными (например, муравьями)  
**307** клейкие вещества, мешающие насекомым  
**308** слизь, покрывающая поверхность водорослей  
**309** приспособление цветков к определённым опылителям, препятствия для остальных  
**310** движение листьев, позволяющее стряхивать мелких насекомых  
**311** «поедание» (переваривание) потенциальных вредителей

*Приспособления для выживания, не мешающие поеданию*

- 312** быстрое размножение, рост; усиление роста при повреждении  
**313** вставочный рост при повреждении верхушки, выращивание усов и т. п.  
**314** сохранение в виде подземных органов (особенно при эфемерности)  
**315** сохранение семян в пищеварительном тракте животных при поедании ими плодов

---

**4.** Гуляя ранним утром по лесу, мы часто встречаем висящие на деревьях и блестящие от маленьких капелек росы на солнце почти прозрачные узоры — это ловчие сети пауков-кругопрядов. Они построены из паутины — нитей, которые выделяют специальные железы на теле паука. Но не все пауки используют свою паутину таким образом. Как ещё они могут её использовать? Могут ли другие живые организмы производить подобные нити? Если да, — то как они их используют?

**400...** +баллы **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**

*Другие (помимо круговых сетей) способы использования паутины*

другие типы ловчих сетей:

- 4011** 1 тип; **4012** 2 типа; **4013** 3 типа; **4014** 4 типа; **4015** 5 типов  
**402** укрытие для самого паука  
**403** укрытие (кокон) для яиц и молодых  
**404** подводный «дом», наполненный воздухом  
**405** обматывание добычи для обездвиживания и сохранения  
**406** передвижение паука  
**407** подтягивание добычи  
**408** привлечение и/или отвлечение противоположного пола  
*Другие организмы, производящие и использующие подобные нити*  
**409** моллюски — биссусные нити для прикрепления  
**410** личинки бабочек — гусеницы — строительство кокона  
**411** личинки бабочек — гусеницы — передвижение  
**412** личинки ручейников — домики, ловчие сети  
**413** эмбии — домики  
**414** личинки грибных комариков — ловчие нити  
**415** муравьи-ткачи — сшивание листьев (строительство гнёзд)  
**416** паутинные клещи — домики  
**417** некоторые бокоплавы (ракообразные) — домики

5. У многих из нас дома есть аквариум, некоторые только хотят его завести. Вопрос, который часто при этом возникает — «кто будет кормить рыбок?». Возможно ли организовать жизнь в аквариуме так, чтобы рыбок можно было вообще не кормить? Свой ответ объясните.

500...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

501 продемонстрировано понимание необходимости основных трофических уровней

502 продемонстрировано понимание роли редуцентов

503 разумно обсуждается значение размеров аквариума

504 разумно обсуждается соотношение численности различных организмов

505 разумно обсуждаются возможности размножения организмов в аквариуме

506 разумно обсуждается роль фотосинтеза и значение освещённости аквариума

507 разумно обсуждается важность поддержания круговорота химических элементов

6. Из множества сериалов и средств массовой информации мы постоянно слышим, что «мутации — это опасно», «мутанты ужасны». Но что такое мутация с биологической точки зрения, что может быть её причиной? Так ли опасны и страшны мутанты, как о них постоянно пишут и говорят?

600...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

*Что такое мутации с биологической точки зрения*

*(учитывается один из ответов)*

601 изменения в хромосомах

602 изменения в генах

603 изменения наследственной информации

604 изменения в молекуле ДНК

*Чем могут быть вызваны мутации*

605 случайными ошибками при удвоении ДНК

606 радиоактивным облучением

607 ультрафиолетовым облучением

химическими мутагенами различной природы (разные варианты)

6081 1 вариант; 6082 2 варианта; 6083 3 варианта; 6084 4 варианта; 6085 5 вариантов

609 повышенной температурой

610 нарушениями митоза/мейоза

611 встраиванием вирусов и/или мобильных генетических элементов

*Опасны ли мутации*

правильные примеры безопасных мутаций

6121 1 пример; 6122 2 примера; 6123 3 примера; 6124 4 примера; 6125 5 примеров

правильные примеры опасных мутаций

6131 1 пример; 6132 2 примера; 6133 3 примера; 6134 4 примера; 6135 5 примеров

правильные примеры мутаций, не проявляющихся фенотипически

6141 1 пример; 6142 2 примера; 6143 3 примера; 6144 4 примера; 6145 5 примеров

правильные примеры полезных мутаций

6151 1 пример; 6152 2 примера; 6153 3 примера; 6154 4 примера; 6155 5 примеров

616 продемонстрировано понимание различий мутаций в половых и соматических клетках

617 правильно понята роль мутаций в эволюции (поставляют материал для эволюции, но при этом спонтанны и случайны)

618 вред или польза мутации могут зависеть от условий жизни

619 польза или вред от рецессивной мутации в популяции проявляется только при накоплении фенотипически незаметных мутантов и появления гомозигот

620 понимание роли мутаций в возникновении рака

621 мутации болезнетворных агентов, приводящие к ускользанию от иммунитета

622 мутации болезнетворных агентов, приводящие к лекарственной устойчивости

7. Зрение является одним из важнейших чувств животных. Однако его эффективность напрямую зависит от условий освещённости. При этом есть животные, обитающие в условиях постоянной темноты, или ведущие ночной образ жизни. Объясните, каким образом эти животные могут быть приспособлены к жизни в темноте?

700...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

*Возможные приспособления к ориентации в темноте*

701 усиление зрения за счёт очень чувствительной сетчатки

702 усиление зрения за счёт больших и выпуклых глаз

703 использование и усиление других обычных органов чувств (слух, обоняние, осязание)

704 инфракрасное «зрение»

705 использование эхолокации

706 ориентация по магнитным полям

707 утрата ненужных глаз для экономии ресурсов организма

*Стратегии отказа от ориентации в темноте*

708 неподвижный образ жизни, питание фильтрацией и т. п.

709 использование симбионтов-хемосинтетиков

710 использование различных способов приманивания пищи

711 использование различных способов приманивания полового партнёра

712 отказ от полового размножения (например, партеногенез)

713 постоянная связь самца и самки (например, паразитический самец)

### Информация о выставленных дополнительных баллах

Укажите номера вопросов, по которым выставлены дополнительные баллы, и дайте краткое пояснение.

---

### Инструкция для проверяющих

1. Для каждой работы используется отдельный бланк протокола.

2. В начале проверки в бланк следует переписать из работы 6-значный номер регистрационной карточки, класс и фамилию автора работы. Не вполне читаемые или отсутствующие данные помечаются знаком «?».

При проверке зашифрованных работ (11 класс) фамилия не указывается.

3. В протоколе все цифровые коды критериев (напечатаны жирным шрифтом), соответствующие содержащимся в работе школьника ответам на задания, обводятся ручкой в кружочек. Исправления не допускаются — вместо испорченного бланка заполняется новый.

Если в ответе на вопрос необходимо оценить что-то, отсутствующее в критериях, нужно отметить кружочком соответствующее количество баллов после слов «+ баллы» и сделать краткое пояснение в разделе «Информация о выставленных дополнительных баллах».

4. Если в работе присутствует ответ на вопрос, но за него не поставлено никаких положительных оценок, нужно обвести в кружочек цифру «0» после слов «+ баллы» (тем самым отмечается, что решение при проверке не было случайно пропущено).

5. После окончания проверки работы (заполнения протокола) бланк протокола следует сложить пополам лицевой стороной наружу и «надеть» на проверенную работу с правой стороны (так, чтобы первая страница протокола оказалась сверху), работу сложить в пачку.

6. Работы, в которых содержатся решения заданий по иным предметам (кроме биологии), следует сложить наверх пачки и приложить поясняющую записку. При этом, если в такой работе имеется также и биология, ответы на вопросы по биологии следует проверить обычным образом и приложить протокол проверки.

7. Если работа оценивается небольшим количеством критериев (не больше 5), можно протокол проверки не заполнять, а все коды критериев выписать на обложку работы.

---

Фамилия, подпись проверяющего:

## Статистика

Приводим статистику решаемости задач конкурса по биологии. Такая статистика даёт интересную дополнительную информацию о задачах (и задании конкурса по биологии в целом): насколько трудными оказались задачи, какие задачи оказались наиболее предпочтительными для школьников, какие версии ответов были наиболее популярными.

В приведённой статистике учтены все работы по биологии, сданные школьниками. (Участники, не сдавшие работ по биологии, не учтены.)

Количество работ, для которых были отмечены соответствующие пункты критериев проверки (пункты, отмеченные 0 раз, не указаны).

пункт	кол-во
101	3704
102	1495
103	2624
104	64
105	2159
106	61
107	79
108	108
109	324
110	570
111	1092
112	150
113	4000
114	524
115	660
116	77
117	932
118	159
119	195
120	745
121	616
1001	473
1002	49
1003	3
1004	4
1006	1
1007	2
1008	1

пункт	кол-во
201	3055
202	1643
203	673
204	2626
205	421
206	1413
207	30
208	10
209	2777
210	521
211	1424
212	4330
213	482
214	70
215	456
216	9
217	2103
218	11
2001	682
2002	158
2003	32
2004	12
2005	3
2006	5
2008	1
2009	2

пункт	кол-во
301	12633
302	2009
303	2513
304	10836
305	5262
306	369
307	240
308	33
309	51
310	109
311	1953
312	1411
313	65
314	462
315	350
3001	649
3002	83
3003	14
3004	7
3005	5
3006	2
3008	2

пункт	кол-во
4011	458
4012	73
4013	19
4014	4
4015	1
402	3261
403	2362
404	547
405	2703
406	4584
407	271
408	421
409	79
410	5979
411	840
412	38
413	4
414	3
415	42
416	203
417	1
4001	344
4002	40
4003	12
4004	2
4005	2

ПУНКТ	КОЛ-ВО
501	3692
502	516
503	582
504	380
505	285
506	224
507	90
5001	165
5002	16
5003	2
5004	1

ПУНКТ	КОЛ-ВО
601	514
602	3057
603	513
604	1656
605	449
606	4718
607	417
6081	810
6082	185
6083	59
6084	3
6085	4
609	198
610	279
611	354
6121	792
6122	177
6123	36
6124	15
6125	4
6131	693
6132	196
6133	67

ПУНКТ	КОЛ-ВО
6134	19
6135	10
6141	29
6142	2
6143	2
6151	355
6152	33
6153	5
616	111
617	788
618	232
619	56
620	121
621	25
622	90
6001	180
6002	41
6003	8
6004	5
6006	1
6007	2
6009	2

ПУНКТ	КОЛ-ВО
701	2062
702	954
703	8223
704	1249
705	4094
706	73
707	1102
708	48
709	49
710	489
711	52
712	1
713	7
7001	341
7002	33
7003	11
7004	2
7005	2
7006	1
7009	1

Сведения о распределении баллов по заданиям.

Баллы	Номера заданий						
	1	2	3	4	5	6	7
—	4567	3462	1584	4285	3359	2562	2674
0	2675	2686	430	1980	9233	5069	2990
1	3961	4407	1976	4125	3175	4554	6358
2	3009	3266	5489	3517	596	2270	3253
3	1634	1764	4185	1874	485	1180	1168
4	705	787	1929	725	139	572	427
5	311	400	838	311	74	364	133
6	148	176	346	147	32	193	52
7	53	78	169	81	11	125	26
8	20	37	86	31	3	71	16
9	15	16	37	21	3	46	6
10	9	14	22	8	0	41	3
>10	5	19	21	7	2	65	6
Всего	17112	17112	17112	17112	17112	17112	17112

Сумма баллов	Количество участников по классам											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	1	6	1	29	122	87	64	38	27	39	414
1	0	1	3	3	38	124	127	77	71	39	27	510
2	0	0	2	6	38	173	184	143	94	61	68	769
3	0	1	0	3	46	203	229	253	156	98	92	1081
4	e 0	e 0	e 0	e 4	e 47	227	293	260	221	126	127	1305
5	0	0	0	5	36	183	282	281	225	155	150	1317
6	0	0	1	2	20 e	144	293	314	263	186	171	1394
7	0	0	1	2	16	145	232	292	270	182	165	1305
8	v 0	v 0	v 0	v 2	v 23	99 e	207	261	272	201	194	1259
9	0	0	0	0	5	108	168 e	227	238	184	210	1140
10	0	0	1	0	6	65	131	208 e	248	182	186	1027
11	0	0	0	2	5	47	91	160	200	166	202	873
12	0	0	0	0	3 v	33	85	135	146 e	151	178	731
13	0	0	0	0	2	21	59	99	140	133 e	198	652
14	0	0	0	0	2	17 v	47	77	101	126	157	527
15	0	0	0	0	1	12	39	59	86	120	139	456
16	0	0	0	0	0	6	22 v	56	63	85	143	375
17	0	0	0	0	2	6	20	42	41	69	128	308
18	0	0	0	0	1	6	11	28 v	45	64	95	250
19	0	0	0	0	1	3	8	27	39	52	84	214
20	0	0	0	0	0	4	8	20	15 v	49	79	175
21	0	0	0	1	0	2	5	12	20	40	58	138
22	0	0	0	0	1	2	6	12	19	28 v	61	129
23	0	0	0	0	1	0	3	8	15	25	49	101
24	0	0	0	0	1	0	4	13	14	20	36	88
25	0	0	0	0	0	0	0	4	12	21	47	84
26	0	0	0	0	0	0	0	5	16	18	32	71
27	0	0	0	0	0	0	1	3	3	12	24	43
28	0	0	0	0	0	0	2	1	6	12	28	49
29	0	0	0	0	0	0	1	3	3	16	30	53
30	0	0	0	0	0	0	0	1	1	12	15	29
31	0	0	0	0	0	0	1	4	3	10	17	35
32	0	0	0	0	0	0	0	2	3	10	18	33
33	0	0	0	0	0	0	0	2	2	5	10	19
34	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	13	18
35	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	10	19
>35	0	0	0	0	0	0	1	7	8	33	71	120

В таблице на предыдущей странице представлены сведения о распределении суммы баллов, набранных участниками на конкурсе по биологии, по классам. Знаками «е» и «v» в таблице показаны границы соответствующих критериев награждения.

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по биологии («v»), получивших балл многоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по биологии (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	всего
Всего	0	3	14	31	324	1752	2647	3162	3097	2730	3351	17111
«е»	0	0	2	13	119	608	741	965	1025	800	1081	5354
«v»	0	0	1	5	54	112	179	252	224	323	461	1611

# Конкурс по лингвистике

## Задачи

Все задачи (№ 1, № 2 и № 3) адресованы всем классам, при подведении итогов учитываются класс и достигнутые результаты по всем задачам (решённым как полностью, так и частично).

Учащимся 8 класса и младше достаточно полностью решить любую одну задачу, учащимся 9–11 классов достаточно полностью решить любые две задачи из трёх.

**Задача 1.** Даны некоторые существительные и прилагательные языка мангарайи<sup>15</sup> и образованные от них множественные основы («множественной основой» в мангарайи называется основа, которая может выражать множественное число и некоторые близкие к нему значения):

перевод	существительное или прилагательное	множественная основа
лилия	gurjag	gurjurjag-
молодой человек	waɭima	waɭaɭima-
раковина	d'adal	d'adadal-
ребёнок брата бабушки	gaŋji	gaŋjaŋji-
старый	gabuji	gababuji-
ребёнок	waŋgi	waŋgaŋgi-

**Задание 1.** Образуйте исходную форму от следующих множественных основ:

старик	bugbugbug-
отец	jirirag-
грязь	ɟalwalwaji-
яйцо	baŋgaŋgal-

**Задание 2.** Образуйте множественные основы от следующих слов:

дядя (брат матери)	gambuɟa
грязный (о воде)	guraɟɟinɟi
знающий	ɟimgan
крыло	d'ud'u

Поясните Ваше решение.

**Примечание.** d', ɟ, ɭ, ɟ, ɟ, ɟ — особые согласные языка мангарайи.

---

<sup>15</sup>Мангарайи — язык, на котором говорит не более 50 человек на полуострове Арнемленд в Австралии; предположительно относится к семье гунвиньгу.



**Задача 2.** Даны числа, записанные в особой системе, которая применялась в древней Греции до III века до нашей эры

$\Delta I - 11$

$\text{НIII} - 103$

$\Delta \Pi - 16$

$\text{Н}\Delta\Delta\text{ПIII} - 129$

$\Delta\Delta\text{ПIII} - 28$

$\text{НН}\Delta\Delta - 620$

$\text{НП} - 56$

**Задание 1.** Запишите обычными цифрами числа:

$\text{Н}\Delta\text{ПIII}$

$\text{НН}\Delta\Delta\Delta\text{П}$

$\text{ННННП}$

**Задание 2.** Запишите в рассмотренной системе записи числа:

24, 40, 91, 157, 555

Поясните Ваше решение.

**Задача 3.** Даны фразы на китайском языке, записанные латинскими буквами, и их переводы на русский язык:

Tad gangbi haokan.

Его ручка красивая.

Ger haoting.

Песня красивая.

Wo chi pingguo.

Я ем яблоко.

Women he cha.

Мы пьем чай.

Wod gangbi bu xie.

Моя ручка не пишет.

Wod pingguo bu haochi.

Моё яблоко невкусное.

Ni xue zhongwen.

Ты изучаешь китайский язык.

Zhongwen bu haoxue.

Китайский язык нелёгкий.

Nimend hanzi haoxie.

Ваш иероглиф лёгкий.

Wo kan niunai.

Я смотрю на молоко.

**Задание.** Переведите на китайский язык:

Твоё яблоко некрасивое.

Он слушает песню.

Вы пишете иероглиф.

Их молоко невкусное.

Поясните Ваше решение.

## Решения задач конкурса по лингвистике

**Задача 1.** Автор задачи и решения — Я. Г. Тестелец.

Обозначим любой согласный символом С, а любой гласный — символом Г.

Слова, которые начинаются на  $C_1G_1C_2G_2$ - (их первый слог — открытый), образуют множественную основу по схеме  $C_1G_1C_2-G_1C_2-G_2$ -, удваивая последовательность «первый гласный + второй согласный».

Слова, которые начинаются с закрытого слога  $C_1G_1C_2C_3G_2$ -, образуют множественную основу по модели  $C_1G_1C_2C_3-G_1C_2C_3-G_2$ -, удваивая последовательность «первый гласный + второй и третий согласные».

Оба правила можно объединить, например, в такой формулировке: перед вторым гласным повторяется предшествующая ему последовательность звуков, начиная с первого гласного.

### Задание 1.

1. bugbug (от множ. bugb ugbug- ‘старик’)
2. jirag (от множ. jir irag- ‘отец’)
3. jalwaji (от множ. jalw alwaji- ‘грязь’)
4. baŋgal (от множ. baŋg aŋgal- ‘яйцо’)

### Задание 2.

1. gambambuḡa- (от основы gambuḡa ‘дядя (брат матери)’)
2. gururaŋŋinji- (от основы guraŋŋinji ‘грязный (о воде)’)
3. ŋimgingan- (от основы ŋingan ‘знающий’)
4. d’ud’ud’u- (от основы d’ud’u ‘крыло’)

Представленное в задаче явление в лингвистике называется *редупликацией*; в языке мангара́йи при образовании множественной основы используется *неполная* или *частичная* редупликация, когда повторяется не всё исходное слово или исходная основа целиком, а какой-либо её фрагмент, обычно один слог.

**Задача 2.** Автор задачи Е. М. Кац, автор решения С. А. Бурлак.

Древнегреческая запись числа 16 ( $\Delta\Pi\Pi$ ) отличается от записи числа 11 ( $\Delta I$ ) на один символ  $\Pi$ , а сами эти числа отличаются на 5. Проще всего предположить, что символ  $\Pi$  означает пять единиц.

Запись чисел 28 ( $\Delta\Delta\Pi\Pi\Pi$ ) и 129 ( $H\Delta\Delta\Pi\Pi\Pi$ )

отличается тем, что 129 начинается с символа  $\Pi$  (такого же, как в числе 103), а на конце у него на одну палочку ( $\Pi$ ) больше. Видимо, палочки обозначают 1, 2, 3 или 4 единицы,  $\Pi$  — сотню, а  $\Delta$  — десяток.

Таким образом:

$$11 = 10 + 1$$

$$16 = 10 + 5 + 1$$

$$28 = 10 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1$$

$$103 = 100 + 1 + 1 + 1$$

$$129 = 100 + 10 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1 + 1$$

В записях двух оставшихся чисел встречаются дополнительные знаки:  $\Pi$  и  $\Pi$ . Число 56 ( $\Pi\Pi$ ) заканчивается на  $\Pi$ , что означает 5 + 1, т. е. 6. Значит,  $\Pi$  с  $\Delta$  внутри обозначает пять ( $\Pi$ ) десятков ( $\Delta$ ). Последнее число, 620 ( $\Pi\Pi\Delta\Delta$ ), должно читаться как «пять ( $\Pi$ ) сотен ( $\Pi$ ) + сотня ( $\Pi$ ) + десяток ( $\Delta$ ) + десяток ( $\Delta$ )».

Таким образом, числа в этой древнегреческой системе записывались так. Каждый разряд имел своё особое буквенное обозначение:

$\Pi$  — единицы,  $\Delta$  — десятки,  $\Pi$  — сотни.

Если единиц некоторого разряда было 1, 2, 3 или 4, записывалось столько соответствующих символов подряд.

Если единиц данного разряда было пять, это обозначалось при помощи символа  $\Pi$ , внутри которого — для десятков и сотен — вписывался знак соответствующего разряда ( $\Pi$ ,  $\Pi$ ).

6, 7, 8 и 9 единиц любого разряда получаются добавлением к соответствующей пятёрке от 1 до 4 символов данного разряда. Нули не обозначаются.

Задание 1.

$$\text{Н}\Delta\text{П}\text{III} = 5 \cdot 10 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1 = 68$$

$$\text{НН}\Delta\Delta\Delta\text{П} = 100 + 100 + 10 + 10 + 10 + 5 = 235$$

$$\text{ННННП} = 5 \cdot 100 + 100 + 100 + 100 + 5 = 805$$

Задание 2.

$$24 = 10 + 10 + 1 + 1 + 1 + 1 = \Delta\Delta\text{III}$$

$$40 = 10 + 10 + 10 + 10 = \Delta\Delta\Delta\Delta$$

$$91 = 5 \cdot 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 1 = \text{Н}\Delta\Delta\Delta\Delta\text{I}$$

$$157 = 100 + 5 \cdot 10 + 5 + 1 + 1 = \text{НН}\Delta\text{П}\text{III}$$

$$555 = 5 \cdot 100 + 5 \cdot 10 + 5 = \text{НН}\Delta\text{П}$$

Комментарий. Эти обозначения (кроме единицы-палочки) происходят от первых букв древнегреческих названий соответствующих числительных: «десять» по-древнегречески ДЕКА (deka), «пять» — PENTE (pente), а «сто» (hekaton) в самых древних письменных памятниках, видимо, начиналось на букву Н (НЕКАТОН), поскольку эта буква изначально использовалась для обозначения не гласного звука «долгое е», как в классическом греческом алфавите, а придыхания *h*.

**Задача 3.** Автор задачи Е. Н. Саввина, автор решения А. Ч. Пиперски.

Порядок слов: подлежащее — сказуемое — дополнение. Глагол-связки в предложениях со сказуемым-прилагательным нет, как и по-русски. Притяжательное местоимение ставится перед существительным, к которому оно относится. Отрицание *bi* ставится перед сказуемым.

Множественное число личных местоимений образуется от единственного числа с помощью суффикса *-men* (*wo* 'я' — *women* 'мы', *ni* 'ты' — *nimen* 'вы'). Притяжательные местоимения образуются от личных местоимений с помощью суффикса *-d* (*wo* 'я' — *wod* 'мой', *nimen* 'вы' — *nimend* 'ваш' и т. п.).

Русские прилагательные 'красивый', 'лёгкий' и т. п. переводятся на китайский язык с помощью сложных слов, состоящих из двух частей: *hao* 'хороший' + глагольный корень. Например:

'вкусный' = 'хороший для еды' = *haochi* (*chi* 'есть'),  
'лёгкий' (о языке) = 'хороший для изучения' = *haoxue* (*xue* 'изучать'),  
'лёгкий' (об иероглифе) = 'хороший для написания' =  
= *haoxie* (*xie* 'писать').

Ответ на задание.

Твоё яблоко некрасивое — *Nid pingguo bu hao kan*

Вы пишете иероглиф — *Nimen xie hanzi*

Он слушает песню — *Ta ting ge*

Их молоко невкусное — *Tamend niunai bu hao he*

## Критерии оценивания

Решение каждой задачи оценивалось по нескольким параметрам. Эти параметры условно обозначались буквами латинского алфавита. Соответствующие отметки проставлялись в специальном бланке протокола проверки работ (см. стр. 128).

Для проверяющих также была предусмотрена возможность внести в протокол своё заключение по решению конкретной задачи конкретным школьником: «задача решена, участник разобрался в сути дела», «частичное решение задачи» или «нет никаких содержательных продвижений». Таким образом, параллельно с проверкой жюри провело заочное совещание по вопросу о критериях оценивания выполненных заданий.

Окончательные критерии оценивания (в терминах: полное решение/частичное решение/отсутствие решения) были сформированы предметной рабочей группой по лингвистике с учётом результатов заочного обсуждения.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup>При этом первоначальное мнение проверяющих не во всех случаях совпало с критериями (хотя бы потому, что критерии — единые для всех работ, а мнения проверяющих в совпадающих случаях оценок по пунктам проверки могли быть различными).

Эти критерии по каждому заданию приведены ниже. Для признания задачи решённой требовалось представить как ответы на предложенные задания, так и их обоснование.<sup>17</sup>

В каждом случае приведены минимальные требования к решению, наличие дополнительных пунктов, кроме указанных в критериях, не ухудшает оценку. Если решение соответствует одновременно двум критериям (полное решение и частичное решение), то задача, разумеется, считается решённой полностью. А решения, не соответствующие ни одному из этих критериев, признаются неверными и при подведении итогов не учитываются.

### **Задача № 1.**

*Задача решена.*

Есть А и В и не менее 7 пунктов из списка (С, D, E, F, G, H, I, K).

*Задача решена частично.*

Есть не менее 1 пункта из списка (А, В) и не менее 6 пунктов из списка (С, D, E, F, G, H, I, K).

### **Задача № 2.**

*Задача решена.*

Есть все пункты из списка (А, В, С, F, G, H) и не менее 7 пунктов из списка (I, K, L, M, N, O, P, Q).

*Задача решена частично.*

Есть не менее 5 пунктов из списка (А, В, С, F, G, H) и не менее 6 пунктов из списка (I, K, L, M, N, O, P, Q).

### **Задача № 3.**

*Задача решена.*

Выполнено по крайней мере одно из следующих условий:

1. есть все пункты из списка (А, В, С, D) и не менее 2 пунктов из списка (F, K, N) и не менее 3 пунктов из списка (E, H, J, M);

2. есть все пункты из списка (А, В, С, F, K, N) и не менее 3 пунктов из списка (E, H, J, M).

*Задача решена частично.*

Есть все пункты из списка (А, В, С) и не менее 4 пунктов из списка (E, F, H, J, K, M, N).

---

<sup>17</sup>При этом учтено, что верное решение задачи может быть получено различными способами, и не для всех способов логически необходимы все представленные в протоколе проверки пункты.

## Критерии подведения итогов

Оценка «е» (балл многоборья) ставилась в каждом из следующих случаях:

1. В любом классе не менее 1 решённой задачи.
2. Класс не старше 5 и не менее 1 частично решённой задачи.
3. Класс не старше 7 и не менее 2 частично решённых задач.
4. Класс не старше 9 и не менее 3 частично решённых задач.

Оценка «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по лингвистике) ставилась в каждом из следующих случаев:

1. В любом классе не менее 2 решённых задач.
2. Класс не старше 7 и не менее 1 решённой задачи.
3. Класс не старше 8 и наличие не менее 1 решённой задачи и ещё не менее 1 частично решённой задачи.
4. Класс не старше 10 и есть 1 решённая задача плюс 2 частично решённые задачи.

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится. Приведённые критерии являются минимально необходимыми: итоговый результат не ухудшается, если работа выполнена лучше, чем указано в критериях.

**Конкурс по лингвистике. Протокол проверки работы.**

Номер

карточки

--	--	--	--	--	--

Класс

--	--

Фамилия:

**Задача № 1**

**А**

+		-	
---	--	---	--

 Слова, которые начинаются на  $C_1G_1C_2G_2-$  (открытый слог), образуют множественную основу по схеме  $C_1G_1C_2 - G_1C_2 - G_2-$ , удваивая последовательность «1-й гласный + 2-й согласный» ( $G_1C_2$ ).

**В**

+		-	
---	--	---	--

 Слова, начинающиеся с закрытого слога  $C_1G_1C_2C_3G_2-$ , образуют множественную основу по модели  $C_1G_1C_2C_3 - G_1C_2C_3 - G_2-$ , удваивая последовательность «1-й гласный + 2-й и 3-й согласные» ( $G_1C_2C_3$ ).

Оба правила можно объединить, например, в такой формулировке: «перед вторым гласным повторяется предшествующая ему последовательность звуков, начиная с первого гласного». Если в решении содержится такая или аналогичная формулировка, ставится «+» и за **А**, и за **В**.

**Задание 1.** («Образуйте исходную форму от...»)

**С**

+		-	
---	--	---	--

**bugbug** (от множ. bugbug- ‘старик’)

**Д**

+		-	
---	--	---	--

**jirag** (от множ. jirirag- ‘отец’)

**Е**

+		-	
---	--	---	--

**jalwaji** (от множ. jalwalwaji- ‘грязь’)

**Ф**

+		-	
---	--	---	--

**bangal** (от множ. bangangal- ‘яйцо’)

**Задание 2.** («Образуйте множественные основы от...»)

**Г**

+		-	
---	--	---	--

**gambambuḡa-** (от основы gambuḡa ‘дядя (брат матери)’)

**Н**

+		-	
---	--	---	--

**gururajḡinji-** (от основы guraḡinji ‘грязный (о воде)’)

**И**

+		-	
---	--	---	--

**ḡimḡingan-** (от основы ḡimḡan ‘знающий’)

**К**

+		-	
---	--	---	--

**d’ud’ud’u-** (от основы d’ud’u ‘крыло’)

При выставлении оценок по параметрам **С–К** не учитываются несущественные описки (напр., **ḡimḡingan** вместо **ḡimḡingan** и т. п.).

Решение задачи № 1 (по мнению проверяющего):

**W**

--

 полное**X**

--

 частичное**Y**

--

 неверное**Z**

--

 не записано**Задача № 2**

В данной системе счисления обозначаются:

**А**

+		-	
---	--	---	--

  
единицы **I**

**В**

+		-	
---	--	---	--

  
десятки **Δ**

**С**

+		-	
---	--	---	--

  
сотни **Н**

**Д**

+		-	
---	--	---	--

  
нули не обозначаются

**Е**

+		-	
---	--	---	--

 Если единиц какого-то разряда 1, 2, 3 или 4, пишется соответствующее количество соответствующих символов.

**Ф**

+		-	
---	--	---	--

 Вместо 5 символов **I** пишется буква **Π**,

**Г**

+		-	
---	--	---	--

 в случае десятков и сотен внутри этой буквы **Π** вписывается соответствующий символ (**Δ**, **Н**).

**Н**

+		-	
---	--	---	--

 6, 7, 8 и 9 единиц любого разряда получают добавлением к соответствующей пятёрке от 1 до 4 символов данного разряда.



**Задание 1.**

I	<input type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	И△ΠΠΠΠ = 68
K	<input type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	НН△△△Π = 235
L	<input type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ΠННННΠ = 805

**Задание 2.**

M	<input type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	24 = △△ΠΠΠΠ
N	<input type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	40 = △△△△△
O	<input type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	91 = И△△△△△I
P	<input type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	157 = Н△ΠΠΠΠ
Q	<input type="checkbox"/> + <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	555 = И△ΠΠ

Решение задачи № 2 (по мнению проверяющего):

W ☐ полное    X ☐ частичное    Y ☐ неверное    Z ☐ не записано

**Задача № 3**

Порядок слов: подлежащее — сказуемое — дополнение. Глагола-связки в предложениях со сказуемым-прилагательным нет, как и по-русски. Притяжательное местоимение ставится перед существительным, к которому оно относится. Отрицание *bu* ставится перед сказуемым.

A ☐ + ☐ ☐ - ☐ ☐ Множественное число личных местоимений образуется от единственного числа с помощью суффикса *-men* (*wo* ‘я’ — *women* ‘мы’, *ni* ‘ты’ — *nimen* ‘вы’).

B ☐ + ☐ ☐ - ☐ ☐ Притяжательные местоимения образуются от личных местоимений с помощью суффикса *-d* (*wo* ‘я’ — *wod* ‘мой’, *nimen* ‘вы’ — *nimend* ‘ваш’ и т. п.).

C ☐ + ☐ ☐ - ☐ ☐ Русские прилагательные ‘красивый’, ‘лёгкий’ и т. п. переводятся на китайский язык с помощью сложных слов, состоящих из двух частей: *hao* ‘хороший’ + глагольный корень. Например, ‘вкусный’ = ‘хороший для еды’ = *haochi* (*chi* ‘есть’), ‘лёгкий (о языке)’ = ‘хороший для изучения’ = *haoxue* (*xue* ‘изучать’), ‘лёгкий (об иероглифе)’ = ‘хороший для написания’ = *haoxie* (*xie* ‘писать’).

D ☐ + ☐ ☐ - ☐ ☐ Перевод слова *hao* ‘хороший’.

**Задание.** («Переведите на китайский язык.»)

Твоё яблоко некрасивое — (E ☐ *Nid*) *pingguo bu* (F ☐ *haokan*); ост.: G ☐

Вы пишете иероглиф — (H ☐ *Nimen*) *xie hanzi*; остальное: I ☐

Он слушает песню — (J ☐ *Ta*) (K ☐ *ting*) *ger*; остальное: L ☐

Их молоко невкусное — (M ☐ *Tamend*) *niunai bu* (N ☐ *haohe*); ост.: O ☐

В критериях E–O отмечаются **только верные** ответы. По критерию «остальное (ост.)» отметка ставится в том случае, если в предложении соблюден правильный порядок слов и все остальные части предложения, кроме вынесенных в отдельные критерии, написаны правильно.

При оценке не считаются за ошибку описки не более чем на одну букву в словах, не вынесенных в отдельные критерии (напр., *niunai* вместо *niunai* и т. п.).

Решение задачи № 3 (по мнению проверяющего):

W ☐ полное    X ☐ частичное    Y ☐ неверное    Z ☐ не записано

Фамилия, подпись проверяющего:

## Статистика

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по лингвистике («v»), получивших балл многоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по лингвистике (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	1	5	10	28	453	1947	2666	3188	3084	3548	5788	20718
«е»	1	0	1	10	99	15	51	375	416	606	1222	2796
«v»	0	0	0	1	32	173	355	194	107	197	358	1417

Сведения о количестве решённых задач участниками разных классов. Две оценки «+ / 2» (частичные решения) в данной таблице *условно* учтены как одна решённая задача.

Решено задач	Класс / количество участников										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 задач	1	5	10	27	420	1759	2260	2559	2485	2641	3919
1 задача	0	0	0	1	32	179	363	539	492	710	1406
2 задачи	0	0	0	0	1	9	39	85	93	180	399
3 задачи	0	0	0	0	0	0	4	5	14	17	64

Сведения о решаемости задач (о количестве участников турнира, добившихся соответствующих результатов при решении каждой задачи).

Характеристика решения задачи	Номера задач		
	1	2	3
Задача решена	1859	2496	523
Задача решена частично («+ / 2»)	604	9905	589
Задача не решена	4551	699	2860
Запись решения задачи отсутствует	13707	7621	16749
Всего	20721	20721	20721

# Конкурс по астрономии и наукам о Земле

## Вопросы

Из предложенных 7 заданий рекомендуется выбрать самые интересные (1–2 задания для 8 класса и младше, 2–3 для 9–11 классов). Перечень вопросов в каждом задании можно использовать как план единого ответа, а можно отвечать на все (или некоторые) вопросы по отдельности. Ответы снабдите разумным количеством примеров и пояснений по вашему выбору. За ответы на дополнительные вопросы и дополнительные примеры к оценке правильного ответа добавляются дополнительные баллы.

**1.** 19 ноября 2011 года мы будем торжественно отмечать 300-летие великого русского учёного Михаила Васильевича Ломоносова. Какие его достижения в области астрономии и наук о Земле вы знаете?

**2.** На Северном полюсе Земли завтра, 26 сентября [2011 г.], закончится полярный день, который начался ещё 18 марта (191 сутки). На Южном полюсе день длится с 21 сентября по 23 марта (182 суток). Сколько длится полярная ночь? Почему на Северном полюсе полярный день длиннее, чем на Южном? Какие полярные дни и ночи на Луне? На Марсе?

**3.** Сколько на звёздной карте можно насчитать «рогов и копыт»?

**4.** В 1959 году А. П. Капица (1931–2011) открыл необычное озеро на глубине несколько километров(!). Как оно было открыто и в чём его уникальность? Почему это событие считается одним из крупнейших географических открытий второй половины 20 века? Какое значение имеет это открытие для изучения планеты Земля и Солнечной системы в целом?

**5.** Что самое горячее (на Земле и во Вселенной)? А что самое холодное?

**6.** 11 марта 2011 года произошло сильнейшее землетрясение в Японии (которое не было предсказано!). Действительно ли острова Японии сдвинулись на 20–40 м? Что такое землетрясение; в чём его причина и в чём опасность таких событий? Какие принятые меры безопасности себя оправдали; какие главные меры на будущее и где должны быть приняты?

**7.** 18 июля 2011 года с Байконура был запущен российский телескоп «Радиоастрон». Зачем нужен радиотелескоп в космосе, ведь радиоволны через атмосферу доходят до поверхности Земли свободно? Правда ли, что он больше (выше, дальше, быстрее) всех? Что астрономы будут исследовать и что надеются «разглядеть» с его помощью?

## Комментарии к заданиям

*1. 19 ноября 2011 года мы будем торжественно отмечать 300-летие великого русского учёного Михаила Васильевича Ломоносова. Какие его достижения в области астрономии и наук о Земле вы знаете?*

Ломоносов проявлял большой интерес к исследованиям по оптике и астрономии и в этих областях сделал значительные открытия. Предложил в 1762 новую систему телескопа-рефлектора, в котором вогнутое зеркало слегка наклонено к оси трубы. Аналогичная идея только в 1789 году была независимо выдвинута В. Гершелем (этот тип телескопа теперь называется системой Ломоносова — Гершеля). Занимался разработкой «ночезрительной трубы», позволяющей более отчётливо видеть предметы при слабом ночном освещении, новых мореходных инструментов и других оптических приборов. Первым в России начал развивать фотометрические методы.

В 1757–1765 годах Ломоносов занимался астрономическими исследованиями. На основе своих представлений о природе электричества выдвинул оригинальную теорию строения и состава комет, в которой подчёркивается роль электрических сил в свечении хвоста и головы кометы. В 1761 году наблюдал в телескоп редкое явление прохождения Венеры по диску Солнца, правильно истолковал замеченное помутнение края солнечного диска и образование светящегося «пупыря» как результат наличия атмосферы у Венеры. Описал детали этого явления в работе «Явление Венеры на Солнце, наблюденное в С.-Петербургской императорской Академии наук мая 26 дня 1761 года». Это открытие было замечательным подтверждением идей о том, что в природе существуют планеты, подобные нашей Земле.

Ломоносов был горячим сторонником идеи о множественности обитаемых миров. Уделял большое внимание проблеме природы тяготения, вопросу о пропорциональности массы тел и их веса, изучению силы тяжести с помощью специальных маятников и других приборов. С помощью разработанной им конструкции маятника, позволявшей обнаруживать крайне малые изменения направления и амплитуды его качаний, Ломоносов осуществил длительные исследования земного тяготения. Положил начало развитию в России гравиметрии.

Значительное внимание Ломоносов уделил исследованиям атмосферного электричества, проводившимся им совместно с Г. В. Рихманом. Ломоносов и Рихман придали своим экспериментам количественный характер, разработав для этой цели специальную аппаратуру — «громовую машину».

Ломоносов уделял значительное внимание развитию в России геологии и минералогии и лично произвёл большое количество анализов горных пород. Он доказывал органическое происхождение почвы, торфа, каменного угля, нефти, янтаря. В своём «Слове о рождении металлов от трясения Земли» (1757) и в работе «О слоях земных» (ок. 1750-х, опубл. 1763) он последовательно проводил идею о закономерной эволюции природы и фактически применял метод, впоследствии получивший в геологии название актуализма. «...Напрасно многие думают, что все, как видим, сначала Творцом создано, — писал Ломоносов, — ...Таковые рассуждения весьма вредны приращению всех наук...» В этой же работе Ломоносов приводил доказательства существования материка на Южном полюсе Земли.

В 1758 Ломоносову было поручено «смотрение» за Географическим департаментом, Историческим собранием, Университетом и Академической гимназией при Академии Наук. Основной задачей Географического департамента было составление «Атласа Российского». Ломоносов разработал обширный план получения как физико-географических, так и экономико-географических данных для составления «Атласа» с помощью организации географических экспедиций, а также обработки ответов на специальные анкеты, разосланные в различные пункты страны.

В «Рассуждениях о большой точности морского пути» (1759) Ломоносов предложил ряд новых приборов и методов для определения долготы и широты места. В этом сочинении он впервые внёс предложение об организации международной Мореплавательской академии для совместного решения наиболее важных научно-технических проблем мореплавания. Ломоносов исследовал морские льды и дал первую их классификацию. Он неоднократно подчёркивал политическую и хозяйственную важность для России освоения Северного морского пути. Написал «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию» (1762–1763) и «прибавление» к этой работе «О северном мореплавании на Восток по Сибирскому океану» (1764), сопроводив его «примерной» инструкцией «морским командующим офицерам». Он предвидел, что «России могущество будет прирастать Сибирью».

Ломоносов — основоположник материалистического естествознания в России. Он боролся против метафизической ограниченности современного ему естествознания и неоднократно высказывался в защиту идеи о закономерном развитии всей природы. В работе «О слоях земных» (1763) писал: «...Твёрдо помнить должно, что видимые телесные на Земле вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от

создания, как ныне находим, но великие в нём происходили перемены». Свои взгляды на строение Вселенной, природу Солнца неоднократно высказывал в замечательных по глубине поэтических произведениях. Некоторые идеи и прозрения Ломоносова на века опередили своё время (см. <http://www.lomonosow.org.ru/lib/sa/author/100002>, <http://www.astronet.ru/db/msg/1219876>).

**2.** *На Северном полюсе Земли завтра, 26 сентября [2011 г.], закончится полярный день, который начался ещё 18 марта (191 сутки). На Южном полюсе день длится с 21 сентября по 23 марта (182 суток). Сколько длится полярная ночь? Почему на Северном полюсе полярный день длиннее, чем на Южном? Какие полярные дни и ночи на Луне? На Марсе?*

Полюса Земли, как известно, – это условные точки, соответствующие пересечению её поверхности осью вращения. Географическая широта полюса равна  $\pm 90^\circ$ . При этом на географических полюсах Земли небесный полюс мира совпадает с местным зенитом, а небесный экватор — с местным горизонтом (без атмосферы). Соответственно, на полюсах Земли солнце в течение суток не совершает восхода и заката, а обращается вокруг зенита (вдоль горизонта по всем азимутам) на одной высоте. При этом высота солнца над горизонтом количественно равна склонению Солнца на небесной сфере. Высота солнца над горизонтом (как и склонение Солнца) на протяжении года на Северном полюсе плавно изменяется от  $+23,5^\circ$  (летнее солнцестояние) до  $-23,5^\circ$  под горизонтом (зимнее солнцестояние). Продолжительность полярного дня (солнце над горизонтом) и полярной ночи (солнце под горизонтом) определяется прежде всего интервалами времени между весенним и осенним равноденствиями, т. е. датами, когда Солнце пересекает небесный экватор внизу вверх или сверху вниз.

Интервалы между равноденствиями отличаются на 7 дней: от весеннего (21 марта) до осеннего (23 сентября) проходит 186 дней; от осеннего до весеннего — 179 дней. Соответственно, и полярный день на Северном полюсе Земли тоже длится дольше, чем на Южном. Разница интервалов между равноденствиями (т. е. между длительностью летнего и зимнего полугодий) возникает из-за некруговой формы орбиты Земли и неравномерной скорости движения Земли по орбите. Орбита Земли имеет форму эллипса с эксцентриситетом 0,0167, расстояние от Солнца до Земли изменяется от 147,5 млн. км в перигелии до 152,5 млн. км в афелии. Перигелий Земля проходит 2–4 января, а афелий 4–7 июля. По законам Кеплера изменяется и скорость движения Земли по орбите:

от 30,27 км/сек в перигелии до 29,27 км/сек в афелии. Поэтому Земля проходит зимнюю половину своей орбиты, более близкую к Солнцу, быстрее, чем летнюю половину<sup>18</sup>.

Кроме неравномерности орбиты на длительность светового дня оказывает своё влияние и атмосфера Земли. За счёт рефракции (преломления света в нижних слоях атмосферы) все небесные светила около горизонта кажутся приподнятыми вверх относительно своего истинного положения. Угол атмосферной рефракции около горизонта достигает  $0,5^\circ$ , поэтому светило, в реальности уже опустившееся на этот угол ниже горизонта, мы всё ещё видим на горизонте. Кроме этого, само Солнце на небе не является точкой, а имеет угловой диаметр около  $0,5^\circ$ . Поскольку в периоды около равноденствий Солнце опускается или поднимается по склонению примерно на  $0,4^\circ$  в сутки, то за счёт рефракции и углового размера Солнца световой полярный день продлевается ещё почти на 2,5 суток весной и осенью.

Итого на Северном полюсе Земли полярный день длится 191 сутки и полярная ночь 174 суток, а на Южном полюсе — полярный день 182 суток и полярная ночь — 183 суток.

Луна движется вокруг Земли по орбите, наклонённой относительно эклиптики на угол от  $4^\circ 59'$  до  $5^\circ 19'$ , причём её оборот вокруг своей оси совпадает с периодом обращения вокруг Земли. При этом ось собственного вращения Луны наклонена к плоскости лунной орбиты (угол между осью и плоскостью  $83^\circ 19'$ , а не  $90^\circ$ ) и в течение одного оборота приблизительно сохраняет своё направление в пространстве, т. о. либрация Луны по широте достигает  $6^\circ 41'$ . Соответственно, Луна вращается вокруг своей оси, ориентированной почти перпендикулярно плоскости эклиптики и падающим лучам Солнца (при этом обращаясь по орбите вокруг Земли). Явление полярного дня (или ночи) захватывает только малую область примерно  $1,5^\circ$  вокруг полюсов Луны (размером около 90 км), а его длительность составляет половину оборота Земли вокруг Солнца, т. е. половину земного года. Столь малый угол изменения высоты Солнца над горизонтом Луны позволяет центральным частям кратеров на полюсах Луны оставаться вечно в тени; туда никогда не проникают лучи Солнца, и такие кратеры служат в качестве «холодных ловушек» для летучих соединений от падающих на Луну комет (см.: <http://www.astronet.ru/db/msg/1251383>).

Наклонение орбиты Марса вокруг Солнца составляет всего  $1,85^\circ$ , однако наклон его оси вращения  $24,94^\circ$  (угол между осью враще-

---

<sup>18</sup>Имеются ввиду зима и лето Северного полушария.

ния и перпендикуляром к плоскости орбиты). Наклон оси вращения Марса обеспечивает смену времён года (марсианский год = 686,98 земных дней), причём полярные области на Марсе даже больше, чем на Земле. Поскольку эксцентриситет орбиты Марса составляет 0,094, что значительно больше земного, то и разница в длительности двух полугодий будет также больше. Так, северная весна и лето, вместе взятые, длятся 371 день, то есть заметно больше половины марсианского года. В то же время, они приходятся на участок орбиты Марса, более удалённый от Солнца. Поэтому на Марсе северное лето долгое и прохладное, а южное — короткое и жаркое. Полярные шапки Марса состоят из двух составляющих: сезонной — углекислого газа, и вековой — водяного льда. Во время зимы на Марсе идёт снег из  $\text{CO}_2$ , и 20–30 процентов всей атмосферы Марса намораживается на его полярной шапке. На южной полярной шапке Марса обнаружены действующие гейзеры: струи углекислого газа с весенним потеплением вырываются вверх на большую высоту (см. <http://lenta.ru/news/2011/08/08/mars> и [http://ru.wikipedia.org/wiki/Марс\\_\(планета\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Марс_(планета))).

### 3. *Сколько на звёздной карте можно насчитать «рогов и копыт»?*

Как многие правильно догадались, в данном случае не идёт речь о реально существующих рогах и копытах — это атрибуты известных нам животных, живущих на Земле. Однако, на звёздной карте неба присутствует множество названий животных (как подобных реальным, так и мифических), и даже имена героев, у которых, как у художественного образа, могут быть воображаемые и рога («р»), и копыта («к»). Ниже эти названия перечислены, причём при подсчёте числа «копыт» учитывалось, является ли реальный прообраз конкретного названия животным парно- или непарнокопытным (например: конь — 4 копыта; корова — 4 парных копыта, всего 8 копыт). Кроме этого, Телец и Козерог на небе изображены в виде передней половины соответствующих парнокопытных животных, им засчитано по 4 копыта.

#### *Созвездия современные*

Единорог (1р4к)

Жираф (2р8к)

Козерог (2р4к; парнокопытный, половина)

Малый Конь (0р4к)

Овен (2р8к)

Пегас (0р4к)

Стрелец/Кентавр (0р4к)



Телец (2р4к)

Центавр/Кентавр (0р4к)

*Созвездия Древнего Египта*

Мес/Нога Быка (0р2к)

Исида/на Рогах Коровы (2р8к)

*Созвездия Древнего Китая*<sup>19</sup>

Цзюэ/Рог (1р0к)

Тянь-сы /Четвёрка небесных лошадей (0р16к)

Небесная конюшня и небесные кони (0р?к)

Небесная телега, сбруя и конь (0р4к)

У-цзюй/Пять колесниц (0р20к)

Повозка Небесного Императора (0р12к)

*Созвездия Древней Америки*

*Звёзды-имена:* Капелла/Коза (2р8к), Мицар/Конь (0р4к), Козлёнок/Полярная (2р8к).

*Астеризмы* Козлята, Ослята.

«Рожки» месяца Луны, Венеры, Солнца при частном затмении.

4. В 1959 году А. П. Капица (1931–2011) открыл необычное озеро на глубине несколько километров(!). Как оно было открыто и в чём его уникальность? Почему это событие считается одним из крупнейших географических открытий второй половины 20 века? Какое значение имеет это открытие для изучения планеты Земля и Солнечной системы в целом?

**Андрей Петрович Капица** — член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой рационального природопользования географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, доктор географических наук, родился 9 июля 1931 г. в Кембридже (Великобритания), скончался в Москве 2 августа 2011 г. на 81-м году жизни. Его отец — Пётр Капица (1894–1984), директор института физических проблем АН СССР, академик АН СССР, лауреат Нобелевской премии по физике. А. П. Капица в 1958 г. защитил кандидатскую диссертацию «Морфология ледникового покрова Восточной Антарктиды»; в 1965 г. — докторскую диссертацию «Подлёдный рельеф Антарктиды». Андрей Капица участвовал в четырёх Советских Антарктических экспедициях (1955–1964), где прошёл три санно-гусеничных похода. Во время этих экспедиций он провёл измерения толщины ледникового покрова Антарктиды, на

<sup>19</sup>См. также <http://www.zvezdi-oriona.ru/56586.htm>

базе которых им была создана карта рельефа подлёдного ложа Антарктиды. В 1966–1970 гг. Андрей Капица был деканом Географического факультета МГУ. В 1967–1969 гг. возглавлял Восточно-Африканскую Комплексную экспедицию по изучению рифтовых зон Африки. В 1972 г. Андрей Капица создал во Владивостоке Тихоокеанский институт географии ДВНЦ АН СССР и стал его первым директором. В 1996 г., совместно с британскими учёными, профессором Капицей сделано крупное географическое открытие: было открыто подлёдное озеро Восток в Антарктиде<sup>20</sup> (20 июня 1996 г.). Гипотеза о возможности существования этого озера была выдвинута Андреем Петровичем ещё в 1957 г. Это открытие считается одним из самых значительных географических достижений XX века.

**Озеро Восток** — крупнейшее подлёдное озеро в Антарктиде. Озеро расположено в районе антарктической станции «Восток» (77° южной широты, 105° восточной долготы) под ледяным щитом толщиной около 4000 м и имеет размеры приблизительно 250 × 50 км. Предполагаемая площадь 15,5 тыс. км<sup>2</sup>. Глубина более 1200 м. Озеро Восток уникально прежде всего тем, что, возможно, находилось в изоляции от земной поверхности на протяжении сотен тысяч лет. Естественным изолятором озера служил и служит четырёхкилометровый ледяной панцирь над ним. Как полагают учёные, в водах озера могут обитать живые организмы, ибо в нём имеются все необходимые для жизни факторы:

— Пресная вода, содержание кислорода в которой примерно в 50 раз выше, чем в обычной пресной воде. Кислород в воды озера доставляют постепенно опускающиеся в глубины верхние слои льда.

— Температура воды весьма высокая — не менее +10 °С в глубине. Тепло озеро получает, скорее всего, от подземных геотермальных источников. Температура на границе вода-лёд составляет –3,2 °С.

— Давление воды в озере, согласно расчётам, более 300 атмосфер (давление создаётся толщей льда), но микроорганизмы могли приспособиться к таким условиям.

Микроорганизмы, приспособленные к жизни в таких удивительных условиях, изолированные от земной биосферы (а значит и эволюционные процессы там протекали по-другому), могут обладать уникальными свойствами. Название озеро получило от советской (теперь российской, с международным экипажем) научной станции «Восток»<sup>21</sup>, работающей в этом районе с 1957 года. Открытие озера Восток — одно из круп-

---

<sup>20</sup>См. <http://ria.ru/ecoinfogr/20110201/328989174.html>

<sup>21</sup>См. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Восток\\_\(антарктическая\\_станция\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Восток_(антарктическая_станция))

нейших географических открытий второй половины XX века. Всего на 2007 год в Антарктике обнаружено более 140 подледниковых озёр.

См. также:

<http://eco.ria.ru/ecoinfogr/20110201/328989174.html>

[http://ru.wikipedia.org/wiki/Восток\\_\(озеро\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Восток_(озеро))

Мысль о том, что при очень большой толщине ледника температура у его нижней границы может стать равной температуре плавления льда, известна с конца XIX века. Центральные области ледникового покрова Антарктиды находятся в условиях, когда отвод тепла от нижней поверхности ледника вверх из-за большой его толщины очень мал. В связи с этим часть геотермического потока должна постоянно затрачиваться на непрерывное **таяние** у границы лёд/твёрдое ложе. Температура льда у его нижней границы равна температуре плавления ( $-2^{\circ}\text{C}$ ) при давлении у ложа более 300 атмосфер. Талая вода в виде сравнительно тонкой плёнки выдавливается в те места, где толщина ледника меньше, и намерзает там вновь, двигаясь к краям ледника уже в виде льда. В отдельных углублениях подлёдного ложа эта вода может скапливаться в виде озёр под самой толстой центральной частью Антарктического ледяного щита.

**Акустическое зондирование** ледникового щита под станцией Восток, проведённое под руководством А. П. Капицы в 1959 и 1964 годах позволило определить его толщину. При этом оказалось, что помимо главного пика отражения от дна ледника в приёмном сигнале выявлялся ещё один пик. Тогда он был интерпретирован как отражение от нижней границы слоя осадочных пород под ледником. Позже возникло предположение, что это был сигнал отражения от границы льда с водой. Существование озера, как и других подлёдных озёр, было предсказано (опираясь на данные исследований и теоретические обоснования) А. П. Капицей ещё в 1955–1957 годах, но считается, что само открытие произошло относительно недавно, в 1996 г., совместными усилиями российских и британских полярников.

В 1989 году исследователями совместной экспедиции советских, французских и американских учёных на базе станции Восток было начато **бурение льда** с целью палеоклиматических исследований. Начиная с глубины 3539 м, достигнутой к 1996 г., химический и изотопный состав льда и его кристаллографическая структура существенно изменились — оказалось, что этот лёд представляет собой **замороженную воду** подлёдного озера. Бурение было проведено до глубины 3623 м. Образцы льда с этой глубины имели возраст около 420 тыс. лет,

поэтому предполагается, что озеро было закупорено льдом не менее 500 тыс. лет назад. Бурение было приостановлено в 1999 г. приблизительно в 120 м от предполагаемой поверхности озера, чтобы не допустить загрязнения воды, которое может навредить уникальной экосистеме озера. 7 февраля 2011 года скважина была законсервирована до следующего года. Буровой снаряд был остановлен на отметке 3720 метров.

Хотя прямых свидетельств наличия жизни в озере Восток пока не получено, большинство исследователей считает, что в озере могут обитать **микроорганизмы**. Экосистема озера относится к субгляциальным (подлёдным) экосистемам, которые характеризуются крайне высокой степенью олиготрофности, то есть низкой концентрацией питательных веществ. Если жизнь в глубинах озера и есть, то образовать экосистему она может только при наличии притока энергии в химической форме (восстановленного неорганического субстрата), то есть начальными звеньями пищевых цепей экосистемы должны быть хемосинтезирующие организмы. Возможным аналогом могут послужить экосистемы абиссальных выходов минерализованных гидротермальных флюидов (чёрных и белых курильщиков), привязанных к разломам земной коры. Наличие или отсутствие источников таких субстратов весьма зависит от геологической природы озера Восток: если есть рифтовая впадина — флюиды могут поступать.

Лёд из верхних слоёв воды озера намерзает на подошву покрывающего его ледника. Естественно, что эти намёрзшие слои стали объектом исследований для определения численности и состава микрофлоры озера. Во многих пробах льда из замороженных слоёв отмечается концентрация бактериальных клеток в  $10^2$ – $10^4$  бактерий на  $\text{см}^3$ ; некоторые исследователи показали наличие ДНК-последовательностей, близких к ДНК термофильных и хемотрофных **бактерий**, что может указывать на наличие очагов геотермальной активности в озере.

Условия в подлёдном водоёме Восток могут быть близки к условиям на Земле в период позднего протерозоя (750–543 млн. лет назад), когда несколько раз происходили глобальные **оледенения** земной поверхности, продолжавшиеся до 10 млн. лет (гипотеза «Земля-снежок»<sup>22</sup>).

Предполагается, что опыт исследования озера может быть полезен при исследовании спутников Юпитера Европы и Каллисто, и спутника Сатурна Энцелад, на которых, по некоторым гипотезам, существуют

---

<sup>22</sup>См. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Земля-снежок>

аналогичные образования. Это может стать одним из наиболее многообещающих проектов поиска внеземной жизни. Европа рассматривается в качестве одного из основных местоположений Солнечной системы, где возможна внеземная жизнь. Жизнь может существовать в подповерхностном океане, в окружающей среде, вероятно, похожей на земные глубоководные гидротермальные источники или антарктическое озеро Восток. Жизнь в таком океане, возможно, была бы подобна микробной жизни в глубоком океане Земли. В настоящее время не существует никаких прямых доказательств существования жизни на Европе, но вероятное присутствие жидкой воды побуждает отправлять туда для более пристального изучения научные исследовательские экспедиции.

**Дополнение.** Предлагая это задания участникам Турнира, организаторы дали школьникам возможность не только самостоятельно порассуждать на предложенную тему, но и впоследствии проверить свои рассуждения, сопоставив их с фактическими научными результатами.

Ко времени проведения Ломоносовского Турнира 25 сентября 2011 года бурение скважины к подлёдному озеру Восток находилось на завершающем этапе. Очередной этап бурения был успешно завершён 5 февраля 2012 года — скважина достигла воды озера Восток.

Но образцы воды из озера пока ещё не получены и не исследованы. Сейчас учёные ждут, пока вода, попавшая из озера в скважину, замёрзнет. Потом по этом участку скважины проведут бурение ещё раз и возьмут образовавшийся лёд для исследования. Это делается для того, чтобы избежать непосредственного контакта с водой озера и не занести в неё с поверхности земли живые организмы, а также не загрязнить озеро веществами, использовавшимися при бурении. Ведь если сейчас мы как-то повлияем на озеро, то уже не узнаем, каким оно было раньше.

Работы в Антарктиде проводятся только зимой (точнее, когда у нас в Северном полушарии зима, а там — в Южном полушарии — лето). В остальное время в Антарктиде слишком холодно, такая погода для работы не годится. Первые образцы льда из замороженной воды озера Восток планируется получить только через 2 года — зимой 2013/2014 года (для того, чтобы изготовить необходимое оборудование, доставить его в Антарктиду и выполнить все работы, необходимые для забора проб воды, одного рабочего сезона оказывается недостаточно). Вот тогда мы и узнаем много интересного о составе воды реликтового озера, о том, есть ли там жизнь и какая она, и сможем проверить другие предположения, которые сделали участники Ломоносовского турнира 25 сентября 2011 года.

**5.** *Что самое горячее (на Земле и во Вселенной)? А что самое холодное?*

**1. Климатические зоны Земли** в зависимости от широты и угла падения лучей Солнца: (полюс — экватор) холодный, умеренный, жаркий пояс.

**2. На поверхности Земли:** Полюса жары —  $+58\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Эль-Азии, Ливия,  $+57\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Долине Смерти (в Калифорнии) и  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Аравийской пустыне; абсолютный рекорд жары для России ( $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) наблюдался в Нижнем Поволжье, близ солёных озёр Эльтон и Баскунчак. Полюс холода — центральные районы Антарктиды (станция Восток)  $-89,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; в Северном полушарии самая низкая температура была зафиксирована в Верхоянске (Якутия):  $-69\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Оболочка Земли, в пределах которой температуры обычно ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , называется криосферой. В тропиках она начинается на высоте ок. 4500 м, в высоких широтах (к северу и югу от  $60\text{--}70^{\circ}$ ) — от уровня моря. В приполярных районах на материках криосфера может простираться на несколько десятков или сотен метров ниже земной поверхности, формируя горизонт многолетней мерзлоты.

**3. На планете Земля. Атмосфера** — в мезопаузе (на высоте 80–90 км) температура уменьшается до  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; в термосфере (высоты 100–800 км) достигает 2000 градусов. В атмосферных электрических разрядах (грозовых молниях) могут кратковременно наблюдаться температуры  $25000\text{ }^{\circ}\text{C}$  и больше. В гидросфере: на экваторе наблюдаются наиболее высокие температуры поверхностных вод океана  $+28\cdots+29\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; в морях, окружённых жаркими пустынями, еще выше: в Красном море — до  $+34\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в Персидском заливе — до  $+35,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В гидротермальных источниках (термах) температуры воды  $+80\cdots+95\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в гейзерах на глубине 70–150 м вода перегрета до  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В глубине океана, на глубинах ниже 3–4 километров температура колеблется в интервале  $+2\cdots 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Однако, непосредственно на дне океана температура воды, выходящей из чёрных курильщиков, достигает  $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В мантии Земли: температура извергающейся лавы вулканов —  $+500\cdots+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температура у подошвы мантии (на глубине 2900 км) разными авторами оценивается цифрами  $+3000\cdots+7000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температура в центре ядра может достигать 7500 К, а это больше, чем температура поверхности Солнца.

**4.** Человечеством реализованы технические параметры нагрева до  $10^8\text{ К}$  (термоядерный синтез) и охлаждения до  $10^{-6}\text{ К}$  (физика сверхнизких температур).

5. На **Солнце**: температура поверхности (фотосфера) — в среднем 5760 К, в ядре Солнца — более 14 миллионов градусов, в короне Солнца — до 5 млн. градусов.

6. **Планеты** Солнечной системы извне нагреваются излучением Солнца. На Меркурии наблюдаются самые резкие перепады температур поверхности за счёт близости его к Солнцу, медленного вращения и крайне слабой атмосферы:  $+426,9 \dots - 183,2$  °С. На Венере определяющим является парниковый эффект её атмосферы: температура на поверхности — около 750 К ( $+475$  °С). На Луне днём поверхность накаляется до  $+120$  °С, но в тени она остывает до  $-160$  °С. На Марсе температура колеблется от  $-153$  °С на полюсе зимой и до более  $+20$  °С на экваторе в полдень. Чем дальше планета от Солнца, тем холоднее её поверхность. На верхнем слое облаков Юпитера температура  $-107$  °С. Поверхность Ио вымерзает до  $-160$  °С, правда, для потоков извергающейся лавы на Ио характерна температура в 1300 К, а местами и в 1600 К. Ледяная кора Европы очень холодная:  $-150 \dots - 190$  °С. Температура у поверхности Титана, спутника Сатурна,  $-170 \dots - 180$  °С. Ядра комет ещё холоднее (около 28 К, или  $-245$  °С), но по мере приближения к Солнцу они нагреваются до 330 К ( $+57$  °С). Температура поверхности кометы Галлея на расстоянии 0,8 а.е. от Солнца была примерно равна 360 К (или  $+87$  °С). В то же время недра планет-гигантов разогреваются ещё сильнее, чем у Земли: у Юпитера температура ядра оценивается в 21000 К.

7. **Звёзды**. Существуют очень холодные звёзды, с температурой поверхности около 2000 К и даже менее (коричневые карлики) и очень горячие звёзды, с температурой до 50000 К (голубые гиганты). Поверхностная температура Солнца сейчас (жёлтый карлик) равна 5760 К, через 5 млрд. лет (красный гигант) — 3000 К, затем, ещё через 1 млрд. лет (белый карлик) — 20000 К. Гелиевая звезда с тонкой водородной оболочкой может иметь эффективную температуру поверхности, достигающую почти 100000 К. Внутри протозвёзд повышение температуры в процессе гравитационного сжатия звезды продолжается до тех пор, пока температура в центре не поднимется до 10 млн. К; затем гравитационное сжатие будет остановлено начавшейся ядерной реакцией горения водорода. В процессе сгорания водорода температура ядра звезды остаётся относительно постоянной (15–20 млн. К).

Истощение запаса водорода приводит к остановке термоядерных реакций и сжатию звезды. Коллапс продолжается до тех пор, пока при температуре приблизительно в 100 миллионов градусов не нач-

нутя термоядерные реакции горения гелия. В недрах массивных звёзд температуры могут быть значительно выше, чем в центре Солнца. При температуре до 200 млн. К гелий превращается в углерод и кислород, из которых впоследствии образуются более тяжёлые элементы: сера, кремний, фосфор и др. При температуре 3–4 млрд. К образуются элементы группы железа. Когда температура достигнет 6 млрд. К, механическое равновесие центральных областей звезды нарушается, и начинается быстрое сжатие в нейтронную звезду. При 20 млрд. К вещество звезды состоит уже из одних нейтронов и протонов. Когда плотность ядра повысится до  $10^{12}$ – $10^{13}$  г/см<sup>3</sup> (а температура 100–200 млрд. К), происходит взрыв сверхновой звезды.

8. Во время коротких всплесков радиоизлучения **пульсаров** их яркостная температура достигает значений  $10^{30} \dots 10^{31}$  К, что означает генерацию радиоизлучения нетепловым образом — за счёт когерентного механизма синхротронного излучения.

9. **Планковская температура** — единица температуры в Планковской системе единиц, которая представляет фундаментальный верхний предел в квантовой механике  $T_p = 1,4 \cdot 10^{32}$  К. Бессмысленно рассуждать обо всём более горячем, выше этого значения всё превращается в энергию, так как все субатомарные частицы разрушаются. Это температура Вселенной в первый момент (Планковское время) Большого Взрыва в соответствии с текущими представлениями космологии. В процессе расширения Вселенной её температура уменьшается. **Реликтовый фон** — чёрнотельное однородное излучение со средней температурой 2,72 К, заполняющее Вселенную сейчас, спустя 13,7 млрд. лет.

**6.** *11 марта 2011 года произошло сильнейшее землетрясение в Японии (которое не было предсказано!). Действительно ли острова Японии сдвинулись на 20–40 м? Что такое землетрясение; в чём его причина и в чём опасность таких событий? Какие принятые меры безопасности себя оправдали; какие главные меры на будущее и где должны быть приняты?*

Справка по <http://ru.wikipedia.org>: «Великое восточнояпонское землетрясение» — землетрясение магнитудой, по текущим оценкам, от 9,0 до 9,1 произошло 11 марта 2011 года в 14:46 по местному времени (8:46 по московскому времени). Эпицентр землетрясения был определён в точке с координатами 38,322° с. ш. 142,369° в. д., восточнее острова Хонсю, в 130 км к востоку от города Сендай и в 373 км к северо-востоку от Токио. Гипоцентр наиболее разрушительного подземного



толчка (произошедшего в 05:46:23 UTC) находился на глубине 32 км ниже уровня моря в Тихом океане. Это сильнейшее землетрясение в известной истории Японии и седьмое по силе за всю историю сейсмических наблюдений в мире. Однако по количеству жертв и масштабу разрушений оно уступает землетрясениям в Японии 1896 и 1923 (тяжелейшему по последствиям) годов. Землетрясение произошло на расстоянии около 70 км от ближайшей точки побережья Японии. Первоначальный подсчёт показал, что волнам цунами потребовалось от 10 до 30 минут, чтобы достичь первых пострадавших областей Японии. Через 69 минут (в 15:55 JST) после землетрясения цунами затопило аэропорт Сендай. Сразу после землетрясения учёные сделали прогноз, что в течение месяца после первого удара в Японии могут происходить землетрясения магнитудой выше 7.

Анимированная карта землетрясений марта 2011 г. показана на <http://www.youtube.com/watch?v=DsQwWc4YoLQ>

Прогнозированию землетрясений (ЗТ) был посвящен вопрос № 4 на Турнире имени М. В. Ломоносова 2010 г. Авторы никак не предполагали, что всего через полгода эта тема вновь станет столь актуальной. При этом ЗТ 11.03.2011 действительно не было предсказано инструментальными методами, хотя такие возможности существовали. Поэтому вопросы предвестников ЗТ и их прогнозирования в этот раз мы не рассматриваем.

Прямыми последствиями ЗТ являются разрушения зданий и сооружений, нарушение транспортной и коммуникационной инфраструктуры, человеческие жертвы и пострадавшие. В случае реализации угрозы цунами происходит ударное воздействие высоких волн на побережье и быстрое затопление обширных прибрежных территорий. Максимальная высота цунами 11.03.2011 достигала 40,5 м.

Меры безопасности при ЗТ можно разделить на пассивные, активные и организационные. Пассивные — принимаются задолго до ЗТ, исходя из ожидаемой для данной местности силы ЗТ. Это прежде всего сейсмостойкое строительство, сооружение защитных дамб от цунами. Активные — принимаются непосредственно в момент первичной регистрации ЗТ с целью минимизации ущерба. Это автоматические системы обнаружения очага ЗТ, расчёта его магнитуды, гипоцентра, скоростей распространения сейсмических волн и волн цунами, моментов прихода колебаний до важнейших промышленных и населённых центров, автоматическая оценка степени опасности и выдача сигналов тревоги по системам оповещения. В рамках активных мер при необходимости происходит автоматическое отключение

особо опасных производств, таких как реакторы АЭС и химические производства, остановка транспорта, включаются резервные системы энергоснабжения, коммуникаций и др. К организационным мерам относятся регулярные учения спасательных служб и всего населения (см. например <http://www.youtube.com/watch?v=zpnWB7M60Bs>, <http://www.youtube.com/watch?v=DT9xMh2U18Y>), немедленное реагирование всех служб и систем на выданный сигнал тревоги ЗТ и цунами, принятие мер по эвакуации и спасению ещё до прихода реальных волн, немедленное развёртывание систем спасения и ликвидации прямых последствий, информационное обеспечение спасательных и восстановительных работ.

В случае ЗТ 11.03.2011 запас времени от момента регистрации события ЗТ в гипоцентре до прихода сейсмических колебаний в Токио (на расстоянии 373 км) составил около 90 секунд; волны цунами достигли берегов Японии через 10–30 минут после момента ЗТ и сигнала тревоги. Даже столь малое время упреждения при немедленном реагировании и быстрой эвакуации позволило сохранить большое количество жизней. Общее число жертв землетрясения составляет 15731 человек, 4532 человек числятся пропавшими без вести, 5719 человек ранены, спасены более 25000 человек, примерно 530000 человек размещены во временных укрытиях.

Сравнение событий 11.03.2011 с Великим землетрясением Канто (01.09.1923) показывает величайшую роль именно сейсмостойкого строительства. В 1923 г. магнитуда ЗТ составила 8,3 (шкала логарифмическая), т. е. оно было почти в 10 раз слабее по амплитуде колебаний и в 30 раз слабее по выделенной энергии. Однако, число жертв в 1923 г. составило 174 тысячи погибших, ещё 542 тысячи — пропавших без вести, свыше миллиона остались без крова. Основная причина жертв тогда — разрушение зданий и пожары.

В 2011 г. большинство зданий и сооружений устояло; собственно разрушения от сейсмических колебаний и жертвы были незначительны, основной ущерб произошёл от последующего цунами. Соответственно, в будущем будет нужно сосредоточить больше усилий на строительстве защитных дамб по всему побережью.

См. также:

<http://www.youtube.com/watch?v=1tr6Kq6bUMk>

<http://www.youtube.com/watch?v=ACKMPD6MySs>

<http://www.youtube.com/watch?v=2XLqSvhS-Eg>

Сейчас человечество первый раз наблюдало (благодаря ТВ и Интернету), какие беды несёт катастрофическое цунами в технически раз-

витой стране. Шок от увиденного ещё сыграет свою полезную роль в защите от будущих катастроф. В случае ЗТ 11.03.2011 ещё большую опасность представляют последствия аварии на АЭС, прежде всего взрывы и разрушения четырёх реакторов АЭС Фукусима, и последующее радиационное заражение воздуха, местности и океана.

В СМИ были сообщения, что в результате ЗТ якобы произошёл сдвиг Тихоокеанской плиты на восток на расстояния десятков метров. Также сообщалось, что в результате якобы перераспределения масс на поверхности Земли произошло смещение оси вращения Земли и изменения в скорости её вращения. Это не так, и последующие измерения параметров вращения Земли никаких необычных изменений не выявили. На самом деле имеет место постоянное движение Тихоокеанской плиты на северо-запад со скоростью 0,9 м/год. В Японском желобе происходит субдукция её (погружение) под Охотскую плиту, на которой расположены сами Японские острова. В зоне соприкосновения двух плит в течение нескольких десятилетий может накапливаться потенциальная энергия механического напряжения. Края обеих плит сжимаются, при этом островная дуга немного приподнимается, а океанская — опускается. После разрыва горных пород и высвобождения накопленной энергии в эпицентре в виде ЗТ, соприкасающиеся края обеих плит скачком смещаются в горизонтальном и вертикальном направлениях на величину в несколько метров или (как в данном случае) десятков метров. Но поскольку все плиты на Земле находятся на вязком основании мантии, то как все плавные деформации до ЗТ, так и быстрые сдвиги и сбросы после него, происходят в режиме взаимной компенсации. Все геодинамические движения и землетрясения являются для земного шара в целом внутренними силами, а момент импульса замкнутой системы сохраняется. Соответственно, никакие ЗТ или движения литосферных плит не могут изменить ни скорость вращения Земли, ни положение её оси вращения.

Число сильных ЗТ за историю наблюдений в масштабе Земли (в том числе исторических) **не** увеличивается. Никакого статистически значимого всплеска сейсмической активности в последнее время нет, да и раньше не было. Всё распределение укладывается в рамки обычной пуассоновской статистики, когда последующие события возникают без всякой корреляции с предшествующими.

Однако, увеличивается сейсмический риск ЗТ, зависящий не только от параметров самого землетрясения, но и от параметров территории, где оно происходит: плотность населения, тип застройки, наличие опасных производств и т. д. Основную роль здесь играют рост народонасе-

ления (особенно в слаборазвитых странах) и урбанизация. В слаборазвитых странах урбанизации, как правило, сопутствует низкое качество строительства; следовательно, увеличивается риск разрушения зданий при ЗТ (пример — ЗТ на Гаити). Рост населения планеты приводит к тому, что люди всё активнее заселяют сейсмически активные регионы. Особо плотно при этом застраивается и побережье, а на побережье велик риск пострадать от цунами. Таким образом, возрастает число потенциальных жертв. По данным USGS, только за первое десятилетие нового столетия (без 2011 г.) погибло 647744 человека. При этом подавляющая часть смертей (когда счёт идет на десятки, а то и на сотни тысяч жизней) приходится на несколько сильнейших ЗТ (например, в случае Суматранского ЗТ 25.12.2004 от цунами погибло свыше 200 тысяч человек).

Самым сильным из известных землетрясений считается Чилийское событие 1960 г. с магнитудой 9,5. Угрожаемым событием считается столь же сильное ЗТ на Камчатке или Курилах (РФ).

См. также:

[http://ru.wikipedia.org/wiki/file:Okhotsk\\_Plate\\_map\\_-\\_de.png](http://ru.wikipedia.org/wiki/file:Okhotsk_Plate_map_-_de.png)

<http://www.tvscience.ru/2011/03/15/cunami-uzhas-voochiyu>

<http://www.earthquake.usgs.gov>

*7. 18 июля 2011 года с Байконура был запущен российский телескоп «Радиоастрон». Зачем нужен радиотелескоп в космосе, ведь радиоволны через атмосферу доходят до поверхности Земли свободно? Правда ли, что он больше (выше, дальше, быстрее) всех? Что астрономы будут исследовать и что надеются «разглядеть» с его помощью?*

Действительно, атмосфера Земли имеет два окна прозрачности для приходящих электромагнитных волн: оптическое и радио окно (примерно от 1 см до 30 м длины волны). Соответственно, оптические и радиотелескопы можно размещать непосредственно на поверхности Земли. Однако, для эффективных наблюдений любой телескоп должен иметь высокие показатели по двум принципиальным параметрам: иметь возможно большую собирающую поверхность (или в радио — апертуру), и обладать возможно большим угловым разрешением.

Апертура телескопа означает ту площадь поперечной площадки, с которой зеркало телескопа может собирать падающее на него излучение. Для круглого зеркала с диаметром  $D$  апертура равна его геометрической площади:  $A = \pi D^2/4$ . Очевидно, что чем больше зеркало теле-

скопа, тем больше излучения оно соберёт, и тем более слабые источники на этом телескопе можно будет наблюдать.

Угловое разрешение означает способность телескопа различать два близких источника (отстоящих друг от друга на малый угол) или мелкие детали протяжённых источников (при построении их изображений). Для круглого зеркала с диаметром  $D$  угловое разрешение равно  $\varphi \approx \lambda/D$ , где  $\lambda$  — длина волны излучения. Поскольку радиотелескопы работают на гораздо более длинных волнах, чем оптические, то их угловое разрешение всегда было пропорционально ниже (хуже). Например, радиотелескоп с зеркалом 100 м на при наблюдениях на длине волны 1 см имеет такое же угловое разрешение (около 20 угловых секунд), как оптический телескоп с зеркалом всего 0,5 см, хотя его апертура будет в 400 млн. раз больше.

Для преодоления недостатков углового разрешения в радиодиапазоне применяются радиоинтерферометры, когда два (или больше) зеркал объединены между собой, и разрешение интерферометра определяется уже не диаметрами зеркал, а расстоянием  $B$  между ними, т. н. «базой» интерферометра:  $\varphi \approx \lambda/B$ . В случае, когда радиотелескопы не связаны между собой в процессе наблюдений, а осуществляется совместная компьютерная обработка их сигналов после наблюдений, реализуется режим т. н. радиоинтерферометра со сверхдлинной базой (РСДБ), расстояние между радиотелескопами в этом случае может быть уже сколь угодно большим. РСДБ, использующие телескопы на противоположных сторонах земного шара, могут достигать углового разрешения  $10^{-9}$ , или 0,2 миллисекунды дуги. Очевидно, что следующим шагом по увеличению углового разрешения является запуск одного из телескопов в космос, для увеличения базы интерферометра сверх диаметра Земли. Именно эту задачу решает проект РАДИОАСТРОН — радиотелескоп в космосе для космической РСДБ с наземными телескопами.

РАДИОАСТРОН — это международный космический РСДБ-проект, разработанный в Астрокосмическом центре Физического института им. П. Н. Лебедева РАН<sup>23</sup>. Цель проекта — проведение научных радиоастрономических наблюдений с помощью радиотелескопа, смонтированного на космическом аппарате Спектр-Р, который был создан в НПО им. Лавочкина. Запуск космического радиотелескопа состоялся 18 июля 2011 г. в 6:31 по московскому времени с космодрома Байконур, 27 сентября 2011 г. проведены первые тестовые наблюдения.

---

<sup>23</sup>См. <http://www.asc.rssi.ru/radioastron> — на англ. языке.

Для космического радиотелескопа была выбрана орбита с высоким апогеем — 340000 км. На момент своего выхода на орбиту космический радиотелескоп, установленный на борту российского космического аппарата Спектр-Р, — наиболее удалённый от Земли радиотелескоп. В дальнейшем за счёт притяжения Луны апогей орбиты поднимется до 390 тыс. км. При этом максимальное угловое разрешение КРСДБ может достигать  $10^{-11}$ , или миллионной доли угловой секунды. Эта величина соответствует шарик у для пинг-понга на поверхности Луны при наблюдении с Земли.

Диаметр антенны космического радиотелескопа составляет всего 10 м — из-за ограничений ракеты-носителя, что явно мало. Однако, эффективная апертура интерферометра составляет среднее геометрическое от апертур двух антенн:  $A_{\text{эфф}} = \sqrt{A_1 A_2}$ . Для того чтобы можно было наблюдать слабые объекты, космический радиотелескоп будет работать совместно с самыми большими радиотелескопами на Земле. В качестве синхронных радиотелескопов будут использованы два 100 м радиотелескопа в Грин-Бэнк (Западная Виргиния, США) и в Эффельсберге (Германия), а также 300 м радиообсерватория Аресибо (Пуэрто Рико, зависимая территория США — остров в Карибском море).

Научная программа проекта РАДИОАСТРОН:

- Ядра галактик, сверхмассивные чёрные дыры, горизонт событий, ускорение частиц, предельные яркостные температуры, Фарадеевское вращение, магнитные поля, космические лучи.

- Космологические эффекты; зависимость различных физических параметров ядер галактик от красного смещения объектов; эффекты тёмной материи и тёмной энергии.

- Области формирования звёзд и планетных систем, мазеры и мегамазеры.

- Чёрные дыры звёздных масс и нейтронные звёзды. Межзвёздная и межпланетная материя.

- Фундаментальная астрометрия и определение параметров высокоточной системы небесных координат. Определение параметров высокоточной модели гравитационного поля Земли.

В Астрокосмическом Центре Физического института Российской Академии наук и в Научно-производственном объединении им. Лавочкина (Роскосмос), а также у наших коллег во многих странах мира большой праздник — наконец-то дан старт грандиозному и уникальному астрофизическому эксперименту, подготовка к которому начиналась более 30 лет назад (научный руководитель — академик РАН Н. С. Кар-

дашев). Сам проект был готов к осуществлению, то есть к запуску, ещё 20 лет назад, но лихие времена наших девяностых воспрепятствовали этому. За это время нас опередили японцы — в 1997–2001 годах была осуществлена миссия VSOP. На высоте 20000 км летал первый космический радиотелескоп диаметром 9 м, с которым в режиме наземно-космического интерферометра было реализовано рекордное угловое разрешение и получены ценные астрофизические результаты для целого ряда радиоисточников.

## Критерии проверки и награждения

Работы проверялись с помощью специальных бланков (см. стр. 152). Для каждого задания в бланке перечислены и пронумерованы возможные верные содержательные утверждения (объекты, персоналии и т. п.), которые могли бы быть логическими составными частями верного ответа и отмечались при наличии в работах участников.

За четырёхзначные номера давалось количество баллов, равное последней цифре номера (эти пункты соответствуют дополнительным баллам, предоставляемым за ответы, не обозначенные в критериях явно).

За пункты 206, 207, 208, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 401, 403, 407, 408, 409, 606, 608, 610, 703, 704, 705 ставилось по 2 балла.

За пункты 319, 320, 321, 322, 323 ставилось соответственно 1, 2, 3, 4, 5 баллов (равное количеству указанных созвездий).

За остальные пункты ставилось по 1 баллу.

Каждое задание считалось выполненным успешно, если за него получено не менее 5 баллов в 9–11 классах и не менее 4 баллов в 8 классе и младше. Такие задания отмечались в списке оценок знаком «+».

Оценки «е» и «v» ставились в соответствии с таблицей (выбирается лучшая оценка из всех возможных по таблице вариантов).

Класс	«е» (многоборье)		«v» (грамота)	
	сумма баллов	количество заданий «+»	сумма баллов	количество заданий «+»
5 и младше	3		5	1
6	5		9	1
7	7		11	1
8	8		14	1
9	8	1	15	2
10	9	1	16	2
11	9	1	18	2

Номер  
карточки

--	--	--	--	--	--

Класс

--	--

Фамилия участника:

1. 19 ноября 2011 года мы будем торжественно отмечать 300-летие великого русского учёного Мизаила Васильевича Ломоносова. Какие его достижения в области астрономии и наук о Земле вы знаете?

100... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

**Ломоносов и астрономия**

- 101 Вечернее размышление  
 102 Утреннее размышление  
 103 система Коперника  
 104 Случились вместе два Астронома в пиру  
 105 первая научно-популярная книга о кометах в России  
 106 физическая теория кометных хвостов  
 107 курсы астрономии на русском языке  
 108 как тепло предаётся от Солнца на Землю  
 109 процессы изменения состояния солнечного вещества  
 110 астрономические экспедиции в России  
 111 Наблюдения физические, при прохождении Венеры по Солнцу учинённые  
 112 пузырь учинился  
 113 Планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою  
 114 Беседы о множественности миров  
 115 Народы там и круг веков  
 116 «Таблицы колебаний центроскопического маятника»  
 117 «О переменах тягости по земному глобусу»  
 118 «Изменяется ли направление центра тяжести»  
 119 «Магнитная теория, и особенно магнитное склонение и наклонение»

**Ломоносов и метеорология**

- 120 наблюдения за универсальным барометром  
 121 прибор для измерения направления и силы ветра  
 122 возникновение туманов от верхних слоёв воздуха в атмосфере  
 123 «Размышления о причине теплоты и холода»  
 124 наблюдения световых явлений в атмосфере  
 125 научное объяснение природы северного сияния  
 126 три вида атмосферных электрических разрядов  
 127 «громовая машина», созданная Рихманом и Ломоносовым  
 128 научная теория атмосферного электричества  
 129 два способа «... отератить от трамин наших гром»  
 130 токи «хорошей погоды»  
 131 «аэродромическая машина» Ломоносова  
 132 «самопишущая метеорологическая обсерватория»  
 133 международная служба погоды

**Ломоносов и оптика**

- 134 «Об усовершенствовании зрительных труб»  
 135 «Рассуждение о катоптрико-диоптрическом зажигательном инструменте»  
 136 «солнечная печь»  
 137 «горизонтоскопа» (большой перископ с механизмом для горизонтального обзора местности)  
 138 «Можно ли изготовить оптический прибор, служащий для сгущения света, чтобы с помощью его можно было ясно видеть предметы в темноте?»  
 139 подозрная труба, названная «ночезрительной»  
 140 двухзеркальные зрительные трубы  
 141 однозеркальный телескоп Ломоносова  
 142 горизонтальный телескоп с плоским вращающимся зеркалом.  
 143 «конструирование гидроскопической трубы» — оптический батоскоп



### Ломоносов и минералы, геология

- 144 четыре типа рудных месторождений
- 145 полезные ископаемые на Русском Севере
- 146 «Каталог камней и окаменелостей Минерального кабинета Кунсткамеры Академии наук»
- 147 «Слово о рождении металлов от трясения Земли»
- 148 «О слоях земных»
- 149 изменение уровня материков и океана со временем
- 150 «перемены земной поверхности», в частности образование гор
- 151 «жар в земной утробе»
- 152 роль воды в процессах минералообразования
- 153 происхождение горючих ископаемых (уголь, нефть, газ, сланцы)
- 154 «о повсеместном собирании образцов минералов» для Берг-коллегии
- 155 «составить общую систему Минералогии российской»

### Ломоносов и география

- 156 Ломоносов изучал морские приливы
- 157 «... исследование истинной причины морских течений»
- 158 Ломоносов описывал циркуляцию вод океана
- 159 «Рассуждение о происхождении ледяных гор в северных морях»
- 160 самая полярная часть света наполнена многими островами и занята архипелагом
- 161 циркумполярная карта арктической области
- 162 доказательства существования материка на Южном полюсе Земли
- 163 Ломоносов руководил Географическим департаментом СПб Академии
- 164 издал «земной печатный глобус на российском языке»
- 165 восстановление Большого академического глобуса
- 166 «Географические запросы»
- 167 «карты российских продуктов»
- 168 организацию зимовок на Шпицбергене
- 169 «Краткое описание разных путешествий по Северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию»
- 170 «Российское могущество прирастать будет Сибирью и Северным океаном»
- 171 проект «Северный морской путь»
- 172 «Способы к сысканию долготы и широты на море при мрачном небе»
- 173 Рассуждение о большей точности морского пути»

---

2. На Северном полюсе Земли завтра, 26 сентября, закончится полярный день, который начался ещё 18 марта (191 сутки). На Южном полюсе день длится с 21 сентября по 23 марта (182 суток). Сколько длится полярная ночь? Почему на Северном полюсе полярный день длиннее, чем на Южном? Какие полярные дни и ночи на Луне? На Марсе?      200...+баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 201 длительность полярной ночи: С — 174 и Ю — 183
  - 202 разность длительности дня и ночи С (191–174) и Ю (182–183) на 17 дней
  - 203 наклон земной оси 23°
  - 204 эллиптичность орбиты Земли
  - 205 пространственное положение оси вращения Земли
  - 206 соотнесение афелия и перигелия с солнцестояниями
  - 207 разница продолжительности между равноденствиями
  - 208 атмосферная рефракция и удлинение светового дня
  - 209 длительность полярных сумерек
  - 210 длительность полярной ночи на широтах за Полярным кругом
  - 211 движение полюсов Земли, движение литосферы относительно тела Земли
  - 212 ось вращения Луны относительно Солнца
  - 213 полярные зоны Луны
  - 214 полярные кратеры Луны — «холодные ловушки»
  - 215 ось вращения Марса
  - 216 орбита Марса
  - 217 полярные шапки Марса
-

### 3. Сколько на звёздной карте можно насчитать «рогов и копыт»?

300... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

В данном случае не идёт речь о реально существующих рогах и копытах — это атрибуты известных нам животных, живущих на Земле. Однако, на звёздной карте неба присутствует множество названий животных (как подобных реальным, так и мифическим), и даже имена героев, у которых, как у художественного образа, могут быть воображаемые и рога («р»), и копыта («к»). Ниже эти названия перечислены, причём при подсчёте числа «копыт» учитывалось, является ли реальный прообраз конкретного названия животным парно- или непарнокопытным (например: конь — 4 копыта; корова — 4 парных копыта, всего 8 копыт). Кроме этого, Телец и Козерог на небе изображены в виде передней половины соответствующих парнокопытных животных, им засчитано по 4 копыта.

**301** Реальных рогов и копыт нет, условные названия звёздных объектов

современные созвездия	древний Китай	древний Египет
<b>302</b> Единорог (1р4к)	<b>311</b> Цзюэ/Рог (1р0к)	<b>317</b> Мес/Нога Быка (0р2к)
<b>303</b> Жираф (2р8к)	<b>312</b> Тянь-сы/Четвёрка небесных лошадей (0р16к)	<b>318</b> Исида/на Рогах Коровы (2р8к)
<b>304</b> Козерог (2р4к) (парнокоп., половина)	<b>313</b> Небесная конюшня и небесные кони (0р?к)	<b>прочие созвездия</b>
<b>305</b> Малый Конь (0р4к)	<b>314</b> Небесная телега, сбруя и конь (0р4к)	<b>319</b> одно созвездие
<b>306</b> Овен (2р8к)	<b>315</b> У-цзюй/Пять колесниц (0р20к)	<b>320</b> два созвездия
<b>307</b> Пегас (0р4к)	<b>316</b> Повозка Небесного Императора (0р12к)	<b>321</b> три созвездия
<b>308</b> Стрелец/Кентавр (0р4к)		<b>322</b> четыре созвездия
<b>309</b> Телец (2р4к)		<b>323</b> пять созвездий
<b>310</b> Центавр/Кентавр (0р4к)		

Звёзды-имена: **324** Капелла/Коза (2р8к), **324** Мицар/Конь (0р4к), **325** Козлёнок/Полярная (2р8к) астеризмы: **326** Козлята, **327** Ослица

**328** «рожки» месяца Луны, Венеры, Солнца при частном затмении

**4. В 1959 году А. П. Капица (1931–2011) открыл необычное озеро на глубине несколько километров(!). Как оно было открыто и в чём его уникальность? Почему это событие считается одним из крупнейших географических открытий второй половины XX века? Какое значение имеет это открытие для изучения планеты Земля и Солнечной системы в целом?**

400... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 401** А. П. Капица — географ, исследователь, организатор науки  
**402** Антарктида — особенности материка  
**403** акустическое зондирование  
**404** этапы открытия  
**405** методы достижения  
**406** параметры озера Восток  
**407** аналоги озера  
**408** уникальность озёр Антарктиды, оледенения Земли в прошлом  
**409** ледяные планеты (Европа, Ганимед, Энцелад)

**5. Что самое горячее (на Земле и во Вселенной)? А что самое холодное?**

500... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 501** климатические зоны Земли: полюс, умеренный пояс, экватор  
**502** на поверхности Земли: полюс жары, полюс холода  
**503** Земля: атмосфера, мантия, ядро  
**504** технические реализации нагрева и охлаждения  
**505** Солнце: ядро, поверхность, корона  
**506** планеты: нагрев поверхности, ядра, холодные планеты, кометы  
**507** звёзды: горячие и холодные гиганты и карлики  
**508** межзвёздный газ: горячий и холодный  
**509** релятивистские объекты  
**510** реликтовый фон, горячая Вселенная Гамова  
**511** Планковская температура

6. 11 марта 2011 года произошло сильнейшее землетрясение в Японии (которое не было предсказано!). Действительно ли острова Японии сдвинулись на 20–40 м? Что такое землетрясение; в чём его причина и в чём опасность таких событий? Какие принятые меры безопасности себя оправдали; какие главные меры на будущее и где должны быть приняты?

600... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

601 понятие землетрясения

602 литосферные плиты, их движение

603 разломы земной коры

604 подвижки поверхности литосферы

605 механизм напряжений в земной коре

606 поднятия и цунами

607 последствия прямые: разрушение сооружений, затопление цунами

608 меры безопасности: пассивные, активные, организационные

609 последствия комплексные (АЭС, экономика, снабжение и др.)

610 меры на будущее: сейсмоустойчивость, дамбы, опасные объекты

7. 18 июля 2011 года с Байконура был запущен российский телескоп «Радиоастрон». Зачем нужен радиотелескоп в космосе, ведь радиоволны через атмосферу доходят до поверхности Земли свободно? Правда ли, что он больше (выше, дальше, быстрее) всех? Что астрономы будут исследовать и что надеются «разглядеть» с его помощью?

700... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

701 длины волн в радиодиапазоне

702 поглощение атмосферы

703 окна прозрачности атмосферы

704 собирающая поверхность — апертура  $A = \pi D^2/4$

705 угловое разрешение  $\varphi \approx \lambda/D$

706 интерферометр — база  $\varphi \approx \lambda/B$

707 РСДБ, КРСДБ

708 РАДИОАСТРОН — параметры: диаметр, орбита, др.

709 эффективная апертура с наземными телескопами  $A_{\text{эфф.}} = \sqrt{A_1 A_2}$

710 компактные объекты

711 чёрные дыры, аккреция, джеты

712 краевые эффекты на горизонте событий

### Инструкция для проверяющих

1. Для каждой работы используется отдельный бланк протокола.

2. В начале проверки в бланк следует переписать из работы 6-значный номер регистрационной карточки, класс и фамилию автора работы. Не вполне читаемые или отсутствующие данные помечаются знаком «?».

При проверке зашифрованных работ (11 класс) фамилия не указывается.

3. В протоколе все цифровые коды критериев (напечатаны жирным шрифтом), соответствующие содержащимся в работе школьника ответам на задания, обводятся ручкой в кружочек. Исправления не допускаются — вместо испорченного бланка заполняется новый.

Если в ответе на вопрос необходимо оценить что-то, отсутствующее в критериях, нужно отметить кружочком соответствующее количество баллов после слов «+ баллы».

4. Если в работе присутствует ответ на вопрос, но за него не поставлено никаких положительных оценок, нужно обвести в кружочек цифру «0» после слов «+ баллы» (тем самым отмечается, что решение при проверке не было случайно пропущено).

5. После окончания проверки работы (заполнения протокола) бланк протокола следует сложить пополам лицевой стороной наружу и «надеть» на проверенную работу с правой стороны (так, чтобы первая страница протокола оказалась сверху), работу сложить в пачку.

6. Работы, в которых содержатся решения заданий по иным предметам (кроме астрономии), следует сложить наверх пачки и приложить поясняющую записку. При этом, если в такой работе имеется также и астрономия, ответы на вопросы по астрономии следует проверить обычным образом и приложить протокол проверки.

7. Если работа оценивается небольшим количеством критериев (не больше 5), можно протокол проверки не заполнять, а все коды критериев выписать на обложку работы.

## Статистика

Решаемость заданий по астрономии и наукам о Земле (решёнными считались задания, засчитанные в соответствии с критериями, приведёнными в таблице на стр. 151, в зависимости от количества баллов и класса, в котором учится школьник).

Количество заданий	Классы / количество участников										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 заданий	5	7	10	29	242	602	770	770	725	572	611
1 задание	0	0	2	6	58	191	349	402	323	284	287
2 задания	0	0	1	1	13	38	105	133	72	103	116
3 задания	1	0	0	0	2	8	17	36	20	29	41
4 задания	0	0	0	0	0	4	1	9	2	8	10
5 заданий	0	0	0	0	0	0	1	3	0	5	4
6 заданий	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
7 заданий	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Сведения о распределении баллов по заданиям. В таблице указано, сколько участников получили данное количество баллов за каждое задание. В случае, если участник не приступал к выполнению задания, это отмечается знаком «—».

Баллы	Номера заданий						
	1	2	3	4	5	6	7
—	4504	3829	4423	5534	1396	1862	4544
0	753	843	829	587	1341	321	1141
1	984	1545	751	475	1401	855	793
2	418	718	198	232	1274	1059	390
3	236	151	453	158	707	690	173
4	144	73	339	91	701	817	91
5	73	34	98	64	230	503	44
6	46	15	76	24	89	356	24
7	25	9	24	20	49	254	14
8	21	6	32	18	24	176	15
9	9	3	7	16	12	125	4
10	8	4	4	4	4	77	1
>10	13	4	0	11	6	139	0
Всего	7234	7234	7234	7234	7234	7234	7234

Сведения о распределении суммы баллов по классам. Для каждого класса в таблице указано, сколько участников из этого класса набрали указанную сумму баллов.

Сумма баллов	Классы / количество участников											Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0	0	1	3	5	50	92	88	86	42	39	94	500
1	3	5	1	5	56	98	121	120	47	45	37	538
2	1	1	2	2	46	125	148	133	77	62	54	651
3	e 0	e 0	e 1	e 4	e 33	95	115	123	72	68	64	575
4	1	0	2	4	26	76	126	123	89	65	83	595
5	v 0	v 0	v 2	v 1	v 17	e 76	119	106	78	62	86	547
6	0	0	1	5	18	55	94	95	92	62	76	498
7	0	0	0	3	20	54	e 73	97	80	76	63	466
8	0	0	0	1	11	39	91	e 76	e 67	63	59	407
9	0	0	1	1	12	v 32	57	65	66	e 50	e 51	335
10	0	0	0	4	7	23	49	61	58	54	53	309
11	0	0	0	0	7	17	v 42	41	63	45	28	243
12	0	0	0	1	2	20	25	53	51	39	43	234
13	0	0	0	0	4	5	27	35	37	43	24	175
14	0	0	0	0	2	10	16	v 24	43	25	36	156
15	1	0	0	0	2	4	10	23	v 32	25	28	125
16	0	0	0	0	0	6	6	16	26	v 18	23	95
17	0	0	0	0	0	3	9	16	21	22	28	99
18	0	0	0	0	1	2	1	9	18	18	v 19	68
19	0	0	0	0	0	1	8	10	11	12	10	52
20	0	0	0	0	0	2	4	7	15	12	15	55
21	0	0	0	0	0	1	3	9	18	9	13	53
22	0	0	0	0	1	2	2	4	7	13	15	44
23	0	0	0	0	0	1	3	6	5	15	8	38
24	0	0	0	0	0	1	1	1	4	9	6	22
25	0	0	0	0	0	0	0	2	7	5	6	20
>25	0	0	0	0	0	3	5	14	16	45	51	134

Знаками «е» и «v» в таблице показаны границы соответствующих критериев награждения (для критериев по сумме баллов, см. таблицу на стр. 151).

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по астрономии и наукам о Земле («v»), получивших балл мно-

гоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по астрономии и наукам о Земле (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	6	7	13	36	315	843	1243	1355	1142	1001	1073	7034
«е»	1	0	3	7	53	115	77	56	402	317	322	1353
«v»	1	0	4	17	110	259	477	586	195	198	205	2052

Количество работ, для которых были отмечены соответствующие пункты критериев проверки (пункты, отмеченные 0 раз, не указаны).

пункт	кол-во	пункт	кол-во	пункт	кол-во	пункт	кол-во
101	19	121	5	144	7	165	7
102	12	122	15	145	13	166	6
103	53	123	2	146	21	167	4
104	6	124	15	147	16	168	2
105	15	125	102	148	69	169	20
106	191	126	9	149	1	170	8
107	20	127	31	150	24	171	35
108	2	128	33	151	2	172	19
109	342	129	5	153	11	173	13
110	27	131	3	154	10	1001	532
111	457	132	1	155	3	1002	155
112	31	134	39	156	3	1003	36
113	989	135	2	157	1	1004	10
114	20	137	3	158	3	1005	9
115	10	138	6	159	4	1006	6
116	1	139	25	160	1	1008	1
117	6	140	1	161	11	1009	1
118	1	141	416	162	4		
119	3	142	9	163	48		
120	3	143	16	164	17		

пункт	кол-во	пункт	кол-во	пункт	кол-во	пункт	кол-во
201	1799	207	88	212	22	217	13
202	18	208	11	213	41	2001	605
203	924	209	7	214	8	2002	64
204	114	210	80	215	29	2003	12
205	31	211	1	216	67	2004	1
206	43						

ПУНКТ	КОЛ-ВО
301	139
302	203
303	99
304	1087
305	92
306	1001
307	227

ПУНКТ	КОЛ-ВО
308	499
309	1021
310	158
313	1
317	5
318	3

ПУНКТ	КОЛ-ВО
319	8
320	2
324	11
325	1
326	2
328	6

ПУНКТ	КОЛ-ВО
3001	700
3002	16
3003	3
3004	3
3005	1
3009	1

ПУНКТ	КОЛ-ВО
401	50
402	196
403	100
404	44
405	50
406	15
408	207
409	105
4001	594
4002	222
4003	90
4004	5
4005	4
4006	1

ПУНКТ	КОЛ-ВО
501	851
502	631
503	2812
504	453
505	1705
506	1074
507	1488
508	267
509	284
510	154
511	3
5001	821
5002	196
5003	69
5004	24
5005	6
5006	3
5008	2
5009	1

ПУНКТ	КОЛ-ВО
601	1944
602	3729
603	690
604	1674
605	243
606	659
607	2766
608	1542
609	601
610	1012
6001	925
6002	222
6003	54
6004	20
6005	6
6006	2
6007	2

ПУНКТ	КОЛ-ВО
701	32
702	157
703	91
704	6
705	21
706	46
707	38
708	97
709	14
710	355
711	245
712	33
7001	1009
7002	320
7003	44
7004	10
7005	2

# Конкурс по литературе

## Задания

Задания № 1 и № 2 рекомендуются школьникам 4–9 классов (и не учитываются при подведении итогов в 10 и 11 классах), остальные задания адресованы школьникам всех классов. Не обязательно пытаться хоть что-нибудь сказать по каждому вопросу — лучше как можно более обстоятельно выполнить одно задание или ответить только на понятные и посильные вопросы в каждом задании.

**Задание 1. (для 9 кл. и младше)** *Перед вами отрывок из воспоминаний писателя Юрия Рытхэу (1930–2008), который родился на Чукотке в семье охотника-зверобоя.*

Через несколько дней Татро принёс на урок знакомый мне том пушкинских сочинений и начал читать: <...>

Это было совершенно непохоже на то, что я и мои сверстники раньше слышали! С одной стороны, мы понимали, что это русский разговор, но ведь все, кого мы знали — работники полярной станции, заготовитель пушнины, пекарь Николай Павлов и, наконец, наши товарищи по школе Петя и Владик — не говорили так!

— Какой странный русский разговор! — не сдержавшись, сказал я.

И Татро снова произнёс это слово:

— Потому что стихи...

— А что такое стихи? — опять спросил я, вызвав у Татро взгляд неудовольствия.

— Я сейчас вам переведу эти слова, — сказал Татро и поведал нам удивительное: — У берега, очертание которого похоже на изгиб лука, стоит зелёное дерево, из которого делают копылья для нарт. На этом дереве висит цепь. Цепь эта из денежного металла, в точности из такого, как два зуба у нашего директора школы. И днём, и ночью вокруг этого дерева ходит животное, похожее на собаку, но помельче и очень ловкое. Это животное — учёное, говорящее...

*Какое произведение читал своим ученикам учитель?*

*Каких слов, необходимых для перевода, не оказалось в чукотском языке? Какие слова вам непонятны в переводе?*

*Можно ли по этому переводу понять, что такое стихи? Почему вы так считаете?*



**Задание 2. (для 9 кл. и младше)** Прочитайте отрывок из книги «Житейские воззрения ... Мурра».

Да, не иначе как я родился на чердаке! Не погреб, не дровяной сарай — я твёрдо знаю: моя родина — чердак! Климат отчизны, её нравы, обычаи, — как неугасимы эти впечатления, только под их влиянием складывается внешний и внутренний облик гражданина вселенной! Откуда во мне такой возвышенный образ мыслей, такое неодолимое стремление в высшие сферы? Откуда такой редкостный дар мигом возноситься вверх, такие достойные зависти отважные, гениальнейшие прыжки? <...> Тоска по родимому чердаку поднимается во мне мощной волной! <...> Ты, о чердак, щедрой рукой подбрасываешь мне мышонка, а не то даёшь пожить колбаской или ветчинкой из коптильни; порой удаётся подстеречь воробья и даже изредка сцапать голубочка. «Любовь неизмерима к тебе, родимый край!»

*Если можете, укажите автора этого произведения. Вставьте пропущенное в названии слово.*

*Чем смешна речь героя? Найдите фразы, из которых понятно, что рассказчик — не человек и вы правильно вставили недостающее слово.*

*Припомните как можно больше произведений русской и зарубежной литературы, в которых рассказывается о животных, назовите их авторов и персонажей.*

*Зачем, по вашему мнению, писатели могут делать своими героями животных? (Рассмотрите разные случаи).*

**Задание 3.** Прочитайте (в сокращении) стихотворение русского поэта В. Брюсова, написанное терцинами.

(См. стихотворение на следующей странице.)

*Допишите последнее слово в стихотворении. Почему вы думаете, что пропущено именно оно? Что вы знаете о герое стихотворения?*

*Что такое терцины (об этом можно догадаться, разобравшись в системе рифмовки стихотворения)? Какие поэты сочиняли терцины? Почему именно эту форму выбрал Брюсов для стихотворения о Данте?*

*Сочините свои терцины.*

## Данте в Венеции

По улицам Венеции, в вечерний  
Неверный час, блуждал я меж толпы,  
И сердце трепетало суеверней.

.....

Но вдруг среди позорной вереницы  
Угрюмый облик предо мной возник.—  
Так иногда с утёса глянут птицы, —  
То был суровый, опалённый лик,  
Не мёртвый лик, но просветленно-страстный,  
Без возраста — не мальчик, не старик.  
И жалким нашим нуждам не причастный,  
Случайный отблеск будущих веков,  
Он сквозь толпу и шум прошёл, как властный.  
Мгновенно замер говор голосов,  
Как будто в вечность приоткрылись двери,  
И я спросил, дрожа, кто он таков.  
Но тотчас понял: Данте <... >

1900

**Задание 4.** Авторы приведенных ниже стихотворений — Н. М. Языков (1803–1847) и Л. В. Лосев (1937–2009).

1. Штрих — слишком накренился этот бриг.  
Разодран парус. Скалы слишком близки.  
Мрак. Шторм. Ветр. Дождь. И слишком близко брег,  
где водоросли, валуны и брызги.

Штрих — мрак. Штрих — шторм. Штрих — дождь. Штрих — ветра вой.  
Крут крен. Крут брег. Все скалы слишком круты.

Лишь крошечный кружочек световой —  
иллюминатор кормовой каюты.

Там крошечный нам виден пассажир,  
он словно ничего не замечает,  
он пред собою книгу положил,  
она лежит, и он её читает.

2. Нелюдимо наше море,  
День и ночь шумит оно;  
В роковом его просторе  
Много бед погребено.

Смело, братья! Туча грянет,  
Закипит громада вод,  
Выше вал сердитый встанет,  
Глубже бездна упадёт!

Смело, братья! Ветром полный  
Парус мой направил я:  
Полетит на скользки волны  
Быстрокрылая ладья!

Там, за далью непогоды,  
Есть блаженная страна:  
Не темнеют неба своды,  
Не проходит тишина.

Облака бегут над морем,  
Крепнет ветер, зыбь черней,  
Будет буря: мы поспорим  
И помужествуем с ней.

Но туда выносят волны  
Только сильного душой! . .  
Смело, братья, бурей полный  
Прям и крепок парус мой.

*Какое стихотворение написано позже, то есть в XX веке? Почему вы так считаете?*

*Как можно полнее ответьте, чем похожи эти стихотворения (обратите внимание и на содержание, и на форму) и в чём основные различия между ними.*

*Как вы думаете, какое из стихотворений входит в цикл «Подписи к виденным в детстве картинкам»?*

**Задание 5.** Повесть В. Соллогуба «Тарантас» начинается так:

Василий Иванович гулял однажды на Тверском бульваре.

Василий Иванович — казанский помещик лет пятидесяти, ростом небольшой, но такой дородности, что глядеть на него весело. Лицо у него широкое и красное, глаза маленькие и серые. Одет он по-помещичьи; на голове белая пуховая фуражка с длинным козырьком; фрак синий с светлыми пуговицами, сшитый ещё в Казани кривым портным, которого вывеска уже 40 лет провозглашает недавно приехавшим из Петербурха; панталоны горохового цвета, приятно колеблющиеся живописными складками около сапог. Галстук с огромной пряжкой на затылке; на жилете бисерный шнурок светло-небесного цвета.

Василий Иванович шёл себе по Тверскому бульвару и довольно лукаво посмеивался при мысли о всех удовольствиях, которыми так расточительно изобилует Москва.

*А вот как описан герой другого произведения, созданного в XIX веке:*

Всё платье его было только что от портного, и всё было хорошо, кроме разве того только, что всё было слишком новое и слишком обличало известную цель. <...> В одежде же Петра Петровича преобладали цвета светлые и юношесвенные. На нём был хорошенький летний пиджак светло-коричневого оттенка, светлые лёгкие брюки, таковая же жилетка, только что купленное тонкое бельё, батистовый самый лёгкий галстучек с розовыми полосками, и что всего лучше: всё это было даже к лицу Петру Петровичу. Лицо его, весьма свежее и даже красивое, и без того казалось моложе своих сорока пяти лет. Тёмные бакенбарды приятно осеняли его с обеих сторон, в виде двух котлет, и весьма красиво сгущались возле светловыбритого блиставшего подбородка. Даже волосы, впрочем чуть-чуть лишь с проседью, расчёсанные и завитые у парикмахера, не представляли этим обстоятельством ничего смешного или какого-нибудь глупого вида, что обыкновенно всегда бывает при завитых волосах, ибо придает лицу неизбежное сходство с немцем, идущим под венец.

*Назовите автора и героя второго произведения.*

*Сравните портреты и по содержанию, и по стилю. Проявляется ли в них отношение авторов к героям?*

*Какие вы помните изображения внешности героев в произведениях русской и зарубежной литературы? Что можно узнать о герое по его портрету (рассмотрите несколько примеров)?*

*Попробуйте предложить свою классификацию литературных портретов.*

## **Ответы и комментарии**

### **Задание 1**

Что именно читал вслух чукотский учитель, догадаться нетрудно; не все, правда, помнят, что это не просто стихотворение А. С. Пушкина «У лукоморья дуб зелёный», а вступление к поэме «Руслан и Людмила».

Вот удачные ответы на вопрос о языках и переводе.

Татро при «переводе» на чукотский упомянул дуб, назвав его зелёным деревом, златую цепь, назвав её цепью из денежного металла, и, так как ребятам, выросшим на Чукотке, незнакома кошка, учитель назвал её «животное, похожее на собаку, но помельче и очень ловкое».

*Ярослав Шевцов, 8 класс, гимназия «Логос», г. Дмитров Московской области.*

Учитель переводил ученикам слова «Лукоморье», «дуб», «золотой» и «кот». Видимо, дети не знали этих простых слов, зато знали другие, не совсем понятные для нас. Например, словосочетание «копылья для нарт». Я не знаю этих слов, но детям на Чукотке они были понятны. *Анна Бабкова, 8 класс, ЦО № 218, г. Москва.*

В переводе учителя Татро мне непонятно слово «копылья». Я понимаю, что это какая-то деталь специальных саней для езды на собаках — нарт. В свою очередь, в языке Татро и его учеников нет слов «дуб», «золото», «кот» < . . . > Про слово «лукоморье» говорить трудно; так как это слово придумано Пушкиным, то оно не может быть в их языке. *Андрей Галкин, 7 класс, школа «Интеллектуал», г. Москва.*

Мне не очень понятно слово *копылья*, но, наверное, это палки, используемые для каркаса нарт. *Александр Файер, 9 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.*

О значении непонятого слова некоторые участники конкурса, как мы видим, догадались: *Копыл — короткий брусок в полозьях саней, служащий опорой для кузова.* (С. И. Ожегов, *Словарь русского языка*). Любопытно осознать, что мало кому сейчас известное слово «копылья» русское, оно понадобилось автору, чтобы передать разговор, который когда-то вёлся по-чукотски, на русском языке, то есть в переводе.

В ответах на вопрос, можно ли по учительскому переводу составить понятие о стихах, есть интересные соображения и о формальных признаках стиха, и о звучании, и о лексике.

Отчасти да, так как в переводе объясняются эпитеты. Но отсутствует объяснение строения стихов, объяснение понятия «рифма». *Мария Лапина, 7 класс, гимназия, г. Троицк Московской области.*

Мне кажется, по этому переводу понять, что такое стихи, нельзя. Он не передаёт ту мелодичность, красоту языка, которую так умело мог выразить А. С. Пушкин. Тем более, что в этом переводе слово «золото» переводится даже комично: «как два зуба у нашего директора». Дарико Бачулашвили, 8 класс, гимназия № 1583, г. Москва.

Данный перевод лишён рифмы. Не во всех стихах должна быть рифма, но тем не менее для этого стихотворения её отсутствие нежелательно. *Регина Дан, 7 класс, школа № 2012, г. Москва.*

Стихи, переданные прозой, звучат совершенно по-другому, на другом сделан акцент. Например, в переводе учителя акцент сделан на материалы (для чего используют дуб, из чего сделана цепь) — хотя

это не очень важно. *Александра Петрова, 9 класс, школа Плёсково.*

Татро перевёл эти стихи, просто пересказав их прозой на чукотском, без рифмы и ритма. Скорее всего, ученики решили, что стихи — это сказочные истории. *Анастасия Ходаковская, 8 класс, школа № 1199 «Лига Школ», г. Москва.*

В переводе совсем нет лирики и каждое слово подробно объясняется разговорным языком («помельче») вперемешку с научными терминами («денежный металл», «очертания»). *Алёна Старостина, 9 класс, гимназия «Логос», г. Дмитров Московской области.*

Да, перевод — это не стихи, однако из рассказа видно, что и перевод очаровал мальчика: «и поведал нам удивительное». *Елизавета Массух, 9 класс, гимназия № 1514, г. Москва.*

## Задание 2

Название литературного произведения — «Житейские воззрения кота Мурра», автор — Эрнст Теодор Амадей Гофман (1776–1822), перевод с немецкого Д. Каравкиной.

Фразы «подбрасываешь мне мышонка... даёшь поживиться колбаской или ветчинкой», да и само имя героя — Мурр — говорят о его принадлежности к кошачьему семейству. *Вероника Саркисян, 9 класс, гимназия № 1514, г. Москва.*

Все участники конкурса, удачно ответившие на вопрос о том, чем смешна речь героя, справедливо писали о стиле. Некоторые сформулировали мысль обобщённо.

Обычный кот размышляет, как античный философ. *Анна Федорович, 6 класс, ЦО № 1451.* Забавно то, что в речи кота нет практически никаких отличий от речи человеческой. Он говорит как грамотный, мудрый человек. *Роман Манукян, 9 класс, Лицей г. Троицк Московской области.* Автор, чтобы подчеркнуть важность его [героя] мыслей и раздумий, начинает писать в возвышенном стиле. Это и придаёт произведению комический эффект. *Ерамова Людмила, 7 класс, гимназия № 1583, г. Москва.* Кот размышляет, как человек, даже не как простой человек, а как мыслитель, у него появляется «возвышенный образ мыслей», и рассказ о коте превращается в «Оду о чердаке». *Дарья Сорокина, 7 класс, гимназия № 2, г. Раменское Московской области.*

Другие подчеркнули контраст между стилем и содержанием речи.

Речь героя смешна диссонансом между чрезвычайно высокопарным слогом и житейскими вещами, описываемыми им. *Анна Дикова, 9 класс,*

*ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.* Кот говорит о житейских, простых вещах в возвышенном стиле, как будто читает оду своему чердаку. *Мигунова Дарья, 9 класс, лицей № 1500, г. Москва.* Речь героя смешна резкими переходами от прозаичного к философскому и возвышенному. *Ксения Мороз, 9 класс, гимназия № 1567, г. Москва.*

Третьи ввели в свои ответы конкретные наблюдения.

Речь героя смешна тем, что

... кот использует высокопарные выражения и в то же время говорит о еде. *Мария Балакшина, 5 класс, школа «Интеллектуал», г. Москва.*

... в этом произведении бытовые кошачьи радости описываются очень глобально, кот Мурр даже видит в своей удачной охоте вмешательство тайных сил его чердака. *Елена Ищенко, 6 класс, гимназия «Дмитров», г. Дмитров Московской области.*

... кот сравнивает чердак с целой страной, где есть свои нравы, обычаи, страной, которая помогает ему и кормит. *Вероника Калгушкина, 7 класс, гимназия № 2, г. Раменское Московской области.*

И ещё одно любопытное наблюдение.

Его речь очень похожа на речь пса Шарика из произведения М. А. Булгакова «Собачье сердце». Там он так же рассуждает о том, почему его взял к себе профессор Преображенский; а не взял ли он его к себе за то, что в дворовой крови его предков было немного и от породистых собак. *Евгений Степанов, 9 класс, гимназия № 1576, г. Москва.*

Выполняя последнюю часть задания, участники конкурса назвали много имён авторов, писавших о животных, но почти не останавливались подробно на каких-либо отдельных произведениях, предпочитая обобщения и классификацию по темам и жанрам. Вот несколько удачных ответов.

В баснях животные нужны, чтобы более полно показать пороки людей. В сказках животные помогают людям, а в рассказах они могут вызвать жалость у читателя, рассмешить его или лучше передать настроение героя. *Диля Ташмухамедова, 6 класс, школа № 2047, г. Москва.*

В баснях — чтобы показать пороки людей без перехода на личности. В юмористических произведениях — чтобы было смешнее. В книгах для детей — потому что детям легче понимать простые поступки животных, чем сложные мысли людей. *Юлия Дизенгоф, 6 класс, школа № 1357, г. Москва.*

Чаще всего писатели пишут книги о животных, чтобы высмеять таким образом человеческие пороки и недостатки. Животные как бы олицетворяют людей: зайцы — трусливых, лисы — самовлюблённых и хитрых, обезьяны — глуповатых, медведи — грубых, свиньи — невоспитанных. *Мигунова Дарья, 9 класс, лицей № 1500, г. Москва.*

Мне кажется, писатели делают своими героями животных, чтобы научить своих читателей состраданию, сопереживанию, уважению к братьям нашим меньшим, привить любовь к ним («Белый Бим, Чёрное Ухо»), или попытаться взглянуть на мир глазами животных, или через поступки животных показать людей (басни И. А. Крылова, Лафонтена), или что-то в них, в образах животных, зашифровать. Вообще же животные являются героями многих произведений, не всегда главными. Часто герои-животные являются символами чего-нибудь и метафорами (особенно в литературе XIX и XX веков), например барс в поэме М. Лермонтова «Мцыри» как символ внутренней дикой стихии в душе героя. *Ирина Костенко, 9 класс, гимназия № 1567, г. Москва.*

В баснях и сказках о животных образы зверей используются для высмеивания человеческих недостатков (жадности, бесчестия, трусости, глупости и т. д.). Также писатели используют героев-животных для усиления комичности произведения. Так, например, если бы «Житейские воззрения» были бы написаны не от лица кота, а от лица человека, то произведение утратило бы свой юмор. В период жёсткой цензуры, корректирующей написанные тексты, образами животных «маскировались» истинные персонажи, которые «читались между строк». Например, такие произведения, как «Повесть о Ерше Ершовиче», «Медведь на воеводстве», «Премудрый пескарь».

И, наконец, во многих произведениях животные выступают проводниками героев, их спутниками и помощниками, иногда даже спасителями, или искусителями, врагами.

Также есть такая категория литературы, как «рассказы о животных», где повествуются вполне реальные события о реальных животных (рассказы Веры Чаплиной). *Анна Ларионова, 8 класс, Государственная Столичная гимназия, г. Москва.*

Есть три варианта произведений, в которых рассказывается о животных. 1-й — это наблюдение за животными, рассказы о забавных случаях, связанных с ними. Такие книги пишут люди, чья жизнь, работа, тесно связаны с животными, и все эти эпизоды — правда. Так пишут Даррелл, Хэрриот, Чарушин, Пришвин. Цель их — просто рассказать, что в жизни ветеринара/охотника/натуралиста случается всякое, это своеобразные мемуары.



2-й тип — это художественные произведения, написанные либо от лица самого животного, либо от третьего лица. Книги 2-го типа часто пишутся о собаках, потерявших хозяина, об их верности, доверчивости. Да и вообще о том, как любые животные доверяют часто жестокому хозяину — или хозяину вынужденно жестокому, как в «Муму». Такая книга должна вызывать жалость читателя.

И, наконец, 3-й, современный тип — это повествование о некой тайной жизни животных, чаще всего кошек — приключенческие романы. Пишутся для подростков с развлекательной целью. *Анастасия Львова, 9 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.*

### Задание 3

«Но тотчас понял: Данте Алигьери». Во-первых, это фамилия итальянского поэта. Во-вторых, «Алигьери» подходит к ритму и рифмовке стихотворения. *Никита Камитдинов, 11 класс, лицей № 1523, г. Москва.*

**Данте Алигьери** (итал. *Dante Alighieri*), полное имя Дуранте дельи Алигьери (1265–1321) — великий итальянский поэт, один из основателей литературного итальянского языка. Создатель «Комедии» (позднее получившей эпитет «Божественная»).

По сюжету Алигьери, герой «Божественной комедии», прошёл все круги ада, будучи живым, поэтому его лик «не мёртвый, но просветлённо-страстный». *Анна Ларионова, 8 класс, Государственная Столичная гимназия, г. Москва.*

Если читать последние словосочетания в стихотворении через строчку, то можно увидеть полное и точное описание Данте (просветлённо-страстный, нуждам не причастный, властный Алигьери). *Дмитрий Журавлёв, 11 класс, гимназия № 1538, г. Москва.*

Точных сведений о терцинах участники конкурса, как и следовало ожидать, сообщить не смогли, но о многом сумели догадаться.

Из этого стихотворения видно, что каждая рифма повторяется три раза. «Терция» в музыке — это промежуток в три звука. Русское слово «три» тоже этимологически связано с «тре», «тер» и пр. Наверное, «Божественная комедия» написана терцинами, и поэтому логично для стихотворения о Данте использовать эту рифмовку. *Александр Файер, 9 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.*

А вот что написано в Краткой литературной энциклопедии.

«Терцины (итал. *Terzina* от *terza rima* — третья рифма) — ряд трёхстиший, связанных рифмовкой по схеме *aba bcb cdc ded ...*; средний

стих каждого 3-стишия рифмуется с крайними стихами следующего, средний стих последнего 3-стишия — с отдельным замыкающим стихом. Получается непрерывная рифменная цепь произвольной длины *< dots >* Т. были канонизированы Данте в «Божественной комедии» и вызвали подражания почти во всех европейских литературах, но применение их нигде не вышло за пределы экспериментов и стилизаций.»

И хотя энциклопедия свидетельствует, что в русской поэзии размером терцин был 5- и 6-стопный ямб, она же добавляет, что возможны и другие размеры — они появлялись как метрический эксперимент. Поэтому мы, публикуя наиболее удачные терцины, не отбросили и те, которые написаны не традиционными ямбами, а иначе. А также те, которые завершаются не одной отдельной строчкой, а парой строк. И даже такие, в которых вместо слова «терцина» (женского рода) фигурирует «терцин».

1. Москва — холодный город. Вечных пробок

Застыли вереницы. Фонари

Льют светом на гудящую дорогу,

Смывая с женщин ежедневный грим.

В метро спешат закутанные люди. . .

Мы с Азazelло больше любим Рим.

Вдыхаю влажный воздух полной грудью.

Скорей бы тьма накрыла город мой.

Тогда не важно, будет или не будет

Пришествие. Взамен ему — покой.

Ухмылкой лунной Бегемот чеширский

Одаривает москвичей. Долой

Одежду и столичные границы!

Пусть Воланд пустит лошадей в аллюр,

И тронутся ночные вереницы

Машин. И с высоты своих котурн

Дождь наконец обрушится на город.

*Анастасия Львова, 9 класс, ЦО № 57, г. Москва*

2. Я разбирать стал Брюсова структуру —  
А там задание: свой пишите стих.  
Но посудите сами: буду ли гравюру

В готических тонах писать? Нет, только псих  
На пятом часе мог бы вымучить такое.  
Во мне все мысли спутались — там, в них,

Задачи физики и математики сами собою  
Решаются и забываются. Наверное,  
Я рано сдал лингвистику... Со мною

Досадно дружит то обыкновение,  
Решать на быстроту и интуицию  
и в совершенстве вечного движения

Я принимаю скорости позицию.  
Иной решит проблему в 10 дней,  
Используя свой мозг как пропозицию.

А я душой найду решение быстрее,  
Хоть не уверен в объективности решения...  
А впрочем, ладно... Переписывать скорей,

И хватит бреда сумрачных идей.

*Марк Виноградов, 11 класс, Лицей, г. Троицк.*

3. Я — муравей, я труженик всечасный,  
Пройдёт в трудах весь будущий мой век,  
И путь карьерный выпал мне прекрасный.

И солнца нет, а я уж начал бег.  
Неведомы усталость и смятение,  
Меня зовут «машиночеловек».

В одних трудах от жизни мне спасенье.  
Забыты мной любовь и тревожненья.

*Арсений Рафалент, 11 класс,  
Троицкая православная школа, г. Троицк Московской обл.*

#### 4. Есенин на Парнасе

Обычный парень, русский, из народа,  
На царственный Парнас взошёл поэт.  
Он славил лирой русскую природу,

Слагая свой бесхитростный куплет.  
Поэту на Парнасе не прижиться:  
Здесь скука, и тоска, и жизни нет.

Спесивых муз повсюду вереницы,  
Повсюду теснота и неуют.  
Ему б туда, где русские девицы

Младенцам колыбельные поют.  
Родной деревни нет ему дорожке,  
За это на Парнасе проклянут

Несчастливого Есенина Сережу.

*Ирина Ютяева, 11 класс,  
школа № 11, г. Электросталь Московской обл.*

#### 5. И не забыть тот вечер, синий с проседью, Как мамин шарф. На кухонном столе Горела лампа. Терпко пахло осенью

И чуть подтаявшим от жара крем-брюле.  
Мой город утонул. Укрывшись листьями,  
Он поддавался неотступной мгле.

С деревьев жёлтыми парашютистами  
Летели те, кто шелестом встречал  
Весну. И умерли. А взгляд твой синий, пристальный,

Как море, приласкавшее причал,  
Кричал о том, чего словам не выстонать.  
И в этот миг на небе обвенчал

Нас ветер переливчатыми свистами.

*Варвара Кошман, 11 класс,  
гимназия № 3, г. Юбилейный Московской обл.*

6. Когда со трепетом вступил я на кладбище,  
Где терний вьётся по камням обманным,  
Где ветер степной в ветвях древесных свищет —

Видений рой тотчас предстал мне странных:  
То были воины, идущие на битву,  
Арабов измождённых караваны,

То были иноки, творящие молитву,  
И рыболовы, бросившие сети,  
Охотники, спешащие с ловитвы,

Цари и старцы, нищие и дети —  
Глаза незрячи их в могильном сне,  
Они не могут вырваться из клетки —

Их видел я; и страшно было мне,  
Когда вокруг меня кружились тени;  
За роем рой, в объятия луне

Они вставали из могильной сени;  
И страшен был пророческий их глас —  
«Мы все равны в обители забвенья;

И сильный мира — лишь один из нас.»

*Екатерина Манкевич, 10 класс, лицей № 1553, г. Москва*

## 7. ТЕРЦИНЫ ВТОРОПЯХ

Ах, как осталось времени немного —  
Никак не больше двадцати минут!  
Прошу, меня вы не судите строго —

Секунды так стремительно бегут!  
Я не успею завершить терцины  
Как следует — ведь это долгий труд!

Я не дошёл ещё до середины —  
Но вот уж три часа без десяти!  
А я ведь без ошибочки единой

Их написал бы, если б смог прийти  
Пораньше — ну хотя б минут на двадцать!  
О неизвестный мой судья, прости!

Я не могу здесь больше оставаться,  
И будет мне позором этот стих,  
И буду я до смерти убиваться,

До слёз молиться буду, чтобы стих  
Всеобщий смех и сплетни за спиною!  
Но недвижим останется триптих —

И мой позор останется со мною.

*Лев Козлов, 10 класс, школа «Муми-Троль», г. Москва*

8. Я — цикада, поющая песню о море ночном,  
О тугих парусах, о русалках в подводных глубинах.  
Я — цикада, я вам не запечный сверчок,

Свой домик с беззаботной свободой покину.  
Я — цикада, лечу, как хочу, и пою, как хочу,  
И смеюсь! Никогда мне не больно, не стыдно, хоть сгину.

Я — цикада, и я никогда ни о чём не молчу,  
Вам я сказку спою о любви, о страданье, о счастье,  
О природе и чувствах, о чём захочу,

О Луне и о Солнце; о небе, о людях вчерашних.  
Я — цикада, играю на скрипке, на тонкой струне,  
Из алмазного света сплетённой, на струнах хрустальных.

Я — цикада, мой вальс прозвучит в тишине,  
Как прощальный призыв, как аккорд, зазывающий сладко.  
Я — цикада. Мне сладко играть для людей, что меня горячей  
и чудней,

Что безумно так любят, себя позабыв без остатка.  
Я — цикада, мой голос зовёт вас в иные миры,  
Но... увы! — улетает в неизвестность, как малая птаха.

Я — цикада, не дам я поэту тепла, тишины,  
Не напомним о доме родном, о любви, о привычных закатах.  
Я — цикада, поющая песню о море ночном...

*Богдан Матюшкин, 10 класс, школа «Развитие»,  
г. Армавир Краснодарского края*

9. Я обещала не писать стихотворений,  
Но выбор, кажется, довольно невелик...  
И пусть, я знаю, что моих творений  
Не публикуют на страницах книг.  
О чём писать? О чувстве, о разлуке?  
О том как осенялся твой печалью лик?  
И до меня твердили о любовной муке,  
А нынче не в чести Сизифов труд.  
Зачем бумагу праздно изводить от скуки?  
Ведь от неё, известно, мухи мрут...  
Но может пострадать и мой читатель.  
А муза, мой извечный Брут,  
Мой беспощадный и немой предатель,  
Покинет вновь меня наедине с толпой,  
И наконец обрушится Дамоклов меч-каратель,  
Уж с первых строк нависший надо мной.  
Прошу простить мне это графоманство.  
Как видите, приходится порой  
Писать опять, на грани хулиганства.  
Зато готов терцин — короткий и простой.

*Екатерина Хромова, 11 класс, гимназия № 1543, г. Москва*

10. Я лежу и гляжу на часы.  
Вот уже полувечность лежу.  
Труд всей жизни швырнут на весы:  
Будет взвешен, как я погляжу,  
И измерен, и признан негодным...  
Надо драться! Но я нахожу  
Этот бой чересчур неудобным.  
Ведь нельзя же мне, смертному смерду,  
Драться с Богом, костляво-бесплотным.  
Всё равно он одержит победу.  
«Я умру. Я умру. Я умру...» —  
Мысль колотится, словно об стену.  
Умираю. Положат в нору.  
Сердце бьётся... И пульс тонкой ниткой.  
Вдруг прервался. Закончив игру,  
Я исчез, громко хлопнув калиткой.

*Георгий Татевосов, 11 класс, гимназия № 1567, г. Москва*



11. На Ломоносовский турнир  
Пришёл, уселся где-то с краю.  
Средь парт, заполненных людьми,

Узнал, что ничего не знаю.  
Что ни задача, то проблема.  
Сноровка понемногу тает.

Ни год, ни век, ни теорема —  
На всё ответ — пустой листок.  
«Зачёркнут мозг» — моя эмблема.

Какой тяжёлый, странный рок.

*Максим Шугаев, 11 класс, школа № 905, г. Москва.*

## 12. Несчастье нашего времени

Со многими судьба меня свела:  
И с Плюшкиным, и с важным фарисеем,  
И даже буриданова осла

В мой дом манила вслед за лицедеем.  
Но как теперь бесцветен стал наш род!  
Ни быть и ни казаться не умеем —

И скучно мне уже который год.  
Ни чеховской карикатуры точной  
Теперь на свете словно не живёт,

Ни Хлестакова в бричке не поймать —  
Хоть век ищи, и, видимо, сатира,  
Стремясь модель поярче отыскать,

От нас сбежала на задворки мира.  
Урок понятен: будь для остальных  
Не добр, и не умён, чумой средь пира! —

Но интересен. Ради всех святых.

*Алина Тарасенко, 11 класс, школа № 17, г. Тверь*

## Задание 4

Многие участники конкурса верно определили, какое стихотворение написано в XX веке, хотя шли к правильному решению разными путями. Одни исходили из общих представлений о мироощущении людей в XX в.

Второе стихотворение — это ода морю и человеку, сражающемуся с ним, а первое — описание трагедии ничтожно маленького человека в сравнении со стихией. Именно такое чувство испытывали люди в XX веке, находясь в гуще окружающих их великих событий. *Анна Хораш, 11 класс, школа № 1, г. Ступино Московской обл.*

Другие делали вывод по аналогии, узнавая ритмические, лексические, синтаксические особенности, знакомые по известным стихотворениям XIX и XX века.

В 1-м стихотворении мы встретили большое количество односоставных предложений (Мрак, Шторм, Ветр, Дождь), что характерно для поэзии XX в. (вспомним, например, Блока: «Ночь. Улица. Фонарь. Аптека») *Анна Ярмоленко, 11 класс, Сергиево-Посадская гимназия, г. Сергиев Посад Московской обл.*

Стиль этого стихотворения более похож на современный. Аллитерации в XX веке стали использоваться активнее, чем в более ранней русской поэзии. Яркий пример таких «музыкальных» стихотворений написан Маяковским и имеет название «Хорошее отношение к лошадям», в этом стихотворении ритмы и звуки отражают сюжет произведения. Падает лошадь — подламываются слова, как будто резко останавливается старая скрипучая шарманка. ... Также о современности стихотворения говорит его оригинальный ритм. Автор передаёт нам ощущение бушующего моря через четкие, короткие назывные предложения. *Наталья Агафонова, 10 класс, школа № 1484, г. Москва.*

Я думаю, что позже написано стихотворение «Штрих», так как использованная лексика звучит современнее стихотворения «Нелюдимо наше море», полного слов высокого стиля (громада, бездна, блаженная, роковой, простор) и призыв «смело, братья!» совсем не созвучен советскому «товарищ», «борцы», «комсомольцы». *Мария Тарасова, 11 класс, школа № 199, г. Москва.*

Об этом нам говорит и лексика — я, например, не уверен, что в XIX веке в русском языке было слово «иллюминатор», и даже синтаксис — резанные, короткие предложения более характерны для более поздней поэзии, так же как характерен для поэзии XIX века четырёхстопный

хорей второго стихотворения. *Василий Рогов, 9 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.*

Я думаю, что первое стихотворение написано в XX веке, потому что его вид не классичен. Оно как будто составлено из стихотворных мазков. Такая «отрывистость» была характерна для новых направлений поэзии XX века. *Вероника Файнберг, 9 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.*

Поэт использует рифмы, которые были бы слишком смелыми для XIX в. (пассажир — положил). Можно обратить внимание и на формальную деталь — начало строк в стихах большинства поэтов начиная с 20-х гг. XX в. всегда (или почти всегда) пишется с маленькой буквы. *Кирилл Борисов, 11 класс, гимназия № 1567, г. Москва.*

Третьим помогли общая начитанность и хорошая память.

Можно привести и косвенное свидетельство: в известной книге «Четвёртая высота», написанной в XX веке (сама книга повествует о периоде 20-40-х годов того же века) главная героиня в одном из эпизодов вспоминает фразу из знакомой ей песни. Эта фраза — строки из второго стихотворения: «будет буря: мы поспорим и помужествуем с ней». Следовательно, второе стихотворение написано раньше, в XIX веке... *Анастасия Бочковская, 11 класс, лицей № 1535, г. Москва.*

Разнообразны были и доказательства того, что именно первое стихотворение, написанное Л. Лосевым, входит в цикл «Подписи к виденным в детстве картинкам».

В 1-м стихотворении описывается море, которое бушует, и шторм всего лишь на страницах книги, которую читает герой: именно там, на рисунке, изображено бушующее море и шторм. На это нам указывают слова штрих — мрак, штрих — шторм; автор будто рисует шторм. *Татьяна Гаврилова, 11 класс, школа № 13, г. Электросталь Московской обл.*

Слово «штрих», так часто употребляющееся в этом стихотворении, наталкивает на мысль о том, что автор рассматривает картину. Также он говорит о себе и о читателях как о наблюдателях: *Там крошечный нам виден пассажир, // Он словно ничего не замечает...*

Автор делает акцент на маленьких размерах изображенного на картине, видимо желая высказать восхищение художнику, сумевшему так искусно изобразить сцену чтения. *Владислава Костенко, 11 класс, школа № 136, г. Москва.*

Всё стихотворение напоминает описание картины, автор сначала обрисовывает пейзаж, «фон», а затем уже сужает пространство до

одной каюты корабля и пассажира, читающего книгу. *Алла Суник, 11 класс, гимназия № 1543, г. Москва.*

К тому же антитезу первого стихотворения (большое — маленькое, светлое — тёмное) легко выразить на картине. *Дарья Эльконина, 9 класс, школа № 1133, г. Москва.*

Вторая половина стиха очень похожа на описание картины: всё полотно в тёмных тонах, но есть «крошечный кружочек световой», где виден пассажир. *Наталья Катаева, 10 класс, школа № 14, г. Химки Московской обл.*

Слово «крошечный», дважды повторённое в стихотворении, говорит не только о сравнении человека с силой стихии, но и об относительных размерах иллюминатора и пассажира со всей картиной. Их действительно сложно рассмотреть. *Иннокентий Щербинин, 10 класс, школа «Интеллектуал», г. Москва.*

Мысли автора отрывочны и перескакивают на разные предметы слишком быстро, что соответствует детской психологии; уменьшительно-ласкательный суффикс «кружочек», использование прилагательного «крошечный» характерны для этого цикла. *Анна Ким, 11 класс, школа № 1383, г. Москва.*

Много интересных соображений о том, что роднит стихотворения и чем они различаются по первому впечатлению.

Они похожи тем, что оба про корабли, попавшие в бурю, а различаются стилем, тем, что стихотворение 1 — это рисунок, а стихотворение 2 — это реальность. *Анастасия Котик, 4 класс, школа № 1384, г. Москва.*

Но и в том и в другом есть что-то спокойное, в первом — пассажир, во втором — «блаженная страна». *Павел Троицкий, 7 класс, школа № 1543, г. Москва.*

Как в стихотворении Языкова, так и в стихотворении Лосева во всём этом мраке есть просвет. В первом случае это светлая и тихая каюта пассажира, а во втором — блаженная страна, куда могут добраться только сильные душой люди. *Евгения Сыровасовская, 11 класс, Павловская гимназия, деревня Веледниково Истринского района Московской обл.*

И там, и там корабль, терпящий бедствие. Но они отличаются тем, что в одном случае это описание видимого, а в другом автор сам участник действия. *Ульяна Питерцева, 6 класс, гимназия № 1513, г. Москва.*

В отличие от первого стихотворения, которое написано как описание, второе написано в виде призыва. *Иван Лещёв, 7 класс, школа № 1285, г. Москва.*

Оба стихотворения имеют фоном один и тот же пейзаж. Ветер, буря, шум взбушевавшей воды. Однако интересно, что в первом берег близко, а во втором о нем нет и речи, человек улетел далеко от всего земного в пространство вод, как в облака. Первое — битое, со словами-предложениями, намеренными повторами слов, написанное «штрихами», а не линиями, как второе, оно создаёт из кусков более-менее цельную картину, а эти куски связаны между собой какими-то ассоциациями, воображением читателя. Второе — плавное, высокое, с высокопарного стиля словами: «блаженная», «быстрокрылая» и др., с призывом к смелости. *Мадина Плиева, 8 класс, школа «Интеллектуал», г. Москва.*

В первом стихотворении море предстает нам в непогоду, словно это не строки поэта, а брызги разбивающихся о борт корабля волн предстают нашим взорам, в последнем же четверостишии море как будто успокаивается, шторм утихает, строки становятся плавнее: Второе стихотворение звучит легче, оно, на мой взгляд, должно читаться быстрее, динамичнее, как призыв или удалая моряцкая песня. *Никита Павловской, 10 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.*

Общее у стихотворений — тема: бурное море и противостояние ему человека. *Екатерина Манкевич.*

Уже в формулировках общих впечатлений названы существенные особенности построения стихотворений, звучания, синтаксиса и проч. Но мы приведём ещё некоторое количество высказываний, в которых содержатся интересные наблюдения.

Что любопытно, авторы пишут на очень схожем языке, Лосев активно использует архаизмы и краткие формы (брег, крут, ветер, пред) характерные для времени Языкова. *Георгий Татевосов.*

В первом произведении хоть и есть старославянизмы (*ветр, брег*), но есть слово *иллюминатор*, а также *пассажир*. *Надежда Степанова, 11 класс, школа № 61, г. Чебоксары.*

Во втором стихотворении используется множество эпитетов (*быстрокрылая ладья, блаженная страна*), в первом эпитетов нет совсем. *Наталья Попова, 11 класс, школа № 146, г. Пермь.*

Практически нет тропов, что создаёт ощущение серой картинки. *Ксения Харламова, 11 класс, школа № 548, г. Москва.*

Многие ощутили, что стихотворения отличаются ритмом, но затруднились точно объяснить эту разницу и писали о «перебоях». Но некоторые участники конкурса сумели не только осознать трудность, но и преодолеть её.

Метрические различия — 4х-стопный хорей во втором и пятистопный ямб, впрочем, незаметный из-за обилия односложных слов и коротких предложений. *Екатерина Манкевич*.

Антитеза как основа композиции стихотворения Л. Лосева никем не оспаривалась.

Первое стихотворение построено на контрасте между разбушевавшейся стихией и спокойно сидящим в каюте человеком. *Анна Хораш*.

Противопоставляются природа и каюта, человек, т. е. противопоставляются две неравные по масштабам вещи (лексический ряд «мрак — шторм — дождь» и слово «световой»). Многократное повторение слова «слишком» и «крошечный», уменьшительный суффикс рядом со словом «крошечный»). *Дарья Эльконина*.

Относительно стихотворения Языкова мнения разделились.

В композиции первого стихотворения мы можем наблюдать противопоставление, контраст бури, бушующей стихии за бортом и островка непоколебимого спокойствия < ... > в каюте. Второе стихотворение написано в одном настроении, его герой полон решимости и отваги. *Анна Антонова, 11 класс, школа № 3, г. Волгоград*.

Во втором стихотворении также происходит смена настроения. Описание шторма сменяется мечтаниями лирического героя о «блаженной стране». *Ярослав Полтавин, 11 класс, лицей «Лидер», г. Волгоград*.

Оба эти утверждения справедливы, потому что противопоставление у Языкова не так отчетливо и «блаженной стране» посвящено только одно четверостишие, «граница не так сильно заметна; форма не изменится» (*Виктория Мишина, 11 класс, Лицей г. Железнодорожный Московской обл.*), к тому же здесь «есть элементы циклической композиции; произведение начинается с символики паруса и кончается ею» (*Павел Безбородов, 11 класс, школа № 23, г. Владимир*).

Размышляя о том, какими средствами создаётся образ бури, участники конкурса обращали внимание и на звучание, и на особенности лексики и синтаксиса.

Я думаю, что штрих может символизировать молнию; благодаря звучанию этого слова, в котором 4 согласных, отчетливо рисуется образ. Слово слишком тоже усиливает напряжение, даже создаёт какую-то обречённость. *Алла Бахтина, 11 класс, лицей № 2, г. Чебоксары*.

Удивительно то, что каждый штрих — одно существительное, что штрихи создают все действие, всю динамику. Стихотворение динамично, буря бушует при фактическом отсутствии глаголов в 3-х абзацах. *Алёна Кариебанова, 11 класс, школа № 21, г. Ковров Владимирской обл.*

В первой половине первого стихотворения мы не видим глаголов, но действие достигается за счёт «телеграфного» стиля. *Мария Радши, 11 класс, гимназия № 2, г. Раменское Московской обл.*

... во второй строфе наблюдается многократный спондей (несколько ударных слогов подряд). *Юлия Лазарева, 11 класс, лицей № 1547, г. Москва.*

... в первом стихотворении много образов представлено в виде вспышек, например: «Штрих — мрак. Штрих — шторм.» Короткие фразы создают эффект внезапности, а отсутствующие во многих предложениях глаголы не позволяют развиваться действию... *Дилара Худайбергенова, 11 класс, лицей № 1525, г. Москва.*

Первое стихотворение напоминает бушующий морской водоворот. Частые стыки согласных, отрывистые фразы, отсутствие связного описания, но — точные неполные предложения, вызывающие в воображении читающего нужный образ — всё это идеально передаёт сущность неукротимой морской стихии. *Полина Казакова, 10 класс, лицей № 1537, г. Москва.*

Здесь преобладают шипящие звуки [ш], [х], [ж] (аллитерация) — звуки моря, волн и звуки [р], [г], передающие ощущение силы стихии, опасности. Нагнетают ситуацию назывные предложения: «Мрак. Шторм. Ветр. Дождь.» < ... > Все составляющие природной стихии одновременно сваливаются на читателя. В 6-ой строке слово «крут» повторяется три раза — акцент на опасность. *Дарья Харитонова, 11 класс, лицей «Лидер», г. Волгоград.*

Есть интересные наблюдения и над особенностями второй части.

Вторые шесть строк изображают совсем другой мир — мир спокойствия, света и уюта, мир пассажира-читателя. Здесь всё размеренно и тихо, поэтому автору нет необходимости опускать глаголы, как в первой части стихотворения: предложения полные, двусоставные. *Варвара Кошман.*

Вторая часть ... пронизана умиротворением. Цветовая гамма меняется с серой на светлую, теплую. *Дарья Харитонова.*

В изображение моря в стихотворении Языкова наши авторы вглядывались не так пристально, отделяясь общими замечаниями: «Во втором стихотворении всё находится в движении, всё меняется, читатель видит, как крепчает буря», — и даже объясняли отсутствие интереса: «Второе стихотворение после прочтения такого сочного первого кажется слишком классичным, скромным, «маленьким». Автор вроде и пытался изобразить бушующее морское пространство, но у него это вышло не так убедительно, как у Лосева». *Полина Казакова.*

Участники конкурса склонны рассматривать море у Языкова в связи с героем стихотворения, общей идеей, даже пафосом целого литературного направления.

У Языкова есть движение, его ладья летит, ветер крепнет, туча грянет etc. Более того, у Языкова это движение ведёт ко вполне определённой цели: «блаженной стране». *Георгий Татевосов.*

Во 2-м стихотворении, хоть главным там является море, в борьбу вступает человек. Мы видим силу, сумасшедший характер морской стихии, но это не пугает лирического героя. Он смело парус направил. Герой бросает морю вызов. Мы видим силу духа главного героя. Он абсолютно равноправен со стихией. *Анна Непочатова, 11 класс, школа № 13, г. Электросталь Московской обл.*

Стихотворение Языкова наполнено бунтарским характером, что свойственно романтикам. Множество романтических образов: парус, буря, даль. *Александра Пятаева, 11 класс, школа № 61, г. Волгоград.*

Второе стихотворение написано в лучших романтических традициях. Лирический герой подчёркивает сходство души человека с природной стихией: «наше море», он не боится её, играет с ней. < ... > Лирический герой относится к буре как к давнему сопернику < ... > *Дарья Харитонова.*

Мне кажется, что под словом «буря» подразумевается нечто, связанное с настроением людей, то есть какой-то переворот. Автор как бы говорит нам о переменах, которые приближаются: «Там, за далью непогоды, есть волшебная страна». Может быть, это та страна и тот мир, к которому каждый должен стремиться? Море — это наша жизнь, наполненная своим солнцем и своими тучами, т. е. хорошими и плохими событиями, просто нужно не сдаваться, к чему и призывает нас автор. *Анастасия Ермолаева, 11 класс, школа № 1862, г. Москва.*

Языков — поэт, принадлежащий к романтической традиции. Его лирика несёт на себе влияние романтических тем, мотивов и образов (образ бури — один из них). Отсюда наличие в стихотворении традиционной для романтической поэзии лексики: роковой, парус (ещё один романтический мотив), бездна, громада. У Языкова мы можем увидеть традиционную для романтизма модель двоемирия (есть здешний мир — море, буря, тучи, а есть — блаженная страна). Идеал романтического героя — в бесконечном движении к иному миру, миру мечты — стихотворение Языкова пропитано этим чувством. *Кирилл Борисов.*

В данном стихотворении главным символом является море, это символ жизни, парус — символ человека, который выходит в откры-



тое море. Это не единственный признак «классического романтизма». Поиск парусом какой-то блаженной страны, где всё прекрасно, поиск какого-то искусственного мира — вот ещё одна черта романтиков XIX века. *Алёна Кариебанова*.

У Языкова человек активно деятелен: «мы поспорим и помужествуем». Он капитан и призывает напрячь все физические и душевные силы, чтобы преодолеть бурю (а может, жизнь? Судьбу?) и пробиться к заслуженной блаженной стране. *Полина Гоцманова, 11 класс, школа № 548, г. Москва*.

В оценке героя стихотворения Языкова участники конкурса единодушны. Нет расхождений и в том, каким предстает лирический герой первого стихотворения.

Лосев-автор не присутствует в своём стихотворении, он — живой фотоаппарат, запечатлевает увиденное. *Георгий Татевосов*.

Но вот отношение к читающему пассажиру, а значит, и понимание заключительных строк стихотворения встречается очень разное.

Он крошечный — единственный эпитет в ст. А природа, стихия необъятно велика. Очередное напоминание человеку о том, насколько он незначителен по сравнению с природой. *Алла Бахтина*.

Автор подчёркивает разницу между огромной, разрушительной силой природы и незначительностью человека, его беспомощностью против неё (два раза повторяет слово «крошечный», не просто маленький). *Дарья Харитонова, 11 класс, лицей «Лидер», г. Волгоград*.

У Лосева человек такой «крошечный», находящийся в эпицентре шторма, защищённый лишь иллюминатором, безразличен, бездеятелен: «он словно ничего не замечает», будто бы сознательно отдаётся на милость волн, тем более что он всего лишь пассажир. *Полина Гоцманова*.

В 1-м ст. лирический герой наблюдает катастрофу мира, а затем видит спасение в образе человека. *Надежда Степанова*.

Две части стихотворения соединены промежуточным звеном, где делается акцент на единственном светлом пятнышке в этой картине — на иллюминаторе. Это своего рода граница, где кончается мир страха, отчаяния и тревоги, бесполезной борьбы, и начинается мир спокойствия и устойчивого состояния, не случайно автор подчёркивает статичность положения: Он пред собою книгу положил, // Она лежит, и он её читает. *Алина Захарова, 11 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва*.

Закончим двумя обобщающими суждениями, непохожими, но равно имеющими право на существование.

В обоих стихотворениях море — это метафора, символ всей человеческой жизни, полной невзгод и трудностей. И отношение к ней героев Языкова и Лосева различается: первый сражается с ней, второй — следует по течению, укрываясь от несовершенств мира в книгах. *Лиля Хвेलидзе, 11 класс, лицей № 10, г. Волгоград.*

Стихотворения похожи по структуре: вначале говорится о суровости моря, а в конце о крепости духа человека. В первом стихотворении человек невозмутимо читает книгу, а во втором несмотря ни на что держит свой парус прямым и крепким. *Наталья Попова, 11 класс, школа № 146, г. Пермь.*

## Задание 5

Второй отрывок — из романа Ф. М. Достоевского «Преступление и наказание».

Участники конкурса увидели много общего и в содержании приведённых портретов, и в авторской интонации.

В обоих текстах описываются 45-50-летние люди. Оба они — типичные представители своих классов. Оба деловые, целеустремлённые, уверенные в себе и довольные жизнью. Авторы обоих отрывков описывают лишь внешний вид героев. Причём очень подробно останавливаются на описании одежды, однако совсем не упоминают о внутреннем мире героев, их мыслях, желаниях, целях. Об этом читатель может только догадываться. *Анна Хораши, 11 класс, школа № 1, г. Ступино Московской обл.*

И в портрете Василия Ивановича, и в портрете Лужина явно прослеживается насмешка. В то же время оба автора подчёркнуто серьёзны, описывая курьёзные подробности облика своих героев (*приятно колеблющиеся живописные складки, не представляли ничего смешного*). Ироничный эффект достигается не столько стилем, сколько содержанием; что отсылка на казанского кривого портного, что упоминание немца, идущего под венец, вставлены вроде бы между прочим, но разрушают серьёзность описания. (*Виктория Позднякова, 11 класс, гимназия МИИТ, г. Москва.*) В. Соллогуб «смеётся» над героем, что у него достаточно старый фрак, а второй автор, наоборот, что слишком новый. (*Наталья Токмакова, 8 класс, школа № 2, г. Троицк Московской обл.*) Кажется, что оба писателя саркастически относятся к «франтовости» своих героев. Только в первом случае Василий Иванович явно выглядит глупо в своём наряде, а Пётр Петрович из второго отрывка,

хоть и замечательно смотрится, но его облик слишком прилизан и подчеркнуто призван хорошо отрекомендовать обладателя. (*Вероника Файнберг, 9 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.*)

В самом общем виде существенные различия между портретами сформулированы так.

Первый портрет — более прямое описание, не только костюм и причёска, но и вообще внешность. Второй — с более явным отношением автора; герой показан в настоящий момент, а внешность природная не прописана. (*Мария Имас, 8 класс, школа № 54, г. Москва.*) Первый портрет — портрет человека, второй — портрет костюма. (*Юлия Виноградова, лицей № 1525, г. Москва.*) Мне кажется, что человек, описанный в первом тексте, хороший, не самолюбивый человек, а второй себя очень любит, он эгоист. (*Алина Корякина, 6 класс, Мурманский политехнический лицей.*)

Приведём удачные высказывания, в которых выявляется связь между содержанием описания, особенностями стиля и авторским отношением к героям.

Василий Иванович, герой первого произведения, веселый, в старой, немного нелепой одежде; видно, что человек простой, общительный, не высокомерный. (*Ксения Агрис, 6 класс, ЦО № 1451, г. Москва.*) «Глядеть на него весело» — уже одно это подготавливает читателя к тому, что что-то в облике героя должно быть смешным, и это действительно так, если приглядеться. Весь облик Василия Ивановича кажется нелепым, словно он, приехав в Москву из Казани, даже понятия не имеет о московских порядках, думая лишь о «всех удовольствиях, которыми так расточительно изобилует Москва». (*Анастасия Дундукова, 11 класс, ЦО № 548, г. Москва.*) Отсутствие шика, отсутствие элементарного вкуса характеризует героя как добродушного, милого провинциального помещика, для которого жизнь — это яркие краски, удовольствие. Соллогуб избирает такой же понятный, нехитрый стиль. (*Анастасия Бушуева, 11 класс, школа № 58, г. Брянск.*) Автор использует просторечные слова *шёл себе*, как будто о Василии Ивановиче рассказывает другой помещик. (*Анна Хораи.*) Василий Иванович описывается смешно и иронично. И всё у него нескладно, криво, не к месту, но при этом не чувствуется никакого отрицательного отношения автора к герою. (*Валерия Трунёва, 11 класс, лицей № 1502, г. Москва.*) Описание интересным образом заостряется на некоторых мелких деталях, таких как кривость панталон и «живописные складки около сапог», что и добавляет оттенок лёгкой иронии. (*Полина Казакова, 10 класс, лицей*

№ 1537, г. Москва.) Мы наблюдаем лёгкую иронию (*такой дородности, что глядеть на него весело, приятно колеблющиеся живописные складки около сапог*), а не сарказм. Автор вводит и комичную историю про кривого портного. Всё это вносит юмористический оттенок в описание героя. (Анна Ярмоленко, 11 класс, Сергиево-Посадская гимназия, г. Сергиев Посад Московской обл.) В отрывке из повести Соллогуба портрет героя написан под стать самому герою. Короткие, но ёмкие предложения. Автор использует простые слова, не одаряя героя высоким слогом: *галстух, снурок*. Каков герой, таков и стиль написания портрета. Соллогуб смеется над своим героем, но по-доброму. (Наталья Акименко, 11 класс, гимназия № 4, г. Брянск.)

Второй отрывок, написанный Достоевским, более сложен по стилю и не выдаёт открыто отношение автора к описываемому персонажу. Однако можно почувствовать некоторое осуждение, с которым писатель относится к щепетильности Лужина в одежде, и ясно можно увидеть, что за располагающей внешностью и аккуратным обликом скрывается неприятная личность. (Екатерина Денисова, 11 класс, школа № 1945, г. Москва) Автор совершенно не описывает ни эмоциональную составляющую героя, ни его глаза. (Наталья Акименко.) И не зря используется оговорка «волосы, впрочем, чуть-чуть лишь с проседью...» Я думаю, таким образом автор показывает, насколько безупречно, идеально старается выглядеть Лужин, чтобы произвести впечатление, и осуждает его, потому что всё «слишком обличало известную цель». (Анастасия Дундукова.) Автор не забывает упомянуть о том что, ему неприятна цель выбора одежды, что она слишком новая... (Екатерина Клочкова, 11 класс, гимназия № 1, г. Астрахань.)

Достоевский описывает Лужина со скрытой иронией. Неприязнь автора к герою передаётся с помощью преувеличенного расхваливания: *на нём был хорошенький летний пиджак; лицо весьма свежее и даже красивое, блиставший подбородок*. Во всём описании сквозит несоответствие, слышится диссонанс: *преобладали цвета светлые и юношесственные* (как могут хорошо смотреться на 45-летнем мужчине юношесственные цвета?) *Бакенбарды приятно осеняли его с обеих сторон, в виде двух котлет*. Завитые же у парикмахера волосы и их дальнейшее описание окончательно убеждают читателя, что автор просто смеётся над своим героем. (Анна Хораш.) «Слишком», которое повторяется 2 раза в столь коротком описании, подтверждает это. (Валерия Трунёва.) Такое отношение можно понять по фразам: «... и всё было хорошо, кроме разве того, что всё было слишком новое

и слишком обличало известную цель» или по слову *даже*, постоянно употребляемому в отношении героя: «всё это было даже к лицу Петру Петровичу», «даже волосы не представляли ничего смешного». (*Юлия Воложанинова, 11 класс, школа № 846, г. Москва.*) У Достоевского весь «выхоленный» Лужин разбивается о «кроме разве того только...», и вот уже красивый ПП не так уж и красив. (*Татьяна Овчинникова, 11 класс, ЦО Пятьдесят седьмая школа, г. Москва.*)

Достоевский иронизирует, добавляя к ряду привлекательных черт одну, всё портящую: юношественность образа — и точное указание на немолодой возраст; упоминает, что локоны придают глупый вид или сходство с немцем, — и тут же уверяет, что это не про Лужина. (*Мария Логвинова, 11 класс, школа № 548, г. Москва.*) Достоевский, описывая героя, много раз использует слова с уменьшительно-ласкательным суффиксом: *хорошенький, жилетка, галстучек, полосками*. Это сразу дает ощущение мелкости и мелочности Петра Петровича. (*Георгий Татевосов, 11 класс, гимназия № 1567, г. Москва.*) Цветопись тоже создаёт образ: пастельные тона, более подходящие молоденькой барышне, чем здоровому 45-летнему мужчине. Благость, сладость, пошлость. (*Екатерина Мокшанкина, 11 класс, школа № 124, г. Самара.*) ... Описывается немного по-женски, с хвастливостью: *хорошенький летний пиджак*, только что купленное тонкое бельё, батистовый лёгкий галстучек с розовыми полосками. Автор использует эпитет *юношественный*, чтобы подчеркнуть неудачную попытку скрыть возраст. (*Александра Симдянова, 11 класс, гимназия № 11, г. Самара.*) ... всё свежее и хорошенькое. Почему-то у меня это описание ассоциируется с манекеном, пластиковой куклой. Фёдор Михайлович подчеркнул, что всё слишком хорошее и новое, что вызывает насмешку. (*Марина Жаткина, 11 класс, лицей АМТЭК, г. Череповец Вологодской обл.*)

К сожалению, говоря о портретах в русской и зарубежной литературе, участники конкурса не выходили за рамки школьной программы.

В заключение приведём несколько любопытных попыток классификации литературных портретов.

Портрет — карикатура, портрет личности, плоский портрет, дающий представление лишь о внешних проявлениях героя. Портрет автора — автор в первую очередь показывает свою точку зрения, своё отношение к персонажу. Портрет бытовой — персонаж описывается в привычных проявлениях, и по его привычкам можно определить его характер. (*Евгения Гончарова, 11 класс, школа № 16, г. Самара.*)

Портреты я бы поделила на 2 типа: первый — когда портрет героя

отображает его внутренний мир, а второй — когда портрет может оказаться совершенно противоположным характеру героя. (*Александра Шайдунова, 11 класс, школа № 146, г. Пермь.*)

Вижу в портретных описаниях 3 группы:

- 1) портреты-фото: сухое скупое описание внешности. Анализа, любви к чтению деталей нет в принципе.
- 2) портрет-образ: здесь герой будет иметь не только одежду и причёску, но и причины носить то или иное — в их характере делать/не делать что-то, в их образе проявляются привычки.
- 3) И, наконец, портрет-песня: «песня» он потому, что автор чуть ли не роняет слёзы умиления. Герой ему обязан очень тонким, детальным объяснением, что он за человек такой. (*Екатерина Мокшанкина.*)

## **Критерии оценивания и награждения**

### **1. Принципы выставления оценок**

Каждое задание оценивается целым неотрицательным числом баллов.

Баллы за каждое задание выставляются по приведённым ниже критериям и складываются из баллов по каждому пункту критериев оценивания. Оценка за каждый пункт может быть максимальной (указанной в таблице) либо меньшей (если задание выполнения лишь частично).

За особенно удачные формулировки ответов, ценные нетривиальные мысли жюри вправе начислить бонусные баллы (из расчёта не более 3 баллов за каждое задание).

За ответы без пояснений максимальное число баллов не выставляется.

*Задания № 1 и № 2 адресованы только ученикам 1–9 классов и в случае выполнения заданий № 1 и № 2 учениками 10–11 классов это никак не влияет на итоговый результат.*

Если в работе находятся цитаты из Интернета или других работ, то участнику выставляется 0 баллов.

### **2. Принципы награждения грамотами за успешное выступление и присуждения баллов многоборья**

За успешное выполнение заданий участники награждаются грамотами с формулировкой «за успешное выступление на конкурсе по литературе». Кроме того, участники, показавшие хорошие результаты, но недостаточные для награждения, получают балл многоборья. Участники, име-

ющие такие баллы по нескольким предметам, награждаются «за успешное выступление по многоборью» (а ученикам 4 классов и младше для этого достаточно балла многоборья только по одному предмету).

Действуют две схемы выявления победителей и призёров в многоборье: по суммарному числу набранных баллов и по полноте выполнения одного задания.

Это соответствует информации, сообщённой участникам во время Турнира и указанной на листе с заданиями: «Не обязательно пытаться хоть что-нибудь сказать по каждому вопросу — лучше как можно более обстоятельно выполнить одно задание или ответить только на понятные и посильные вопросы в каждом задании.»

Если при расчёте по разным схемам получаются разные результаты, засчитывается лучший из них.

### **2.1. Схема подведения итогов по суммарному числу набранных баллов.**

Результат определяется суммарным количеством набранных баллов по заданиям своего и более старших классов.

Класс	Минимальное число баллов для зачёта балла многоборья	Минимальное число баллов для победы в конкурсе по литературе	Максимальное суммарное число баллов для класса
1–5	8	18	45
6	10	18	45
7	12	20	45
8	14	20	45
9	16	21	45
10	16	21	30
11	17	21	30

### **2.2. Схема подведения итогов по полноте выполнения одного задания.**

Грамотами за успешное выступление на конкурсе по литературе награждаются те, кто выполнил любое одно задание (кроме задания № 1 для 8–9 классов и заданий № 1 и № 2 для 10–11 классов) на не менее чем на «максимум минус один» балл. Балл многоборья получают участники, набравшие за любое из названных заданий «максимум минус два» балла.

Бонусные баллы не учитываются при расчёте максимума баллов за задание, но учитываются в сумме баллов участника за это задание.

### 3. Критерии проверки заданий и выставления баллов

В графе «полный балл» указано количество баллов, выставляемое за полное выполнение соответствующего задания. В случае, если задание выполнено лишь частично, ставится меньшее количество баллов.

**Задание 1. (для 9 класса и младше).** Всего 7 баллов.

№	Формулировка задания	полный балл
1	<i>Какое произведение читал своим ученикам учитель?</i>	1
2	<i>Каких слов, необходимых для перевода, не оказалось в чукотском языке?</i>	2
3	<i>Какие слова вам непонятны в переводе?</i>	1
4	<i>Можно ли по этому переводу понять, что такое стихи? Почему вы так считаете?</i>	3

**Задание 2. (для 9 класса и младше).** Всего 8 баллов.

№	Формулировка задания	полный балл
1	<i>Чем смешна речь героя?</i>	2
2	<i>Найдите фразы, из которых понятно, что рассказчик — не человек и вы правильно вставили недостающее слово.</i>	2
3	<i>Припомните как можно больше произведений русской и зарубежной литературы, в которых рассказывается о животных, назовите их авторов и героев.</i>	2
4	<i>Зачем, по вашему мнению, писатели могут делать своими героями животных? (Рассмотрите разные случаи.)</i>	2

**Задание 3.** Всего 10 баллов.

№	Формулировка задания	полный балл
1	<i>Допишите последнее слово в стихотворении. Почему вы думаете, что пропущено именно оно?</i>	1
2	<i>Что вы знаете о герое стихотворения?</i>	2
3	<i>Что такое терцины?</i>	2
4	<i>Какие поэты сочиняли терцины?</i>	1
5	<i>Почему именно эту форму выбрал для своего стихотворения Брюсов?</i>	1
6	<i>Сочините свои терцины.</i>	3



**Задание 4.** Всего 10 баллов.

№	Формулировка задания	полный балл
1	<i>Какое стихотворение написано позже, то есть в XX веке? Почему вы так считаете?</i>	2
2	<i>Как можно полнее ответить, чем похожи эти стихотворения (обратите внимание и на содержание, и на форму) и в чем основные различия между ними.</i>	7
3	<i>Как вы думаете, какое из стихотворений входит в цикл «Подписи к виденным в детстве картинкам»?</i>	1

**Задание 5.** Всего 10 баллов.

№	Формулировка задания	полный балл
1	<i>Назовите автора и героя второго произведения.</i>	1
2	<i>Сравните портреты и по содержанию, и по стилю.</i>	2
3	<i>Проявляется ли в них отношение авторов к героям?</i>	2
4	<i>Какие вы помните изображения внешности героев в произведениях русской и зарубежной литературы?</i>	2
5	<i>Что можно узнать о герое по его портрету (рассмотрите несколько примеров)?</i>	2
6	<i>Попробуйте предложить свою классификацию литературных портретов.</i>	1

## Статистика

Сведения о количестве школьников по классам, получивших грамоту по литературе («v»), получивших балл многоборья («е»), а также общем количестве участников конкурса по литературе (количестве сданных работ).

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Всего	3	4	18	46	354	1373	1686	1716	1713	1502	2140	10555
«е»	1	0	1	5	68	312	390	260	301	123	228	1689
«v»	0	0	0	4	16	93	142	121	163	80	138	757

Сведения о распределении баллов по заданиям. Указано количество участников, получивших данный балл за данное задание (учтены только задания своего и старших классов; знак «—» означает, что участник не приступал к выполнению задания).

Баллы	Номера заданий				
	1	2	3	4	5
—	3907	4631	5272	3067	5749
0	383	243	1572	521	754
1	691	517	890	1171	1013
2	1077	924	823	1549	928
3	1550	1224	645	1503	720
4	1557	1239	507	1089	495
5	1020	906	334	758	361
6	329	559	213	415	217
7	37	207	139	211	123
8	4	91	97	166	114
9	0	11	39	60	56
10	0	2	16	42	22
11		1	3	2	3
12			5	0	0
13			0	1	0
Всего	10555	10555	10555	10555	10555

# Оглавление

Предисловие . . . . .	3
Конкурс по математике . . . . .	13
Задания . . . . .	13
Решения к заданиям конкурса по математике . . . . .	14
Критерии проверки и награждения . . . . .	19
Статистика . . . . .	21
Конкурс по математическим играм . . . . .	23
Условия игр . . . . .	23
Решения . . . . .	25
Критерии оценивания . . . . .	36
Критерии награждения . . . . .	37
Инструкция проводящим устный конкурс «Математические игры» . . . . .	37
Статистика . . . . .	40
Конкурс по физике . . . . .	42
Задания . . . . .	42
Ответы и решения . . . . .	44
Проверка и награждение . . . . .	57
Статистика . . . . .	59
Конкурс по химии . . . . .	61
Задания . . . . .	61
Решения . . . . .	63
Критерии оценивания и награждения . . . . .	67
Статистика . . . . .	69
Конкурс по истории . . . . .	72
Вопросы и задания . . . . .	72
Ответы, решения и комментарии . . . . .	76
Владыка Алексей (текст с ошибками) . . . . .	84
Наследие царя Тутмеса (текст с ошибками) . . . . .	87
Аналитический обзор . . . . .	90
Критерии проверки и награждения . . . . .	95
Статистика . . . . .	96

Конкурс по биологии . . . . .	97
Задания . . . . .	97
Ответы и комментарии . . . . .	99
Критерии проверки и награждения. . . . .	111
Статистика . . . . .	116
Конкурс по лингвистике . . . . .	120
Задачи . . . . .	120
Решения задач конкурса по лингвистике . . . . .	122
Критерии оценивания . . . . .	125
Критерии подведения итогов . . . . .	127
Статистика . . . . .	130
Конкурс по астрономии и наукам о Земле . . . . .	131
Вопросы . . . . .	131
Комментарии к заданиям . . . . .	132
Критерии проверки и награждения . . . . .	151
Статистика . . . . .	156
Конкурс по литературе . . . . .	160
Задания . . . . .	160
Ответы и комментарии . . . . .	164
Критерии оценивания и награждения . . . . .	190
Статистика . . . . .	194

34-й Турнир имени М. В. Ломоносова 25 сентября 2011 года.  
Задания. Решения. Комментарии.

ISBN 978-5-4439-0038-4

Ответственный за выпуск А. К. Кулыгин

Автор иллюстрации на обложке Т. А. Карпова. Рисунок составлен по мотивам заданий по математике (№ 3), астрономии и наукам о Земле (№ 1), биологии (№ 4).

Иллюстрации в тексте: Д. Е. Щербаков, А. К. Кулыгин, Г. А. Мерзон.

Подписано к печати 12.11.2012.

Формат  $60 \times 90 \frac{1}{16}$ . Печать офсетная. Объём 12,5 печ. л.

Заказ . Тираж 6000 экз.

Издательство Московского центра непрерывного математического образования.

119002, Москва, Большой Власьевский переулок, дом 11.

Тел. (499)241-05-00, (499)241-12-37, (499)241-72-85.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ППП «Типография „Наука“».

119099, Москва, Шубинский пер., 6.

ISBN 978-5-4439-0038-4



9 785443 900384 >

# XXXIV Турнир

имени М. В. Ломоносова



25 сентября 2011 года

Задания. Решения. Комментарии