

ББК 74.200.58

Т86

30-й Турнир им. М. В. Ломоносова 30 сентября 2007 года.  
Задания. Решения. Комментарии / Сост. А. К. Кулыгин. — М.:  
МЦНМО, 2008. — 159 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: В. М. Алпатов (лингвистика), П. М. Аркадьев (лингвистика), А. Г. Банникова (математические игры), В. И. Беликов (лингвистика), С. А. Бурлак (лингвистика), С. Д. Варламов (физика), Т. Г. Гаев (биология), С. А. Дориченко (математика), А. А. Жаров (биология), Б. Л. Иомдин (лингвистика), И. Б. Иткин (лингвистика), М. В. Калякин (биология), И. А. Кобузева (биология), Ю. Г. Кудряшов (математика), А. К. Кулыгин (физика, астрономия и науки о Земле), С. В. Луцкекина (химия), А. А. Морковин (биология), Е. Г. Петраш (биология), В. А. Плунгян (лингвистика), А. М. Романов (астрономия и науки о Земле), З. П. Свитанько (химия), Ал-др. Н. Семёнов (биология), Андр. Н. Семёнов (биология), С. Ю. Синельников (биология), С. Г. Смирнов (история), А. Н. Ступникова (биология), А. В. Хачатурян (математические игры), Н. А. Шапиро (литература), И. В. Яценко (математика).

Автор иллюстрации на обложке Т. А. Карпова. Рисунок составлен по мотивам заданий по физике (№ 3, 8), астрономии и наукам о Земле (№ 4).

*Турнир проведён при поддержке Департамента  
образования города Москвы (программа «Одарённые дети»),  
компании «Яндекс», 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 авторов.

Эл. версия <http://www.mcsme.ru/olympiads/turlom/> (www-сервер МЦНМО).

ISBN 978-5-94057-355-5

© Московский центр непрерывного  
математического образования, 2007.

# XXX Турнир имени М. В. Ломоносова

30 сентября 2007 года

Задания. Решения. Комментарии

Москва

Издательство МЦНМО

2008

## Предисловие

Ломоносовский турнир — ежегодный турнир по разным предметам для всех желающих школьников. Традиционно он проводится в последнее воскресенье перед первой субботой октября. XXX турнир состоялся 30 сентября 2007 года. Следующий, XXXI Турнир им. Ломоносова планируется провести **в воскресенье 28 сентября 2008 года**.

Турнир продолжается примерно 5–6 часов. Сколько предметов выбрать, сколько времени потратить на каждый из них и в каком порядке — участник решает сам (конкурсы проходят в разных аудиториях и всегда можно перейти из одной аудитории в другую). Жюри не определяет лучших участников (1, 2 и 3 места). Грамотами «за успешное выступление на конкурсе по ... (предмету)» награждаются все школьники, успешно справившиеся с заданием по этому предмету.

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.

Но ещё раз отметим, что на Ломоносовском турнире главное — не соревнование, а то, что участники турнира узнают и чему научатся на самом турнире (решая предложенные задания самостоятельно или прочитав эту книжку), на кружках и в школах, куда их пригласят (всем школьникам, пришедшим на турнир в Москве, выдаётся листок с описанием олимпиад и кружков на учебный год).

Сборник заданий и решений Ломоносовского турнира традиционно дарится всем участникам ближайшего московского Математического праздника для 6–7 классов (который состоится 17 февраля 2008 года), а также школьникам, которые будут награждены за успешное выступление на следующем Ломоносовском турнире.

В данном сборнике содержатся задания, а также ответы и комментарии к ним всех конкурсов турнира по разным предметам. Отметим наиболее интересные задания и темы.

На конкурсе по математике была предложена красивая геометрическая задача № 6. Несмотря на «аналитическую» постановку вопроса о максимуме площади, ответ также получается красивым геометрическим построением.

Интересным и несколько неожиданным оказывается условие задания № 3 по математическим играм (про паука и бабочку). Оказывается, чтобы убежать от паука, бабочке выгоднее всего сначала забраться в самый центр паутины.

Оказывается, строители небоскрёбов — очень сложных инженерных сооружений — иногда допускают простые и достаточно забавные ошибки. И сразу никто их не замечает. Одному такому «ляпу» посвящена задача № 3 конкурса по физике.

По внешнему виду дятла очень непросто догадаться о необычном асимметричном строении его ротового аппарата. Про это, а также про другие удивительные геометрические «фокусы» организмов животных вы можете прочитать в ответе на вопрос № 5 конкурса по биологии.

Одно из заданий конкурса по лингвистике (№ 1) традиционно строится на материале редкого, «экзотического» языка. На этот раз это муйув — один из австронезийских языков, на котором говорят около 4 тыс. человек, живущих на островах Вудларк (Папуа — Новая Гвинея). Надо полагать, местные жители сильно бы удивились и обрадовались, если бы узнали, что лингвистическую задачу про их родной язык решало больше 5000 российских школьников.

Отличительная черта конкурса по литературе — тексты ответов и решений 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 найдутся 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.

В задании № 2 литературного конкурса рассматривается интересное стихотворение — пример средневековой восточной поэзии. Точнее, это, конечно же, перевод на современный русский язык, который доносит до нас далеко не все детали загадочного и незнакомого нам Востока. Восточные мотивы не так уж редко встречаются в литературных произведениях самых разных народов и эпох, в том числе и в русской литературе, но заметить их иногда бывает достаточно непросто. Наде-

емся, вам будет интересно познакомиться с наблюдениями участников конкурса. И даже самостоятельно сочинёнными «восточными» стихотворениями.

Вопросы конкурса по астрономии и наукам о Земле посвящены облакам, вулканам, спутникам, лабиринтам и другим интересным объектам — как на Земле, так и на других планетах. Когда-то не так давно на Турнире им. Ломоносова было два разных конкурса — по геофизике и по астрономии. Но буквально на наших глазах наука астрономия прошла огромный путь от наблюдения за планетами Солнечной системы до детального их изучения — и мы знаем про них уже не намного меньше, чем про свою родную планету Земля. Соответственно, и конкурсы по астрономии и геофизике пришлось объединить — всё равно и про Землю, и про другие планеты Солнечной системы мы задаём одни и те же вопросы... А астрономия тем временем шагнула дальше — к исследованию планетных систем других звёзд...

В 2007 году в Москве и Московском регионе на Ломоносовском турнире зарегистрировано 8876 участников, которые написали 30489 работы по разным предметам. Жюри также прослушало 200 устных ответов по математическим играм. 3508 участников были награждены грамотами за успешное выступление.

По классам количество участников и победителей распределилось следующим образом:

Класс	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Всего
Участников	5	15	40	328	628	1555	1739	1445	1572	1537	8864
Победителей	1	10	16	117	297	643	694	614	586	530	3508

Из них 2409 школьников получили грамоты за успешное выступление по одному из предметов (или в многоборье, которое в этой статистике учитывается как отдельный предмет), 784 — по двум предметам, 231 — по трём. Сразу по четырём предметам награды получили 63 участника, по пяти предметам — 17 человек, по 6 предметам — 2 участника (ученики гимназии № 1567 и школы № 1862 г. Москвы). Рекордный результат — грамоты за успешное выступление по 7 предметам — также 2 участника (школа № 1862 и школа «Интеллектуал» г. Москвы).

Ещё раз отметим, что жюри никогда не рассматривало Ломоносовский турнир как соревнование по количеству предметов, но всегда с удовольствием отмечает достигнутые школьниками (и их учителями) успехи.

Ниже приводится таблица результатов участников по школам. В каждой строчке указывается название школы, количество школь-

ников из этой школы, получивших грамоты за успешное выступление на Ломоносовском турнире в 2007 году, а также суммарное количество написанных этими школьниками работ, за которые были получены грамоты. (Некоторые школьники награждались за успешное выступление сразу по нескольким предметам, поэтому грамот может быть меньше, чем призовых работ.)

№ п/п	Название школы, гимназии, лицея (где находится, если не в Москве)	призовых работ	призёров
1	школа «Интеллектуал»	244	112
2	школа № 1189	193	105
3	школа № 444	167	122
4	гимназия № 1514	164	94
5	школа № 2007	161	121
6	лицей «Вторая школа»	125	72
7	школа № 853	123	87
8	школа № 1199 «Лига Школ»	120	53
9	школа № 179 МИОО	107	65
10	гимназия № 1543 на Юго-Западе	101	54
11	центр образования № 654	97	73
12	центр образования «Пятьдесят седьмая школа»	94	54
13	лицей № 1568	78	63
14	лицей г. Троицк Московской обл.	75	64
15	гимназия № 2 г. Раменское Московской обл.	67	54
16	школа № 192	64	35
17	гимназия № 1567	63	38
18	гимназия № 1554	55	47
19	гимназия № 1564	53	41
20	лицей № 1557	52	42
21	школа № 1299	50	41
22	школа № 91	49	33
23	СУНЦ МГУ	48	34
24	гимназия № 7 г. Раменское Московской обл.	46	34
25	школа № 548	44	34
26	школа № 82 г. Черноголовка Московской обл.	44	26
27	гимназия № 1544	43	32
28	школа № 218	41	28
29	лицей № 1537	40	33
30	лицей № 6 г. Дубна Московской обл.	36	21
31	лицей № 1511	35	28
32	школа № 1223	34	24

33	гимн. «Дмитров» г. Дмитров Московской обл.	31	24
34	школа № 520	31	20
35	школа № 1 г. Фрязино Московской обл.	29	24
36	гимназии г. Троицк Московской обл.	29	20
37	лицей НИП № 4 г. Королёв Московской обл.	29	16
38	школа № 1257	28	18
39	гимназия № 1538	27	20
40	школа № 7 г. Электросталь Московской обл.	26	26
41	гимназия № 4 г. Озёры Московской обл.	26	20
42	гимназия № 1565	26	18
43	лицей г. Фрязино Московской обл.	25	22
44	школа № 618	25	21
45	школа № 345	25	19
46–47	гимназия г. Сергиев Посад Московской обл.	23	19
46–47	школа № 1018	23	19
48	гимназия № 1506	23	16
49	школа № 1151	22	18
50	школа № 5 г. Долгопрудный Московской обл.	22	7
51–52	гимназия «Логос» г. Дмитров Московской обл.	20	14
51–52	лицей на Донской № 1553	20	14
53	лицей № 1524	20	13
54	лицей № 1580	19	19
55	школа № 54	18	15
56	школа № 827	18	13
57–58	школа № 1 г. Дмитров Московской обл.	17	15
57–58	школа № 1173	17	15
59	школа № 1201	17	13
60–61	школа № 13 г. Королёв Московской обл.	17	11
60–61	школа № 1434	17	11
62	лицей № 11 г. Долгопрудный Московской обл.	16	14
63	лицей № 1547	16	13
64	школа № 4 г. Фрязино Московской обл.	15	12
65–67	лицей № 1525	15	11
65–67	школа № 1678	15	11
65–67	школа № 706	15	11
68	гимназия № 1515	15	9
69	школа № 1409	14	14
70–71	гимназия «Пушино» г. Пушино Московской обл.	14	12
70–71	лицей № 1501	14	12
72–73	гимназия № 21 г. Электросталь Московской обл.	14	11
72–73	Московская экономическая школа	14	11

74	школа № 1324	14	7
75	школа № 1862	14	3
76–77	лицей ФТШ г. Обнинск Калужской обл.	13	11
76–77	школа № 7 г. Фрязино Московской обл.	13	11
78–80	школа № 1562	13	10
78–80	школа № 463	13	10
78–80	школа № 5 г. Фрязино Московской обл.	13	10
81	школа № 1237	13	9
82–83	гимназия № 1576	13	8
82–83	школа № 75 г. Черноголовка Московской обл.	13	8
84	школа № 81	12	10
85	лицей № 11 г. Химки Московской обл.	12	9
86–87	гимназия № 1583	12	8
86–87	Химический лицей № 1303	12	8
88	школа № 199	11	10
89	школа № 5	11	9
90	школа № 1203	11	8
91	школа № 152	10	10
92–93	лицей № 1581	10	9
92–93	школа № 2 г. Пущино Московской обл.	10	9
94–97	гимназия села Внуково Московской обл.	10	8
94–97	школа № 114	10	8
94–97	школа № 3 г. Пущино Московской обл.	10	8
94–97	школа № 936	10	8
98–99	школа № 113	10	7
98–99	школа № 1912	10	7
100–101	Классический пансион МГУ	10	6
100–101	школа № 1071	10	6

Для экономии места в таблицу включены только первые 100 школ из имеющихся 492 с положительными результатами (одна или более грамот за успешное выступление).

Такое сравнение результатов школ носит исключительно оценочный характер, его не следует рассматривать как результат научного статистического исследования (и тем более — как результат соревнования или «рейтинг» школ). Таким образом мы прежде всего хотим отметить и поблагодарить за успешную работу педагогические коллективы, и прежде всего — обычных школ, которые соседствуют в этой таблице с самыми известными и популярными учебными заведениями Москвы.

В 2007 году кроме Москвы и Московского региона (Дмитров, Внуково, Озёры, Пущино, Раменское, Ступино, Троицк, Фрязино, Электро-



сталь) турнир был организован в городах Апатиты (Мурманская обл.), Астрахань, Белгород, Брянск, Владикавказ, Волгодонск, Железногорск (Курская обл.), Иваново, Курск, Мурманск, Оренбург, Переславль-Залесский, Пермь, Самара, Санкт-Петербург, Севастополь, Угленец (Воронежская обл.), Ульяновск, Уфа. Большинство из этих городов (но не все) по традиции прислали работы на проверку в Москву.

Также впервые была проведена полноценная интернет-трансляция турнира, в которой могли принять участие все желающие школьники, располагающие подключённым к сети Интернет компьютером.

Открытая публикация полных результатов — ещё одна из традиций турнира. Именно на этом этапе выясняется и исправляется большое количество недоразумений и ошибок. Полная таблица результатов опубликована в интернете по адресу <http://www.mcsme.ru/olympiads/turlom/2007>. Эта таблица содержит регистрационные номера участников, классы и полный набор оценок по каждому заданию каждого предмета<sup>1</sup>.

В интернете также опубликована компьютерная программа, по которой жюри подводит итоги турнира, и её исходный текст. Любой желающий может эту программу проверить и, обнаружив ошибку, сообщить об этом в жюри турнира.

Разумеется, какие-то погрешности всегда остаются, поэтому приведённые результаты нельзя считать абсолютно точными. Оргкомитет приносит извинения всем участникам, так или иначе ощутившим недостатки в нашей работе (неизбежные на любом массовом мероприятии).

В 2006 году в Москве (и окрестностях — Московском регионе) было организовано 31 место проведения Ломоносовского турнира. Это московские ВУЗы (МГУ, МИРЭА, МАИ и СТАНКИН), московские школы, гимназии, лицеи №№ 444, 463, 520, 601, 654, 853, 905, 1018, 1299, 1538, 1544, 1564, 1567, 1568, 1580, 1678, 2007, московская школа-интернат «Интеллектуал», а также гимназия «Дмитров» города Дмитров Московской области, Внуковская сельская гимназия села Внуково Московской области, гимназия № 4 города Озёры Московской области, школа № 1 города Пущино Московской области, гимназия № 2 города Раменское Московской области, гимназия № 7 города Раменское Московской области, лицей города Троицк Московской области, лицей города Фрязино Московской области, лицей № 7 города Электросталь Московской области.

---

<sup>1</sup>По желанию участников (ответ на соответствующий вопрос в регистрационной анкете) в таблице также указывается фамилия, имя и школа.

Торжественное закрытие Турнира, вручение грамот и призов школьникам, принимавшим участие в турнире в Москве, состоялось 23 декабря 2007 года в Московском государственном университете.

Оргкомитет благодарит всех, кто в этом году принял участие в организации турнира. По нашим оценкам это более 500 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, проверке работ, организации торжественного закрытия.

Кроме вышеупомянутых организаций, непосредственно проводивших турнир на своей территории в Москве и других городах, оргкомитет благодарит также следующие организации: Московская городская Дума, Департамент образования города Москвы, Российская Академия наук, Московский институт открытого образования, Оргкомитет международного математического Турнира городов, Московский центр непрерывного математического образования, Независимый московский университет, Российский государственный гуманитарный университет, Московский государственный технический университет, Компьютерный супермаркет НИКС, Компания «Яндекс», оказавшие существенную помощь оргкомитету и непосредственно организаторам турнира на местах.

Также благодарим участников выездной зимней школы в городе Пущино (в основном — учащихся старших классов московской гимназии № 1543 на Юго-Западе), которые внимательно прочитали предварительный вариант сборника заданий турнира и помогли устранить замеченные недочёты и опечатки.

Электронная версия этой книжки, а также материалы турниров этого года и предыдущих лет опубликованы в интернете по адресу <http://www.mccme.ru/olympiads/turlom>

Вы читаете сборник заданий и решений 30-го по счёту Ломоносовского турнира. Но этот «юбилей» остался практически незаметным: к турниру уже все привыкли — и школьники, и их родители, и учителя, и московский Департамент образования. Настолько естественным и привычным это ежегодное мероприятие стало для образовательной среды города Москвы (а последние несколько лет — и многих других городов).

В архиве оргкомитета сохранилась точная информация о самом первом собрании организаторов Ломоносовского турнира, где и было решено этот турнир организовать: «18 октября 1978 г. с 21–15 до 23 часов происходила историческая встреча, на которой было принято историческое решение о проведении Турнира им. М. В. Ломоносова. Встреча произошла возле памятника В. И. Ленину на перроне Киевского вокзала. Во встрече приняли участие: Аркадий Вайнтроб, Н. Н. Константинов, Николай Репин и Виктор Тяхт».

Первый турнир состоялся в том же 1978 году. И с тех пор проводится ежегодно. К сожалению, осуществить это было далеко не просто. В 1999 году Ломоносовский турнир проводился в очень трагические для города Москвы и России дни. И состоялся исключительно благодаря лично взявшим на себя ответственность начальнику ГУВД Москвы Н. В. Куликову, руководителю московского Комитета образования Л. П. Кезиной и префекту ЦАО Москвы А. И. Музыкантскому. Оргкомитет выражает им благодарность за принятое тогда непростое решение. А также — всем сотрудникам правоохранительных органов, обеспечивавшим тогда безопасность школьников.

Прошедшие 30 лет — большой для развития науки срок.

30 лет назад никто не мог представить себе строительство в Москве 506-метрового небоскрёба (физика, задание № 3) — просто не было необходимых для такого строительства материалов и технологий.

Технологии платиновых катализаторов (химия, задание № 9) тоже были разработаны в существенной степени за прошедшие 30 лет.

Тогда чистой фантастикой казалось существование фирмы, предлагающей всем желающим создание генетических копий домашних животных (биология, задание № 7). Такая фирма не только была создана, но и уже успела «прогореть».

Тогда мы знали существенно меньше об экзотических языках Новой Гвинеи (лингвистика, задание № 1) и других труднодоступных регионов. С тех пор количество известных и описанных языков увеличилось в несколько раз.

Мы существенно меньше знали о планетах Солнечной системы. И даже не надеялись узнать что-либо про планеты других звёзд...

Материалы Ломоносовского турнира за прошедшие 30 лет опубликованы в интернете по адресу <http://olympiads.mccme.ru/turlom>

Следующий турнир им. М. В. Ломоносова, напоминаем, планируется провести **в воскресенье 28 сентября 2008 года**. Приглашаем всех желающих школьников!

# Конкурс по математике

## Задания

В скобках указано, каким классам рекомендуется задача; решать задачи более старших классов также разрешается.

**1.** (6–8) На столе лежало 100 яблок, 99 апельсинов и груши. К столу подходили ребята. Первый взял яблоко, второй — грушу, третий — апельсин, следующий опять яблоко, следующий за ним — грушу, за ним — апельсин. Далее ребята разбирали фрукты в таком же порядке до тех пор, пока стол не опустел. Сколько могло быть груш? Объясните свой ответ.

**2.** (6–8) У Пети в кармане несколько монет. Если Петя наугад вытащит из кармана 3 монеты, среди них обязательно найдётся монета «1 рубль». Если Петя наугад вытащит 4 монеты из кармана, среди них обязательно найдётся монета «2 рубля». Петя вытащил из кармана 5 монет. Назовите эти монеты.

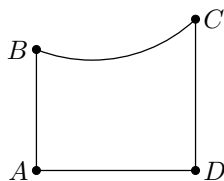
**3.** (6–9) Джо знает, что для перевода из фунтов в килограммы нужно разделить массу в фунтах на 2 и полученное число уменьшить на 10%. Отсюда Джо сделал вывод, что для перевода из килограммов в фунты нужно массу в килограммах умножить на 2 и полученное число увеличить на 10%. На сколько процентов от правильного значения массы в фунтах он ошибётся?

**4.** (8–11) Играют двое. В начале игры есть одна палочка. Первый игрок ломает эту палочку на две части. И так игроки по очереди ломают на две части любую палочку из имеющихся к данному моменту. Если, сломав палочку, игрок может сложить из всех имеющихся палочек один или несколько отдельных треугольников (каждый — ровно из трёх палочек), то он выиграл. Кто из игроков (первый или второй) может обеспечить себе победу независимо от действий другого игрока?

**5.** (9–11) Впишите в клетки квадрата  $3 \times 3$  числа так, что если в качестве коэффициентов  $a, b, c$  ( $a \neq 0$ ) квадратного уравнения  $ax^2 + bx + c = 0$  взять числа из любой строки (слева направо), столбца или диагонали (сверху вниз) квадрата, то у получившегося уравнения будет хотя бы один корень.

**6.** (9–11) На рисунке изображена фигура  $ABCD$ . Стороны  $AB, CD$  и  $AD$  этой фигуры — отрезки (причём  $AB \parallel CD$  и  $AD \perp CD$ );  $BC$  — дуга

окружности, причём любая касательная к этой дуге отсекает от фигуры трапецию или прямоугольник. Объясните, как провести касательную к дуге  $BC$ , чтобы отсекаемая фигура имела наибольшую площадь.



## Решения к заданиям конкурса по математике

1. Поскольку на каждом круге апельсины берут в последнюю очередь, прошло 99 полных кругов «яблоко — груша — апельсин» (то есть фруктов каждого вида было как минимум 99). Но на следующем круге апельсинов уже не было, а яблоко ещё оставалась. После этого круга стол опустел, значит груш было или 99 (если последним взяли яблоко) или 100 (если последней взяли грушу).

**Ответ.** Могло быть 99 или 100 груш.

2. Раз среди любых трёх монет обязательно найдётся монета «1 рубль», значит монет другого достоинства не больше двух. То есть все Петины монеты, кроме, возможно, двух, — это монеты «1 рубль».

Раз среди любых четырёх монет обязательно найдётся монета «2 рубля», значит монет, отличных от «2 рублей», не больше трёх. То есть все Петины монеты, кроме, возможно, трёх, — это монеты «2 рубля».

Следовательно, среди вытасненных 5 монет обязательно есть 3 монеты «1 рубль» (других монет может быть не больше двух) и 2 монеты «2 рубля» (других монет может быть не больше трёх).

Но  $2 + 3 = 5$ , то есть на самом деле все монеты названы: три рублёвые и две двухрублёвые.

Заметим, что мы определили (в условии задачи этого не требовалось), сколько каких монет всего лежало в кармане у Пети: это как раз и есть 5 названных монет. Действительно, такой набор монет в кармане обязательно должен присутствовать (раз Петя этот набор вытаснил). С другой стороны, добавление к этому набору любой другой монеты («1 рубль», «2 рубля» или ещё какой-нибудь) даёт возможность вытаснить из кармана набор из 5 монет не такой, как было найдено (заменив «дополнительной» монетой одну из не совпадающих с ней монет «правильного» набора). Поэтому никаких других монет, кроме пяти названных, у Пети в кармане по условиям задачи быть не может.

**Ответ.** «1 рубль», «1 рубль», «1 рубль», «2 рубля», «2 рубля».

**3.** Из условия: количество килограммов равно 45% от количества фунтов. (Пусть было  $k$  килограммов. После деления  $k$  на 2 получается  $0,5k$ , а 10% от  $0,5k$  — это  $0,1 \cdot 0,5k = 0,05k$ . Итого получается  $0,5k - 0,05k = 0,45k$ , то есть 45% от  $k$ ).

При этом Джо считает, что количество фунтов есть 220% количества килограммов. (Пусть  $f$  — количество фунтов. После умножения на 2 получается  $2f$ , а 10% от  $2f$  — это  $0,1 \cdot 2f = 0,2f$ . Итого у Джо получится  $2f + 0,2f = 2,2f$ , то есть 220% от  $f$ .)

Пусть  $x$  — количество фунтов. Переведём сначала фунты в килограммы в соответствии с правильным способом: это 45% от  $x$ , то есть  $0,45x$  килограмм. Затем «переведём» килограммы обратно в фунты в соответствии с неправильным способом Джо. Это будет 220% от  $0,45x$ , то есть  $2,20 \cdot 0,45x = 0,99x$ , или 99% от первоначального количества фунтов  $x$ . То есть Джо ошибётся на 1% в меньшую сторону.

**Ответ.** Джо ошибётся на 1% (полученное им значение массы в фунтах будет на 1% меньше правильного значения массы в фунтах).

**4.** Заметим вначале, что выигрыш возможен только после хода, после которого общее число палочек делится на 3. Пусть первого игрока зовут Петя, а второго — Вася. Тогда в первый раз выигрыш возможен после первого хода Васи, в следующий раз — после третьего хода Пети. Первым ходом Петя должен сломать палочку пополам. Как бы ни поделил одну из половинок Вася, треугольник из получившихся трёх палочек сложить нельзя, так как не выполняется неравенство треугольника (у нас одна из сторон равна сумме двух других). Итак, после первого хода Пети образовалось две одинаковые «кучки» из одной палочки. Своим вторым и третьим ходом Петя должен «повторить ход» Васи на симметричной кучке. Таким образом, после третьего хода Пети перед ним лежат палочки длины  $a, b, c, a, b, c$ . Пусть  $a \geq b \geq c$ . Составим два равнобедренных треугольника: первый со сторонами  $a, a, c$  и второй со сторонами  $b, b, c$ .

**Ответ.** Выигрывает первый игрок.

**5.** Конечно можно попытаться просто подобрать числа. Например так:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 3 & -4 \\ 4 & 0 & -4 \\ 4 & -3 & -1 \end{array}$$

(заметим, что при этом все корни будут рациональными).

Однако лучше найти способ, который бы позволил без явного подбора и угадывания обеспечить построение решения задачи.

Заметим, что если у квадратного уравнения  $ax^2 + bx + c = 0$  коэффициент  $b$  много больше как  $a$ , так и  $c$ , то дискриминант  $D = b^2 - 4ac$  заведомо положительный, а значит, уравнение имеет корни.

Попробуем поставить числа в квадрате, так, чтобы обеспечить выполнение данного условия.

1) Числа «в углах» могут быть только первыми и третьими коэффициентами. Поставим в углы число 1.

$$\begin{array}{ccc} 1 & ? & 1 \\ ? & ? & ? \\ 1 & ? & 1 \end{array}$$

2) Поставим в середины сторон число много больше 1, например 10.

$$\begin{array}{ccc} 1 & 10 & 1 \\ 10 & ? & 10 \\ 1 & 10 & 1 \end{array}$$

Таким образом, условие задачи выполнено для сторон квадрата

3) Поставим в центр квадрата число много большее всех, уже поставленных, например 100.

$$\begin{array}{ccc} 1 & 10 & 1 \\ 10 & 100 & 10 \\ 1 & 10 & 1 \end{array}$$

Условие будет выполнено и для диагоналей, и для среднего столбца, и для средней строки квадрата.

Приведём ещё один вариант построения примера. У уравнения  $ax^2 + 0x + 0 = 0$  точно есть корень ( $x = 0$ ). Поставим нули так, чтобы много уравнений имело именно такой вид:

$$\begin{array}{ccc} ? & ? & ? \\ ? & 0 & 0 \\ ? & 0 & 0 \end{array}$$

Теперь осталось «урегулировать» только первую строку, первый столбец и одну диагональ. Поставим сначала в строку и столбец какие-нибудь известные квадратные трёхчлены, имеющие корень:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{array}$$

Осталась проблема с диагональю, на которой стоят 1 0 1. Поменяем знак у одной из единиц:

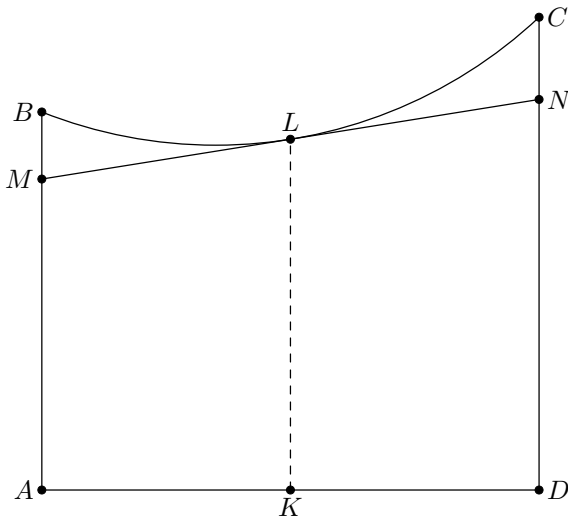
$$\begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

**Ответ.** Примеры правильных вариантов ответа:

$$\begin{matrix} 1 & 10 & 1 \\ 10 & 100 & 10 \\ 1 & 10 & 1 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 1 & 3 & -4 \\ 4 & 0 & -4 \\ 4 & -3 & -1 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

6. Воспользуемся формулой площади трапеции — площадь равна произведению средней линии на высоту.

В нашем случае боковыми сторонами трапеции будут отрезок  $AD$  и касательная  $MN$ , а основаниями трапеции — отрезки<sup>2</sup>  $AM$  и  $DN$ .



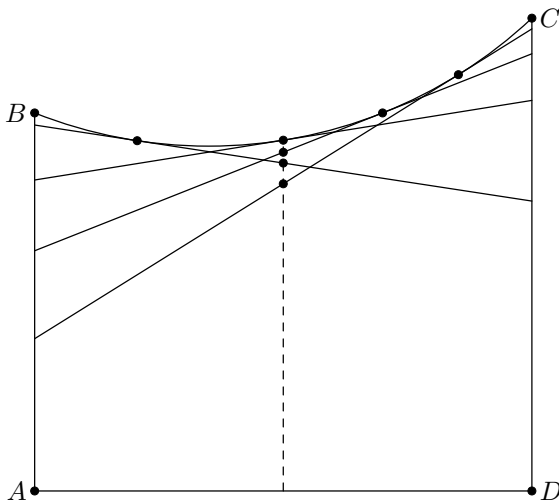
Очевидно, что высота трапеции (расстояние между основаниями, равное, например, перпендикулярному основаниям отрезку  $AD$ ) не зависит от выбора положения касательной. А вот среднюю линию можно менять.

---

<sup>2</sup>Эти отрезки на чертеже расположены вертикально, а не горизонтально, что стилистически менее привычно для названия «основание трапеции». Тем не менее ничто не мешает формально рассмотреть отрезки  $AM$  и  $DN$  качестве оснований трапеции.



Проведём серединный перпендикуляр к  $AD$ . Обозначим точки его пересечения с  $AD$  и с дугой  $BC$  через  $K$  и  $L$  соответственно. Заметим, что средняя линия получаемых трапеций всегда будет содержаться в отрезке  $KL$ .



Значит, площадь максимальна, если средняя линия совпадет с  $KL$ . Поэтому следует провести касательную через точку  $L$ .

**Ответ.** Касательную к дуге  $BC$  надо провести через точку пересечения этой дуги с серединным перпендикуляром к отрезку  $AD$ .

## Критерии проверки и награждения

Было предложено 7 заданий.

По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

+!    +    +.    ±     $\frac{+}{2}$     ∓    - .    -    0

Верно решённая задача оценивалась знаком «+», решение с незначительными недочётами «+.» , с более серьёзными недочётами и пробелами «±», очень хорошие решения отмечались оценкой «+!»; решения, доведённые примерно до половины, оценивались знаком «+/2», за существенные продвижения в решении (при отсутствии самого верного

решения) ставилась оценка « $\mp$ », незначительные продвижения оценивались знаком « $-$ », отсутствующие в работе задачи при проверке условно обозначаются оценкой «0».

Такая сложная система оценок является традиционной для московских математических олимпиад. Она сложилась за многолетнюю олимпиадную историю и прежде всего позволяет сообщить школьнику в краткой, но содержательной форме информацию о достигнутых им успехах (оценки высылаются школьникам по электронной почте, а также публикуются на [www-странице Ломоносовского турнира](http://www.mccme.ru/olympiads/turlom) <http://www.mccme.ru/olympiads/turlom>), а также помогает жюри во время работы точнее ориентироваться в ситуации и, тем самым, уменьшить количество ошибок.

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.

Задача считалась решённой, если за неё поставлена оценка « $+$ !», « $+$ », « $+.$ », или « $\pm$ »; также каждые две оценки « $+/2$ » условно засчитывались как одна решённая задача.

Оценка « $e$ » (балл многоборья) ставилась:

1. за 1 решённую задачу;
2. за 1 оценку  $+/2$  в 6 классе и младше.

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

1. за 2 решённые задачи;
2. за 1 решённую задачу в 6 классе или младше.

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

# Конкурс по математическим играм

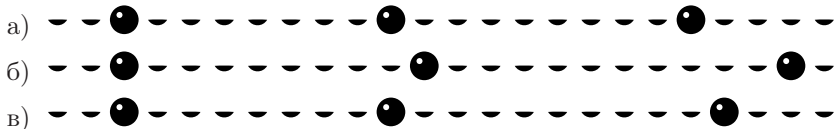
## Условия игр

Выберите игру, которая Вас больше заинтересовала, и попробуйте придумать для одного из игроков (первого или второго) стратегию, гарантирующую 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. Шарик.** Есть длинный ряд луночек. В трёх из них лежит по шарiku. Игроки по очереди делают ход: берут один из крайних шариков и перекладывают в свободную луночку между двумя другими. Тот, кто не может сделать ход, считается проигравшим.

Кто — начинающий игру или ходящий вторым — победит при правильной игре при показанных на рисунках первоначальных расположения шариков?



г) Разберите общий случай. Пусть между крайними шариками и средним имеется  $N$  и  $K$  пустых луночек. Кто победит (в зависимости от  $N$  и  $K$ )?

**2. Взаимно простые числа.** На листке бумаги написаны натуральные числа от 1 до  $N$ . Игроки по очереди обводят в кружок одно число, соблюдая условие: любые два уже обведённых числа должны быть взаимно простыми, то есть не иметь общих натуральных делителей, кроме единицы. Два раза число обводить нельзя. Проигрывает тот, у кого нет хода.

а) Кто — начинающий игру или ходящий вторым — победит при  $N = 10$ ?

б) А при  $N = 12$ ?

в) А при  $N = 15$ ?

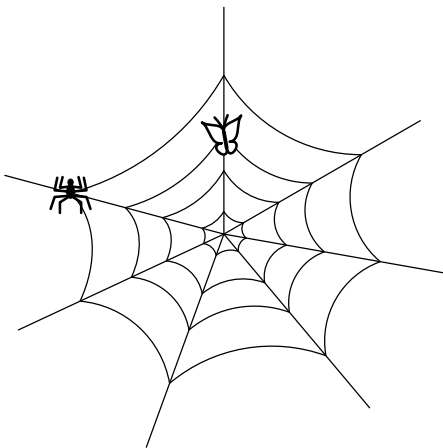
г) А при  $N = 30$ ?

д) Случай произвольного  $N$  составителям задания кажется сложным, однако будет интересно, если вы укажете какие-либо общие принципы для этой игры.

**3. Паук и бабочка.** Паук в лесу сплёл паутину. Длинные нити привязал к веткам. И в эту паутину залетела бабочка. За один ход бабочка или паук могут передвинуться по отрезку нити в соседнюю точку пересечения нитей; бабочка также может выбраться на конец нити («ветку»), если перед этим находилась в соседней точке пересечения.

Они ходят по очереди, начинает бабочка. Если бабочка смогла добраться до веток, она спаслась (это её победа). Если паук добрался до бабочки, он её съедает (и это его победа).

Возможен и такой исход, когда никто не побеждает, а игра длится бесконечно.



а) Чем закончится игра в ситуации, изображённой на рисунке?

На рисунке у паутины 4 кольца и 7 радиусов. Будем теперь менять эти числа, при этом паук и бабочка изначально будут располагаться так же как на рисунке: паук на внешнем кольце, бабочка на следующем и при этом на соседнем радиусе.

б) Чем закончится игра, если колец 3, а радиусов 7?

в) Чем закончится игра, если колец 4, а радиусов 10?

г) Разберите общий случай  $K \geq 2$  колец и  $R \geq 3$  радиусов.

## Решения математических игр

1. Решим сразу общую задачу — пункт (г). Ответ: если какое-то из чисел  $N$ ,  $K$  нечётно (такое положение шариков назовём «удачным»), побеждает начинающий, иначе («неудачное» положение шариков — числа  $N$  и  $K$  чётны) победу одержит второй игрок. Это следует из двух утверждений.

1) **Любой** ход из неудачного положения приводит к удачному.

2) При всяком удачном положении **возможен** ход, приводящий к неудачному положению.

В самом деле, игрок в удачном положении должен делать ход согласно утверждению 2, тогда при любом ходе соперника согласно утверждению 1, у него снова будет возможность пойти и т. д. У него ходы, как мы видим, кончиться не могут, а значит соперник проиграет. В неудачном же положении игрок первым ходом ставит соперника в положение первого игрока в удачном положении, что обеспечивает ему победу.

Докажем утверждение 1. Числа  $N$  и  $K$  чётны. После перестановки шарика один из промежутков (скажем, длины  $K$ ) исчезает, а второй разбивается на два, сумма длин которых равна  $N - 1$  (одно место займёт переставленный шарик). Поскольку сумма длин нечётна, одно из слагаемых нечётно, то есть положение стало удачным.

Докажем утверждение 2. Из чисел  $N$  и  $K$  хотя бы одно нечётно (например,  $N$ ). Возьмём шарик, не являющийся границей промежутка длины  $N$ , и поставим его в лунку рядом с любым из имеющихся (такой ход возможен, так как  $N$  нечётно, и поэтому  $N > 0$ ). Мы получим неудачное положение, характеризующееся чётными расстояниями между шариками (0 и  $N - 1$ ).

Итак, мы установили, что в пунктах (а) и (в) победит первый, а в пункте (б) — второй игрок.

Отметим, что не любой ход из удачного положения приводит к неудачному, так что «бездумно» играть всё же нельзя — ошибочный ход первого игрока может позволить сопернику перехватить инициативу и победить.

2. Прежде чем решать пункты (а) – (г) укажем несколько общих соображений. Число 1 может обвести любой игрок в любой момент. Про остальные числа можно сказать вот что: если мы обводим число, имеющее простые делители  $p_1, p_2, \dots, p_k$ , то больше ни одно число, делящееся на хотя бы одно из этих простых чисел, обводить нельзя. Фактически

игру можно понимать так: выписаны все простые числа, не превосходящие  $N$ , и число 1, и можно «брать» одно или несколько таких чисел. Так, обводя 3, мы «берём» простое число 3, обводя 9, тоже «берём» 3, а обводя, скажем, 12, «берём» 2 и 3 одновременно. Теперь рассмотрим отдельные пункты задания.

а) Список чисел: 1, 2, 3, 5, 7. По чётности ходов первый побеждает, но второй может взять два числа сразу (2 и 3, обведя 6 или 2 и 5, обведя 10). Чтобы ему помешать, первым ходом возьмём 2. Победа первому игроку обеспечена.

б) Список чисел: 1, 2, 3, 5, 7, 11. По чётности ходов побеждает второй, но первый может перехватить инициативу и взять два числа сразу (2 и 3, обведя 6). Дальше числа можно брать только по одному — первый игрок снова победил.

в) Список чисел: 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13. По чётности ходов побеждает первый, но тут дела его плохи. Он никак не сможет помешать второму взять два числа сразу (можно брать 2 и 3, обведя 6, можно 2 и 5, обведя 10, и можно, наконец, 3 и 5, обведя 15). Какое бы число из набора 2, 3, 5 ни взял первый, второй берёт два оставшихся. Если первый возьмёт сам два числа, дальше они будут брать по одному, и он проиграет. Если первый возьмёт 1, 7, 11 или 13, второй возьмёт, например, 2 и 3, и всё равно победит.

г) Список чисел: 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29. Здесь снова побеждает первый, — обведя 30, он берёт сразу три числа: 2, 3 и 5. Дальше числа можно брать только по одному, и он побеждает.

Первый игрок, имея право первого хода, конечно, в некоторой степени управляет ситуацией. При  $N \leq 30$  он побеждает всегда, кроме  $N = 2, 5, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 29$ . Исход игры зависит от распределения в ряду от 1 до  $N$  простых чисел и произведений различных простых, но простых закономерностей в нём нет.

**3.** Будем решать сразу общую задачу — пункт (г). Во-первых, заметим, что победа паука **невозможна** ни при каких  $R$  и  $K$ . Это следует из того, что у бабочки **всегда есть ничейная стратегия**. Она состоит в том, что бабочка делает ход по своему кольцу в сторону от паука. При  $R > 3$  очевидно, что пауку надо делать ход по своему кольцу в ту же сторону, иначе бабочка выходит по тому радиусу, на котором сейчас находится. При этом положение членистоногих относительно паутины и друг относительно друга не меняется, поэтому бабочка снова может сделать аналогичный ход, и так далее до бесконечности. При  $R = 3$  у паука есть ещё один ход — по своему кольцу в противоположную сторону,

когда он оказывается на одном радиусе с бабочкой. Но и тогда бабочку он не поймает. Та делает ход в любую сторону по своему кольцу, паук — по своему (идти вглубь паутины он не может — упускает бабочку), и так до бесконечности.

Итак, паук не может победить, ибо бабочка его способна «водить за нос» сколь угодно долго. Может ли бабочка победить? Да, хотя и не всегда. Её стратегия состоит в том, чтобы двигаться в центр паутины, а потом уходить по радиусу, наиболее удалённому от паука. При этом паук через центр её не догонит (отстаёт по крайней мере на ход), а перехватить, двигаясь по кольцу (естественно, наружнему, остальные менее выгодны), сможет только если ему хватит ходов. Это будет при

$$K \geq x = \begin{cases} R/2, & \text{если } R \text{ чётно} \\ (R-1)/2, & \text{если } R \text{ нечётно} \end{cases}$$

В противном случае бабочка вырвется.

Здесь ещё нужно выяснить, нет ли при  $K < x$  какой-нибудь другой выигрышной стратегии для бабочки. Оказывается, нет. Если бабочка двигается по своему кольцу, паук преследует её, не давая вылететь. Как только бабочка делает ход к центру паутины, паук встаёт на её радиус. Далее он сохраняет это свойство по отношению к ней (например, перемещаясь со внешнего кольца на следующее и обратно), тем самым, не давая ей вылететь, пока бабочка не попадает в центр (тут пауку надо выйти на внешнее кольцо, а если он на нём — сместиться по нему куда угодно). Далее пауку нужно посмотреть, куда двинулась бабочка, и идти ей наперехват по внешнему кольцу (в ту сторону, где путь короче). Вскоре они снова окажутся на одном радиусе (если бабочка будет двигаться не только наружу, она тем более потеряет время, если снова вернётся в центр — паук должен снова действовать так, как описано выше). Далее действия паука повторяются. Итак, в этом случае никто не имеет выигрышной стратегии, и игра продлится бесконечно.

Анализ заданий (а)–(в) показывает, что в случаях (а) и (б) будет ничья, а в случае (в) бабочка спасётся.

## Критерии оценок

Было предложено 3 задания. Задания можно было выполнять письменно, а также — в тех местах проведения турнира, где был организован устный конкурс — и устно.

Результаты проверки каждого из трёх заданий, выполненных письменно, оценивались в баллах. За выполнение каждого из этих заданий можно было получить от 0 до 20 баллов.

Задания оценивались по следующим критериям.

Общие критерии.

1) Разбор игры, в котором отсутствует построение выигрышной (или ничейной) стратегии (в том числе в случае, когда термин «стратегия» используется, но при этом понимается неверно с математической точки зрения) — не оценивается (0 баллов).

2) Ответ без объяснений (кроме случая, описанного в критерии 1 к задаче 3), а также же примеры партий — не оцениваются (0 баллов).

3) За решение с верной идеей, но с большим количеством ошибок, «путанное» (при проверке из текста невозможно полностью понять, что именно имел в виду решающий) ставится половина от максимально возможного (в соответствии с критериями) количества баллов.

4) При оценке устного ответа каждый принятый пункт каждого задания оценивается по 5 баллов.

5) В каждой задаче баллы, полученные по отдельным критериям, суммируются, выставляется минимум из полученной суммы и числа 20.

6) В случае, если за какое-либо задание была получена как «устная», так и «письменная» оценка — при подведении итогов из этих оценок учитывается лучшая.

Критерии по отдельным задачам (первая цифра в нумерации — номер задачи):

1.1. Разобран конечный частный случай, не указанный в задании — 0 баллов.

1.2. Разобран один из пунктов **а**, **б**, **в**: по 5 баллов за пункт.

1.3. Разобран один из пунктов **а**, **б**, **в** не полностью, упущено 1–2 варианта, но ответ верен: по 1 баллу за пункт.

1.4. В пункте **г**: правильный ответ с описанием того, как меняются в ходе игры чётности расстояний — 12 баллов; плюс 5 баллов за указание того, как именно (или почему) нечётное расстояние всегда *можно* разбить на два чётных; плюс по 1 баллу за каждый правильный ответ в пунктах **а**, **б**, **в** (если эти пункты не разобраны отдельно, а их решение должно вытекать из **г**).

2.1. Общие слова вида «важны простые числа» или «фактически игра ведётся на простых числах» — 3 балла.

2.2. В пунктах **а** и **б** за полный разбор и верный ответ по 4 балла, за неполный (упущены 1–2 случая) — по 2 за пункт.

2.3. В пунктах **в** и **г** за полный разбор и верный ответ по 6 баллов,



за неполный (упущены 1–2 случая) — по 3 балла за пункт.

3.1. Приведено без объяснений соотношение между  $R$  и  $K$ , нужное для победы бабочки — 5 баллов.

3.2. Указано и доказано соотношение и верно описана стратегия бабочки — 15 баллов.

3.3. Явно указана возможность ничьи (бесконечной игры) для бабочки — 5 баллов.

3.4. Указано, что во всех пунктах «умная» бабочка идёт через центр и побеждает, а «глупый» паук с ней не справляется — 3 балла.

3.5. Указано, что во всех пунктах «умный» паук кружит по внешнему кольцу и не выпускает бабочку — 3 балла.

3.6. Указано, что для победы бабочки  $R > K$ , но соотношение не уточнено приблизительно (например,  $R > 2K$ ), при этом явно описана стратегия — 10 баллов.

3.7. Указано, что для победы бабочки  $R > K$ , соотношение уточнено, но явно (асимптотически) неверно (например,  $R > K + 3$ ), но при этом явно описана стратегия — 5 баллов.

3.8. Неверный ответ в одном из пунктов при описанной верной стратегии — снять по 2 балла за пункт (но минимальная оценка не менее 0).

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 2007 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 (прилагаются отдельно) и посадите их в специальную аудиторию. Если нет возможности провести конкурс устно, дайте письменные задания и младшим ребятам, но всё же, пожалуйста, постарайтесь орга-

низовать для них устный конкурс — младшеклассники, как показывает печальный опыт прошлых лет, очень плохо записывают решения заданий по математическим играм.

Мы советуем проводить устный конкурс 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». Рассказав правила, можно выдать ребятам задания (для этого их надо предварительно разрезать, чтобы можно было выдать задания и правила только одной игры), реквизит (об этом подробнее написано ниже) и попросить их сыграть друг с другом или с вами несколько партий, чтобы понять принципы 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 (бланк прилагается).**

Участнику можно предложить перейти в аудиторию, где проходит письменный конкурс

- если он затрудняется изложить устно решение, особенно пунктов **г** первой и третьей игр,
- если он хочет изложить что-то по пункту **2д**,
- 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 (например, в игре 2 достаточно большое число  $N$  даёт довольно непредсказуемый результат, играть будет интересно). Шутите, улыбайтесь, создайте 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, размножьте и разрежьте на три части задания игр.

В-третьих, заранее подготовьте реквизит. **Для игры № 1** распечатайте и размножьте листы с «лунками», разрежьте их по линиям, ленты склейте скотчем. У Вас получатся достаточно длинные полоски «лунок», а в качестве шариков можно использовать любые подручные мелкие предметы: скрепки, кнопки, ластик и пр. или же заготовить заранее какие-то специальные фишки. **Для игры № 2** распечатайте и размножьте листы с числами, разрежьте их на отдельные карточки. Поля на 50 и 70 чисел можно использовать для достаточно длинных партий, если будут желающие их сыграть. **Для игры № 3** распечатайте в нужном количестве листы с пауками и бабочками, наклейте на картон и разрежьте по линиям. У Вас получатся фишки (их можно даже заламинировать скотчем). Распечатайте и размножьте игровые поля-паутины. В ходе игры самые разные паутины можно, конечно, и просто нарисовать на бумаге. Можете нарисовать паутины другой формы, например, не с круговыми, а со спиральными нитями.

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. Пункты **1г** и **3г** принимайте особенно внимательно. 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 месту проведения Турнира.

Спасибо Вам!

# 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 класса и старше* — **две** «своих» задачи. Решать остальные задачи тоже можно.

**1.** (6–8) Вдоль прямой дороги лежал телефонный провод. Два телефониста решили его перетащить. Один взял конец провода и тянет его со скоростью 3 км/ч. Второй телефонист взял другой конец этого провода и пошёл догонять первого телефониста со скоростью 4 км/ч. С какой скоростью перемещается вдоль дороги место сгиба провода?

**2.** (7–9) Широкая равнинная река покрывается льдом, начиная от берегов. Поверхность воды обычно покрыта рябью, а у кромки льда плещутся волны. Почему же поверхность льда в результате получается почти идеально ровной?

**3.** (8–9) В Москве на Краснопресненской набережной идёт строительство высотного здания — башни «Федерация».

На интернет-сайте, посвящённом строительству, можно прочитать: «Вообразите: вы входите в двери стеклянного здания, представляющего собой 506-метровый шпиль, садитесь в один из четырех прозрачных лифтов и со скоростью 4 метра в секунду поднимаетесь на смотровую площадку, оборудованную телескопами, откуда можно увидеть даже Санкт-Петербург!» (<http://www.federationtower.ru/about/excursion/>). Не напутали ли авторы этого текста чего-нибудь? Для справки: радиус Земли  $\approx 6370$  км, расстояние Москва — Санкт-Петербург  $\approx 640$  км.

**4.** (8–10) Модель железной дороги по размерам в 100 раз меньше, чем настоящая железная дорога в натуральную величину. Все детали модели соответствуют действительности и изготовлены из тех же материалов, что и настоящие. Во сколько раз кинетическая энергия настоящего движущегося поезда больше, чем кинетическая энергия модели этого поезда (модель точно повторяет все перемещения, совершаемые настоящим поездом; настоящий поезд проезжает участок пути по настоящей железной дороге за то же время, что и модель соответствующий участок на макете железной дороги)?

Пояснение для тех, кто ещё не знает формулу для вычисления кинетической энергии движущегося предмета:  $E_{\text{кин}} = mv^2/2$ , где  $m$  — масса предмета,  $v$  — скорость движения.

**5.** (8–11) Ночью в ясную безветренную погоду в озере отражаются звёзды; то есть наблюдаются мнимые оптические изображения этих звёзд «в глубине» озера. На какой примерно «глубине» (на каком расстоянии от поверхности воды) находятся изображения этих звёзд?

Определите эту «глубину» с точки зрения человека, стоящего на берегу озера у самой воды, для звёзд, которые на небе расположены точно над местом нахождения человека.

**6.** (9–10) Согласно исследованиям геологов изнутри Земли к её поверхности идёт средний тепловой поток мощностью  $0,05 \text{ Вт/м}^2$ . Во время ледниковых периодов среднегодовая температура над Северным Ледовитым Океаном в течение многих тысяч лет была равна  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Теплопроводность льда  $0,9 \text{ Вт/(м} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ . Оцените максимальную толщину льда в предположении, что осадки над океаном не выпадают, и лёд с поверхности не испаряется.

**7.** (9–11) Вокруг закрытого сосуда с мелкопористыми стенками находится обычный атмосферный воздух. Установилось равновесие, и внутри сосуда находится воздух такого же состава, температуры и давления, что и вокруг.

Если теперь в воздух, находящийся вокруг сосуда, добавить газ метан (химическая формула  $\text{CH}_4$ ), внутри сосуда на какое-то время давление повысится. (Предполагается, что давление и температура окружающего воздуха не менялись.) Объясните, почему происходит это временное повышение давления.

(Такой способ обнаружения резкого повышения концентрации метана раньше, до появления современных газоанализаторов, использовался в угольных шахтах. К пористому сосуду подсоединялся ртутный манометр, при повышении давления ртуть замыкала электрическую цепь, подключённую к механизму, подающему сигналы тревоги.)

**8.** (9–11) Винни Пух ходит в гости к Пятачку через лес по прямой дороге со скоростью  $5 \text{ км/час}$ . Просто по лесу (без дороги) Винни Пух может передвигаться со скоростью  $1 \text{ км/час}$ .

У самой дороги посреди леса стоит дуб с пчёлами. Винни Пух обходит дуб лесом. При этом он не приближается к дубу ближе чем на  $1 \text{ км}$  и добирается до дома Пятачка за минимальное время.

На сколько быстрее добирался бы Винни Пух до своего друга, если бы не боялся пчёл?

Для получения численного ответа вам могут понадобиться приближённые значения  $\arccos 0,2 \approx 1,369$  и  $\arcsin 0,2 \approx 0,201$ .

9. (10–11) В вакууме в некоторой инерциальной системе отсчёта две одинаковые электрически заряженные частицы находятся в момент времени  $t$  в точках, которым соответствуют радиус-векторы  $\vec{r}$  и  $-\vec{r}$ . Частицы в этот момент имеют скорости  $\vec{v}_1 = \vec{r}/t$  и  $\vec{v}_2 = -\vec{r}/t$ . Ускорения этих частиц в этот же момент времени равны  $\vec{a}_1 = \vec{r}/t^2$  и  $\vec{a}_2 = -\vec{r}/t^2$ . На каком минимальном расстоянии находились частицы в процессе движения?

Взаимодействие частиц считать электростатическим; электродинамическими эффектами, обусловленными движением с ускорением, пренебречь.

## Ответы и решения к заданиям конкурса по физике

1. Рассмотрим участок дороги, на котором находится место сгиба провода и какая-то часть провода, сложенного вдвое. Из этого участка телефонисты «утягивают» провод со скоростью  $3 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + 4 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 7 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ .

Для сокращения длины сложенного вдвое провода на величину  $L$  нужно «утянуть» часть провода длиной  $2L$ . Поэтому скорость перемещения места сгиба провода вдоль дороги в 2 раза меньше скорости утягивания провода, то есть равна  $0,5 \cdot 7 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 3,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ .

2. Прежде всего заметим, что скорость «волн» на воде, из которых состоит рябь, то есть скорость изменения формы этой ряби, существенно больше, чем скорость намерзания льда. Поэтому буквально «повторить» форму ряби на поверхности воды лёд не может.

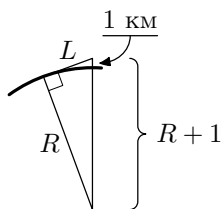
Но почему же поверхность льда оказывается плоской, а не имеет какую-нибудь неровную форму? Одно из возможных объяснений такое. Волны, которые плещутся у края образующегося льда, всё время перехлёстываются через этот край, образуя там тонкую плёнку воды («лужу»), которая постепенно «примерзает» к основному льду. Так происходит до тех пор, пока толщина льда и/или расстояние от данного места до края льда (лёд тем временем намерзает и в ширину) станут такими, что выплёскивающаяся на край льда вода до данного места уже «не достанет». Описанный процесс равномерно перемещается от берегов до середины реки, оставляя за собой ровную поверхность.

Отметим ещё один интересный момент. Вода, как известно, при замерзании расширяется (то есть образовавшийся из неё лёд займёт больший объём, чем занимала сама вода). Поэтому, если на поверхности образующегося на реке льда случайно образуется углубление, оно

скорее всего окажется залитым водой. Замерзая, эта вода «расширится» и растечётся вокруг, восстановив ровную поверхность льда.

Очевидно, определённое значение в формировании ровной поверхности имеют и силы поверхностного натяжения (плоская поверхность имеет минимальную площадь).

**3.** Рассчитаем, на какое расстояние видно с башни высотой 1 км. Центр Земли, вершина башни и максимально удалённая точка наблюдения образуют прямоугольный треугольник, у которого один из катетов равен радиусу Земли  $R$ , а гипотенуза на 1 км длиннее (добавляется высота башни).



Найдём второй катет  $L$  по теореме Пифагора:

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{(R+1)^2 - R^2} = \sqrt{R^2 + 2R + 1 - R^2} = \sqrt{2R+1} < \sqrt{2R} = \\ &= \sqrt{2 \cdot 6370} = \sqrt{4 \cdot 3185} < \sqrt{4 \cdot 3600} = 2 \cdot 60 = 120 < 640 \text{ (км)}. \end{aligned}$$

Видно, что даже при высоте башни, взятой с запасом почти в 2 раза (чем мы, в частности, учли расположение Москвы над уровнем моря, возможное наличие высотных зданий в Санкт-Петербурге и т. п.) дальность наблюдения оказывается существенно меньше расстояния Москва — Санкт-Петербург.

**Дополнение.** Через некоторое время после составления задачи авторы текста (или администрация сайта) заметили и исправили свою ошибку.

**4.** При уменьшении размеров в 100 раз объём каждой детали уменьшается в  $100^3$  раз. Во столько же раз уменьшается и масса поезда, так как все детали изготовлены из тех же материалов, что и оригинал, а значит имеют ту же самую плотность.

Скорость модели должна быть в 100 раз меньше скорости оригинала — размеры модели железной дороги уменьшены в 100 раз, а макет поезда должен проезжать те же самые участки за то же самое время, что и настоящий поезд на настоящей дороге.

Отношение кинетических энергий настоящего поезда и макета

$$\frac{mv^2/2}{\frac{m}{100^3} \left(\frac{v}{100}\right)^2 / 2} = \frac{1}{\frac{1}{100^3} \cdot \frac{1}{100^2}} = 100^5 = 10^{10}.$$

**5.** Гладкая поверхность воды — выпуклое сферическое зеркало с радиусом кривизны, равным радиусу Земли ( $R \approx 6370$  км).

Расстояние до звёзд в этих условиях можно считать бесконечным. Значит, мнимые изображения звёзд удалены от поверхности зеркала на величину его фокусного расстояния  $F = R/2 \approx 3185$  км. Реальные расстояния могут немного отличаться из-за расположения озера на различной высоте над уровнем моря, изменения формы поверхности озера за счёт течений, неравномерной плотности окружающих озеро геологических пород, а также предварительной фокусировки (или, наоборот, рассеяния) света, идущего от звёзд, атмосферой Земли.

Заметим, что задача носит несколько теоретический характер. Обычному человеку непривычны зрительные расстояния несколько тысяч километров<sup>3</sup>. Поэтому такие большие расстояния просто не воспринимаются. С другой стороны, если поверхность воды также формирует изображения каких-либо более близких предметов (деревьев, освещённых лунным светом, стоящих на берегу домов со светящимися окнами, и т. п.), то изображения звёзд психологически «привязываются» наблюдателем к этим более близким расстояниям<sup>4</sup>.

**6.** Обозначим толщину льда через  $h$ . Для оценки будем считать, что весь тепловой поток из земли проходит через слой льда по механизму теплопроводности, а на границе воды и льда температура равна  $0^\circ\text{C}$  (реальная температура там должна быть немного ниже из-за того, что вода солёная).

Составим уравнение

$$N = \lambda \Delta T / h, \quad \text{откуда} \quad h = \lambda \Delta T / N,$$

---

<sup>3</sup>Если только человек по профессии не космонавт, или хотя бы лётчик. Однако и здесь эффект восприятия скорее психологический и явно превосходит реальные возможности органов зрения человека.

<sup>4</sup>Этому также способствует лёгкая рябь на поверхности воды — в результате изображения звёзд (светящиеся точки) и изображения прочих предметов «дёргаются» рябью синхронно — это и создаёт ощущение, что они расположены на сравнимых расстояниях.



где  $N$  — тепловой поток,  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности льда,  $\Delta T = 20^\circ\text{C}$  — разность температур на нижней и верхней поверхностях льда.

Подставив численные значения из условия задачи, получим

$$h = \frac{\lambda \Delta T}{N} = \frac{(0,9 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})) \cdot 20^\circ\text{C}}{0,05 \text{ Вт}/\text{м}^2} = 360 \text{ м.}$$

**Замечание.** В условии задачи использовано значение коэффициента теплопроводности  $0,9 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ , соответствующее реальному ледяному покрову по геологическим данным (теплопроводность чистого льда без дефектов составляет около  $2,32 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ ). Также мы не учли и много других обстоятельств образования льда. Поэтому, вероятно, по результатам нашей оценки можно было бы утверждать, что толщина льда составляла сотни метров, более точное определение толщины было бы уже сомнительным.

Для справки: в современную эпоху толщина многолетнего арктического льда, плавающего на поверхности воды, составляет всего 3–4 метра; в то же время толщина сухопутных арктических ледников составляет 700–1500 метров, а местами превышает 3 км.

**7.** Давление идеального газа (это приближение мы используем в решении задачи) вычисляется по формуле  $p = nkT$ , где  $n$  — концентрация молекул газа,  $k \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}/\text{К}$  — постоянная Больцмана,  $T$  — температура газа.

В условиях задачи температура газа внутри сосуда не меняется. Следовательно, давление внутри сосуда тем больше, чем больше там концентрация молекул газа (то есть чем больше количество молекул газа внутри сосуда). При этом важно именно их **количество** независимо от того, какие именно это молекулы.

До появления в окружающей атмосфере метана газ внутри сосуда находился в равновесии с окружающей атмосферой. То есть в результате диффузии через пористые стенки выровнялись концентрации молекул, входящих в состав атмосферы, а в результате теплообмена выровнялись температуры. После этого процесс диффузии, конечно, не прекращается — просто в равновесном состоянии в каждый момент времени количество молекул, диффундирующих внутрь сосуда, в среднем равно количеству молекул, диффундирующих из сосуда в окружающую атмосферу.

При появлении во внешней атмосфере метана это равновесие нарушается, и на какое-то время внутри сосуда оказывается

больше молекул, чем там находилось ранее, что и приводит к повышению давления. Дело в том, что молекулярная масса молекул метана  $M_{\text{CH}_4} = M_{\text{C}} + 4M_{\text{H}} = (12 + 4 \cdot 1) \text{ г/моль} = 16 \text{ г/моль}$  существенно меньше средней молекулярной массы воздуха, которую условно принято считать равной  $29 \text{ г/моль}$  (воздух в основном состоит из молекул азота  $\text{N}_2$ ;  $M_{\text{N}_2} = 28 \text{ г/моль}$ ). И те и другие молекулы должны иметь одинаковую кинетическую энергию хаотического теплового движения (поскольку находятся в равновесной среде с фиксированной температурой). При этом скорости теплового движения у более лёгких молекул будут больше, чем у более тяжёлых.

Интенсивность диффузии (которая в основном определяется скоростью теплового движения) для более лёгких молекул также будет выше. То есть после возрастания концентрации метана во внешней среде оказывается, что молекулы внешней среды (в среднем более лёгкие) получают возможность быстрее продиффундировать внутрь сосуда, чем молекулы изнутри сосуда (в среднем более тяжёлые) — наружу. Это и приводит к временному возрастанию концентрации молекул газа в сосуде и, следовательно, временному возрастанию давления внутри сосуда.

Такой способ выявления наличия метана при подземных работах оказывался достаточно эффективным, так как увеличение концентрации этого газа обычно как раз носит резкий характер и происходит в момент, когда на пути шахты попадает насыщенная метаном порода или полость. Напомним, что метан при подземных работах опасен, так как может привести к отравлению при вдыхании в больших концентрациях, а также ко взрыву, и в то же время не имеет никакого специфического запаха или вкуса<sup>5</sup>.

**8.** Оптимальный путь Винни Пуха по лесу может состоять из прямых отрезков и пути по окружности радиусом  $1 \text{ км}$  вокруг дуба с пчёлами (на любом другом криволинейном участке можно найти место, которое можно «срезать», получив более оптимальный по времени маршрут).

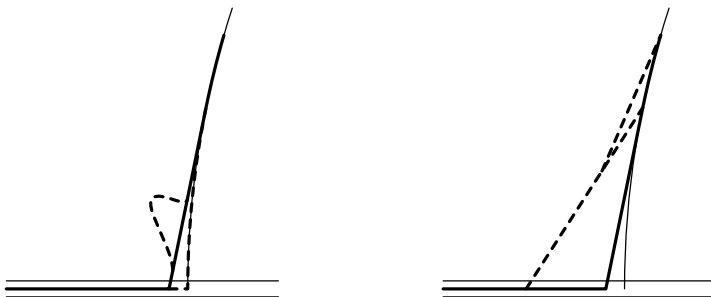
Переход с прямого участка маршрута на окружность может быть только по касательной к этой окружности (иначе угол между прямой и окружностью опять-таки можно будет «срезать»).

Теперь маршрут примерно понятен. Винни Пух перед дубом сворачивает в лес, идёт по лесу прямо и выходит на окружность радиусом

---

<sup>5</sup>При использовании в бытовых целях для безопасности в метан специально добавляют вещество с резким запахом, который многие люди привыкли воспринимать как «запах газа».

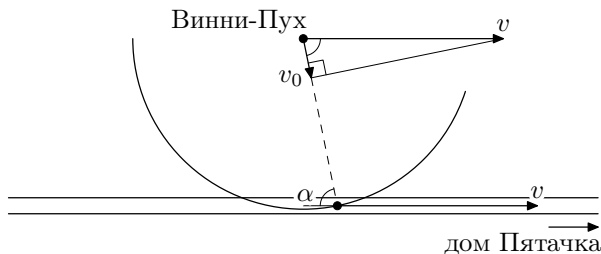
1 км вокруг дуба, причём прямая, по которой он шёл до этого, является касательной к окружности. Затем Винни Пух проходит часть окружности, затем опять идёт по прямой, касательной к этой окружности, затем опять выходит на дорогу и идёт дальше, в гости к Пятачку.



Введём обозначения:  $R = 1$  км (радиус досягаемости пчёл),  $v_0 = 1$  км/ч (скорость Винни Пуха по лесу),  $v = 5$  км/ч (скорость Винни Пуха по лесной дороге).

Выясним, какой угол составляют участки прямолинейного движения по лесу с дорогой. Это можно сделать так. Выберем какую-нибудь точку в лесу на некотором расстоянии от дороги и поместим туда Винни Пуха, поставив ему прежнюю задачу: выйти на дорогу и добраться до дома Пятачка, потратив на весь путь как можно меньше времени.

Граница области леса, где Винни Пух мог бы оказаться через время  $t$  после начала движения, — это окружность радиуса  $v_0 t$ . С того момента, как эта окружность «коснётся» дороги, будем следить за точкой пересечения этой окружности с дорогой (той из двух точек пересечения, которая ближе к дому Пятачка). Скорость этой точки в момент «касания» бесконечна, после чего монотонно уменьшается, стремясь к  $v_0$ .



Винни Пуху не выгодно выходить из лесу в том месте дороги, где скорость точки пересечения больше  $v$ . Действительно, начав движение по дороге со скоростью  $v$ , он тут же отстанет от точки пересечения, то

есть окажется дальше от дома Пятачка, чем мог бы оказаться, выбрав другое направление движения.

Выходить на дорогу в том месте, где скорость точки пересечения меньше  $v$ , также невыгодно: если выйти на дорогу в том месте, где скорость точки пересечения была ровно  $v$ , далее, двигаясь по дороге со скоростью  $v$ , можно «обогнать» эту точку пересечения и оказаться ближе к цели.

Значит, к дороге нужно двигаться лесом под таким углом, чтобы выйти на дорогу в том месте, где скорость точки пересечения с дорогой равна  $v = 5$  км/ч.

Найдём этот оптимальный угол  $\alpha$  между оптимальным направлением движения Винни Пуха по лесу и дорогой. Так как  $v_0$  — это проекция вектора  $\vec{v}$ , направленного вдоль дороги, на направление движение движения Винни Пуха по лесу, то  $\cos \alpha = v_0/v$ .

Введём обозначения:  $a$  — расстояние от места поворота с дороги в лес до дуба;  $b$  — длина участка прямолинейного движения по лесу от места поворота в лес до места начала движения по окружности;  $c$  — длина дуги окружности, пройденной Винни Пухом.

Из прямоугольного треугольника, образованного местом расположения дуба и концами отрезка прямолинейного движения по лесу, получаем

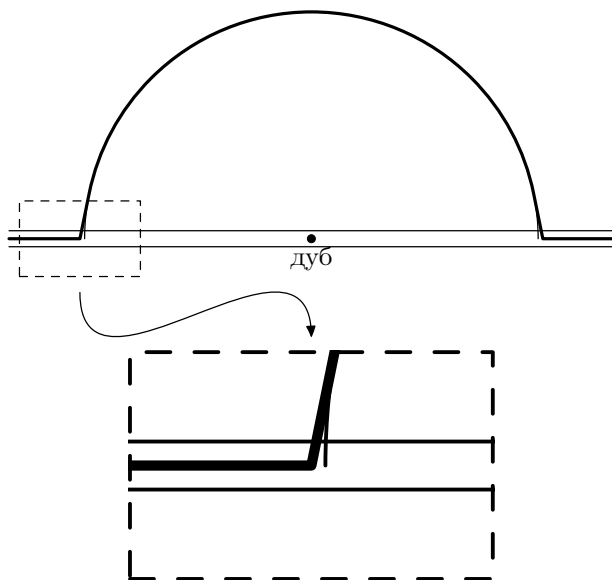
$$\begin{aligned} \sin \alpha &= R/a; & \operatorname{tg} \alpha &= R/b; \\ a &= R/\sin \alpha; & b &= R/\operatorname{tg} \alpha. \end{aligned}$$

Также понятно, что  $c = 2R\alpha$ .

Из-за пчёл Винни Пуху пришлось участок дороги длиной  $2a$  (который он мог бы пройти со скоростью  $v$ ) обходить по лесу, пройдя там расстояние  $(2b + c)$  со скоростью  $v_0$ . Потеря времени составляет

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{1}{v_0}(2b + c) - \frac{1}{v}2a = \frac{1}{v_0} \left( 2 \frac{R}{\operatorname{tg} \alpha} + 2R\alpha \right) - \frac{1}{v} \cdot 2 \frac{R}{\sin \alpha} = \\ &= \frac{2R}{\sin \alpha} \left( \frac{1}{v_0}(\cos \alpha + \alpha \sin \alpha) - \frac{1}{v} \right) = \\ &= \frac{2R/v_0}{\sin \alpha} \left( \cos \alpha + \alpha \sin \alpha - \frac{v_0}{v} \right) = \frac{2R/v_0}{\sin \alpha} (\cos \alpha + \alpha \sin \alpha - \cos \alpha) = \\ &= \frac{2R/v_0}{\sin \alpha} \alpha \sin \alpha = \frac{2R}{v_0} \alpha = \frac{2R}{v_0} \arccos \frac{v_0}{v} = \\ &= \frac{2 \cdot 1 \text{ км}}{1 \text{ км/ч}} \arccos \frac{1 \text{ км/ч}}{5 \text{ км/ч}} = 2 \text{ ч} \cdot \arccos 0,2 \approx 2 \cdot 1,369 \text{ ч} = 2,738 \text{ ч}. \end{aligned}$$

«Правильная» траектория Винни Пуха приведена на рисунке, выполненном с точным соблюдением масштаба.



Заметим, что при приведённых в условии задачи числовых данных оптимальный путь Винни Пуха очень мало отличается от дуги полуокружности (и прилегающих к ней участков дороги). Это хорошо видно на приведённом рисунке, выполненном с соблюдением масштаба. Однако такое решение, несмотря на маленькую погрешность в численном ответе, не может считаться верным.

**9.** Введём обозначения:  $m$  — масса каждой частицы,  $q$  — заряд каждой частицы (частицы по условию одинаковые);  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ .

В момент времени  $t$  частицы находятся на расстоянии  $2r$ , сила электростатического взаимодействия между ними

$$F = \frac{kq^2}{(2r)^2} = \frac{kq^2}{4r^2};$$

по второму закону Ньютона

$$F = ma = \frac{mr}{t^2},$$

откуда

$$\frac{kq^2}{4r^2} = \frac{mr}{t^2}, \quad \frac{kq^2}{2r} = \frac{2mr^2}{t^2}.$$

Потенциальная энергия взаимодействия частиц (в момент времени  $t$ )

$$E_{\text{п}} = \frac{kq^2}{2r} = \frac{2mr^2}{t^2}.$$

Суммарная кинетическая энергия частиц (в момент времени  $t$ )

$$E_{\text{к}} = 2 \frac{mv^2}{2} = mv^2 = \frac{mr^2}{t^2}.$$

Полная энергия частиц

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = \frac{2mr^2}{t^2} + \frac{mr^2}{t^2} = \frac{3mr^2}{t^2}.$$

Из условия задачи ясно, что в момент времени  $t$  частицы удаляются друг от друга. Следовательно, ранее они находились на минимальном расстоянии с нулевыми скоростями, а до этого — сближались.

Полная энергия системы сохраняется. В момент нахождения частиц на минимальном расстоянии  $L_{\text{min}}$  друг от друга их скорости и кинетическая энергия были нулевыми. Следовательно, потенциальная энергия их взаимодействия в этот момент была равна  $E$ :

$$\frac{kq^2}{L_{\text{min}}} = E = \frac{3mr^2}{t^2}$$

$$\frac{kq^2}{2r} = \frac{3mr}{2t^2} L_{\text{min}}$$

$$\frac{2mr^2}{t^2} = \frac{3mr}{2t^2} L_{\text{min}}$$

$$2r = \frac{3}{2} L_{\text{min}}$$

$$L_{\text{min}} = \frac{4}{3} r$$

## Критерии проверки и награждения

Было предложено 9 заданий. По результатам проверки каждого задания ставилась одна из следующих оценок:

«+!», «+», «+.», «±», «+ $\frac{1}{2}$ », « $\mp$ », «-», «-», «0».

«Расшифровка» этих оценок точно такая же, как и на конкурсе по математике (см. стр. 17).

При подведении формальных итогов используется простой алгоритм, ориентирующийся в основном на количество решённых заданий (тонкая разница между различными оценками не учитывается). А именно, вычисляется 6 чисел.

$A_1$  = количество оценок не хуже  $\pm$  за задачи младших классов

$A_2$  = количество оценок не хуже  $\pm$  за задачи своего класса

$A_3$  = количество оценок не хуже  $\pm$  за задачи старших классов

$B_1$  = количество оценок не хуже  $+\frac{1}{2}$  за задачи младших классов

$B_2$  = количество оценок не хуже  $+\frac{1}{2}$  за задачи своего класса

$B_3$  = количество оценок не хуже  $+\frac{1}{2}$  за задачи старших классов

Затем подводятся формальные итоги следующим образом.

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

1. класс не старше 6 и  $B_1 + B_2 + B_3 \geq 1$ ;
2. класс не старше 8 и  $A_2 + A_3 \geq 1$ ;
3.  $A_2 + A_3 \geq 2$  в любом классе.

Оценка «e» (балл многоборья) ставилась школьникам, не получившим грамоту, в следующих случаях:

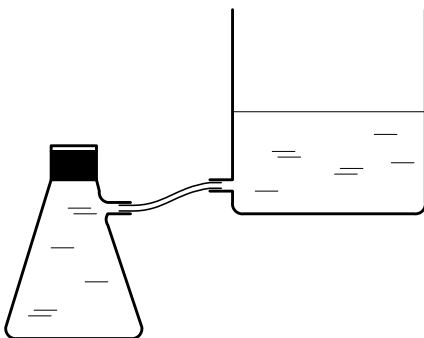
1. класс не старше 6 и  $A_1 + B_2 + B_3 \geq 1$ ;
2. класс не старше 8 и  $A_1 + B_2 + B_3 \geq 2$ ;
3.  $A_2 + A_3 \geq 1$  в любом классе;
4.  $A_1 + B_2 + B_3 \geq 4$  в любом классе.

# Конкурс по химии

## Задания

Участникам 8 классов (и младше) предлагается решить 1–2 задачи участникам 9–11 классов — 2–3 задачи. После номера каждой задачи в скобках указано, каким классам она рекомендуется. Решать задачи не своего класса разрешается, но решение задач для более младшего класса, чем Ваш, будет оцениваться меньшим количеством баллов.

1. (8–9) Колбу заполнили газообразным хлороводородом при нормальных условиях и затем соединили трубкой с большой банкой с водой.



Благодаря высокой растворимости хлороводорода, вода полностью заполнила колбу. Определите массовую долю соляной кислоты в полученном растворе, учитывая, что весь хлороводород остался в колбе.

2. (8–9) В вашем распоряжении имеется вода, воздух, сера и кальций. Используя эти вещества и продукты их превращений, а также любое лабораторное оборудование, получите максимальное количество новых веществ. Напишите уравнения реакций.
3. (8–10) Хозяева забыли на даче банки с дистиллированной водой, некрепким сладким чаем и огуречным рассолом и бутылку жидкости для очистки автомобильных стёкол. Концентрации сахара в чае и поваренной соли в рассоле в граммах на 1 литр примерно одинаковы. Наступила зима. В каком порядке будут замерзать жидкости? Ответ обоснуйте.
4. (8–10) Чтобы очистить металлическую ртуть от часто присутствующих в ней примесей цинка, олова и свинца, её взбалтывают с насы-



щенным раствором сульфата ртути. Объясните этот способ очистки. Напишите уравнения соответствующих реакций. Можно ли очистить этим методом металлическое серебро от примесей тех же металлов?

**5.** (9–10) Известно, что концентрированная серная кислота энергично поглощает пары воды, поэтому она часто используется для осушки газов. Какие из перечисленных ниже газов можно, а какие нельзя сушить с помощью серной кислоты: сероводород, оксид серы(IV), этан, этилен, оксид углерода(IV), оксид углерода(II), аммиак, аргон? Ответ обоснуйте, напишите соответствующие уравнения реакций. Предложите другие осушители для газов, которые нельзя сушить концентрированной серной кислотой.

**6.** (9–10) При растворении оксида металла в растворе серной кислоты с массовой долей 20% получен раствор соли металла с массовой долей 22,64%. Определите металл, если известно, что и оксид металла, и серная кислота прореагировали полностью и образовалась средняя соль.

**7.** (10–11) Газ, полученный при сжигании 0,001 моль предельного углеводорода, пропустили в 200 г раствора гидроксида кальция с массовой долей 0,148%. При этом получен осадок массой 0,2 г. Какой углеводород сожгли?

**8.** (10–11) При электролизе расплава 3,4 г некоторой соли на аноде выделяется газ массой 1,84 г. При 100 °С и нормальном атмосферном давлении объём газа составляет 1,093 л, а при снижении температуры до 40 °С без изменения давления объём уменьшается в 1,8 раза. Газ полностью поглощается раствором щёлочи, образуя две соли. При нагревании полученной смеси солей (после выделения из раствора) остаётся только одна соль, расплав которой и был подвергнут электролизу. Определите, о каких веществах идёт речь. Объясните необычные свойства полученного газа. Напишите уравнения упомянутых реакций.

**9.** (10–11) При сгорании газа **А**, имеющего плотность по водороду 14, выделяется большое количество теплоты и образуются два продукта — бесцветная жидкость **Б** без запаха с температурой кипения 101,4 °С и плотностью паров по водороду 10 и газ **В**. При взаимодействии газа **А** с водородом можно получить газ **Г** (плотность по водороду 15), который полностью поглощается при пропускании в бромную воду.

1. Определите вещества **А**, **Б**, **В** и **Г** и напишите уравнения всех упомянутых реакций.

2. Какой катализатор можно использовать для превращения **А** в **Г**?

## Решения задач конкурса по химии

1. Предположим, объём колбы равен  $V$  литров. Тогда количество вещества  $\text{HCl}$  в колбе составляет  $(V/22,4)$  моль, а масса этого вещества  $m(\text{HCl}) = V \cdot M_r(\text{HCl})/22,4 = V \cdot 36,5/22,4$  г.

Масса воды, находящейся в колбе объёмом  $V$  литров, составит  $m(\text{H}_2\text{O}) = V \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = V \cdot 1000$  г/л =  $1000V$  г.

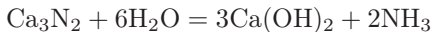
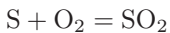
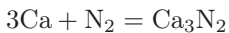
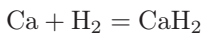
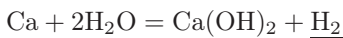
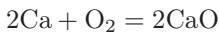
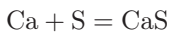
Массовую долю  $\text{HCl}$  в растворе можно посчитать как отношение этих масс

$$\omega(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{36,5/22,4}{1000} \approx 0,00162 = 0,162\%$$

Отметим, что плотность водного раствора  $\text{HCl}$  концентрации 0,162% при температуре  $15^\circ\text{C}$  действительно составляет 1000 г/л (с соответствующей точностью), а учитывать массу  $\text{HCl}$  в знаменателе бесполезно — на ответ (в пределах разумно выбранной точности ответа: 3 значащие цифры) это никак не повлияет.

2. Воздух представляет собой смесь газов, основными компонентами которой являются кислород и азот, именно их и можно использовать в реакциях получения новых веществ. Азот и кислород в чистом виде выделяют ректификацией сжиженного воздуха. Поскольку азот кипит при  $-195,8^\circ\text{C}$ , а кислород — при  $-183^\circ\text{C}$ , из жидкого воздуха вначале отгоняется азот, а затем кислород (разумеется, для многих реакций это разделение совершенно не нужно).

Таким образом, в нашем распоряжении имеется вода, кальций, сера, азот и кислород. С этими реагентами можно провести множество реакций, приведём лишь некоторые из них (новые вещества подчёркнуты).



**3.** Рассмотрим сначала три жидкости на основе воды — воду, чай и рассол. Температура замерзания чистой воды всем известна:  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Наличие в воде растворённого вещества снижает температуру кристаллизации (замерзания) растворителя. Величина понижения температуры кристаллизации пропорциональна числу молей растворённого вещества в единице массы раствора и не зависит от природы самого растворённого вещества. Эта зависимость весьма точная — на ней основан один из методов определения молекулярной массы растворённого вещества по данным о температуре замерзания раствора, который называется криоскопическим методом<sup>6</sup>. Здесь речь идёт о достаточно разбавленных растворах, где основным компонентом является растворитель (в данном случае вода), и кристаллизуется именно растворитель, без образования отдельной кристаллической фазы растворённого вещества<sup>7</sup>.

В случае чая мы рассматриваем концентрацию сахара, а в случае рассола — поваренной соли. По условию масса обоих веществ в единице объёма раствора одинакова. Так как количество вещества (число молей) равно частному от деления массы на молярную массу, то очевидно, что оно окажется больше в том случае, где молярная масса меньше. Сахароза имеет формулу  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , а поваренная соль —  $\text{NaCl}$ . Легко заметить, что молярная масса сахарозы больше, а значит количество вещества больше в случае поваренной соли. Кроме того, вспомним, что соль диссоциирует в растворе на ионы, и, таким образом, число частиц, реально находящихся в растворе, дополнительно повышается в два раза.

---

<sup>6</sup>Для водных растворов температура кристаллизации воды

$$T_{\text{крист}} = 0\text{ }^{\circ}\text{C} - c \cdot 0,52 \frac{\text{ }^{\circ}\text{C}}{\text{моль/кг}},$$

где  $c$  — концентрация растворённого вещества (моль/кг). В общем виде такое соотношение носит название второго закона Рауля.

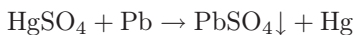
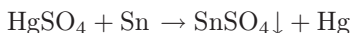
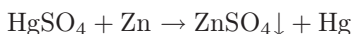
То, что температура кристаллизации не зависит от растворённого вещества (а зависит только от концентрации раствора), может показаться неожиданным. Объясняется это очевидным условием кристаллизации: равновесные давления насыщенных паров растворителя над раствором и над кристаллами растворителя при температуре кристаллизации должны быть равны (иначе система, в которой присутствует и раствор, и кристаллы растворителя, не будет устойчивой). Наличие примесей в растворителе как раз и влияет на давление насыщенных паров. При этом в процессе кристаллизации всё равно образуются кристаллы чистого растворителя, а растворённое вещество остаётся в растворе, никак в процессе кристаллизации не участвуя (поэтому температура кристаллизации не зависит от того, какое именно вещество растворено).

<sup>7</sup>Так, очень густой сахарный сироп, где это условие не выполняется, может закристаллизоваться и при комнатной температуре.

Таким образом, чай с сахаром замёрзнет при немного более низкой температуре, чем вода, а рассол — при значительно более низкой<sup>8</sup>. В отличие от воды, такие растворы замерзают не при одной определённой температуре, а в некотором температурном интервале. Действительно, когда достигается точка замерзания раствора данной концентрации, из него начинают выделяться кристаллы не раствора, а чистого растворителя, в данном случае, практически не солёного льда. В результате этого концентрация соли в жидком растворе повышается, и температура появления новых порций кристаллов становится ещё ниже. В конце концов в банке окажется лёд, содержащий совсем мало соли, и небольшая порция очень концентрированного жидкого раствора, в котором осталась основная масса соли. Эта часть закристаллизуется только при сильных морозах.

Теперь рассмотрим четвёртый раствор — жидкость для очистки автомобильных стёкол. Из назначения такой жидкости понятно, что температура её замерзания должна быть достаточно низкой (ведь автомобили эксплуатируются и в очень сильные морозы, и основным назначением жидкости в этом случае как раз является «смывание» наледи со стёкол). Основой таких жидкостей являются органические вещества, чаще всего спирты, например, изопропиловый спирт (температура замерзания чистого изопропилового спирта составляет  $-89,5^{\circ}\text{C}$ ).

4. Металлическая ртуть — это жидкость. При взбалтывании с насыщенным раствором на короткое время образуется суспензия, в которой очень велика площадь взаимодействия металлической ртути с раствором, поэтому возможна реакция практически всех присутствующих в ней примесей с солью ртути. Поскольку ртуть стоит правее цинка, олова и свинца в электрохимическом ряду напряжения металлов, ион  $\text{Hg}^{2+}$  будет окислять металлы:



При этом выделяется металлическая ртуть.

Очистить серебро тем же способом нельзя по разным причинам. Прежде всего, металлическое серебро — это твёрдое вещество, и примеси, которые не выходят на поверхность, не могут взаимодействовать

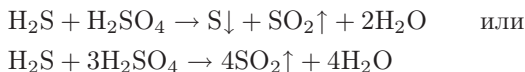
---

<sup>8</sup>Вспомним, что морская вода замерзает при температуре примерно  $-4^{\circ}\text{C}$ , но концентрация соли в море меньше, чем в рассоле.

с реактивом. Во-вторых, сульфат серебра, который можно было бы использовать для очистки, малорастворим в воде.

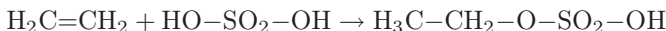
**5.** Осушить газ — означает удалить из него следы паров воды. Концентрированная серная кислота энергично поглощает воду, поэтому её и используют как осушитель. Однако если кислота взаимодействует с самим газом, то пропускание через неё газа приведёт к его потере. То есть концентрированной серной кислотой можно сушить только те газы, которые с ней не взаимодействуют. Из приведённого в задании списка это  $\text{SO}_2$ , этан,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  и аргон.

Сероводород нельзя сушить, так как серная кислота его окисляет



Для этого газа можно использовать в качестве осушителя  $\text{CaCl}_2$ .

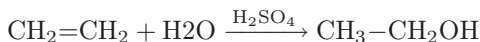
Этилен взаимодействует с серной кислотой с образованием этилсерной кислоты



В присутствии следов воды этилсерная кислота гидролизуеться с образованием этилового спирта и серной кислоты

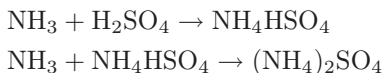


Суммарную реакцию можно записать так:



Этилен можно сушить оксидом фосфора  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Аммиак взаимодействует с серной кислотой с образованием солей аммония



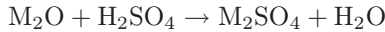
В присутствии избытка серной кислоты будет получаться кислая соль.

Для осушки аммиака можно использовать щёлочи ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ), оксиды ( $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ ),  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ .

**6.** Пусть серной кислоты в растворе было  $a$  моль, тогда масса растворённой серной кислоты  $98a$  г, а масса всего раствора  $98a/0,2 = 490a$  г.

Пусть молярная масса металла  $M$  составляет  $x$  г/моль.

Рассмотрим металл в степени окисления +1.

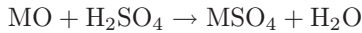


Металла прореагировало  $2a$  моль, масса оксида  $(2x + 16)a$  г, а масса соли  $(2x + 96)a$  г. Массовая доля соли составляет

$$\frac{(2x + 96)a}{490a + (2x + 16)a} = \frac{2x + 96}{2x + 506} = 0,2264$$

Из этого уравнения находим  $x = 12$ . Металлов с молярной массой 12 г/моль нет.

Предположим теперь, что степень окисления металла +2.

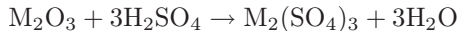


Металла прореагировало  $a$  моль, масса оксида  $(x + 16)a$  г, а масса соли  $(x + 96)a$  г. Массовая доля соли составляет

$$\frac{(x + 96)a}{490a + (x + 16)a} = \frac{x + 96}{x + 506} = 0,2264$$

Из этого уравнения находим  $x = 24$ . Металл с молярной массой 24 г/моль — магний.

Проверим степень окисления металла +3.



Металла прореагировало  $(2/3)a$  моль, масса оксида  $((2/3)x + 16)a$  г, а масса соли  $((2/3)x + 96)a$  г. Массовая доля соли составляет

$$\frac{((2/3)x + 96)a}{490a + ((2/3)x + 16)a} = \frac{(2/3)x + 96}{(2/3)x + 506} = \frac{2x + 288}{2x + 1518} = 0,2264.$$

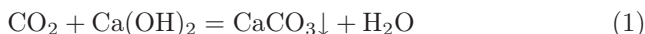
Из этого уравнения находим  $x = 36$ . Металлов с молярной массой 36 г/моль также нет.

Таким образом, металл — магний.

*Примечание.* Сообразительные школьники в ответ на указание «металлов с молярной массой 12 г/моль и 36 г/моль нет» могли бы формально найти в таблице Менделеева и привести в качестве примера радиоактивные изотопы бериллия  $^{12}\text{Be}$  и калия  $^{36}\text{K}$  (или смеси более лёгких и более тяжёлых изотопов этих элементов с «нужной» молярной массой). В данном случае бериллий и калий также не подходят, так

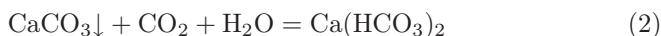
как для них не характерны степени окисления +1 и +3 соответственно. Кроме того, так как в условии задачи нет явного или неявного упоминания изотопов<sup>9</sup>, все значения молярных масс элементов мы считаем стандартными.

7. При сгорании углеводородов образуется диоксид углерода и вода. При пропускании диоксида углерода в раствор гидроксида кальция происходит образование нерастворимого карбоната кальция по уравнению



Такая реакция идёт, пока в растворе имеется гидроксид кальция. Однако в какой-то момент он полностью израсходуется, и тогда весь кальций окажется в составе карбоната. В этот момент масса осадка максимальна.

При дальнейшем пропускании в раствор диоксида углерода карбонат кальция превращается в кислую соль — гидрокарбонат, который растворим в воде, вследствие чего осадок постепенно растворяется (его масса уменьшается). Взаимодействие идёт по уравнению



Теперь рассчитаем количество вещества  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в растворе. В 100 г раствора содержится 0,148 г гидроксида, а в 200 г раствора — 0,296 г, что составляет 0,004 моль. Масса карбоната кальция, равная 0,2 г, соответствует 0,002 моль, что меньше максимального количества вещества, которое могло бы получиться из  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Это может означать, что

(а)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  находится в избытке по отношению к  $\text{CO}_2$  и ещё не израсходовался полностью, либо

(б)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  израсходовался полностью, перейдя в  $\text{CaCO}_3$ , но после этого при дальнейшем пропускании  $\text{CO}_2$  часть осадка успела раствориться.

Рассмотрим оба случая.

(а) По уравнению (1), 1 моль  $\text{CO}_2$  даёт 1 моль  $\text{CaCO}_3$ , значит было пропущено 0,002 моль  $\text{CO}_2$ . Так как при сгорании 1 моля углеводорода  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  образуется  $n$  моль  $\text{CO}_2$ , а в нашем случае при сжигании 0,001 моль алкана получено 0,002 моль  $\text{CO}_2$ , то очевидно, что  $n = 2$  и неизвестный углеводород — этан  $\text{C}_2\text{H}_6$ .

---

<sup>9</sup>См. например задачу № 9.

(б) По уравнению (1) реакция прошла до полного расходования  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Так как его было 0,004 моль, то получилось 0,004 моль  $\text{CaCO}_3$  и затрачено 0,004 моль  $\text{CO}_2$ . По уравнению (2) в реакцию вступило 0,002 моль  $\text{CaCO}_3$  (так как мы знаем, что его было 0,004 моль, а осталось — 0,002 моль), а на это нужно ещё 0,002 моль  $\text{CO}_2$ . Общее количество  $\text{CO}_2$  составляет  $0,002 + 0,004 = 0,006$  моль. В этом случае  $n = 6$ , а углеводород — гексан  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ .

Таким образом, в этой задаче два ответа, и полное решение должно включать оба. К сожалению, очень немногие участники Турнира нашли второй ответ.

**8.** Рассчитаем молярную массу  $\mu$  неизвестного газа по уравнению Менделеева–Клапейрона  $PV = (m/\mu)RT$  для двух состояний:

$$\begin{aligned} \text{при } 100^\circ\text{C } (T = 373\text{ K}) : \quad \mu_1 &= \frac{mRT_1}{PV_1} = \frac{mR}{P} \cdot \frac{373\text{ K}}{V_1} \\ \text{при } 40^\circ\text{C } (T = 313\text{ K}) : \quad \mu_2 &= \frac{mRT_2}{PV_2} = \frac{mR}{P} \cdot \frac{313\text{ K}}{V_1/1,8} \approx 1,51\mu_1 \end{aligned}$$

То есть при разных температурах молярная масса газа оказывается неодинаковой. Значит, при охлаждении состав молекулы газа изменяется.

Из условия задачи напрашивается предположение, что газ — это  $\text{NO}_2$ , который существует в равновесии с димером  $\text{N}_2\text{O}_4$ , причём при охлаждении равновесие смещается в сторону  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

Тогда исходная соль представляет собой нитрит. Количество выделившегося  $\text{NO}_2$  составляет  $1,84/46 = 0,04$  моль. На катоде при этом выделилось  $3,4 - 1,84 = 1,56$  г металла, а молярная масса металла составляет  $1,56/0,04 = 39$  г/моль, что соответствует калию.

Таким образом, исходное вещество — нитрит калия  $\text{KNO}_2$ .

Электролиз расплава:  $\text{KNO}_2 \rightarrow \text{K} + \text{NO}_2$ .

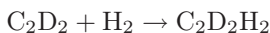
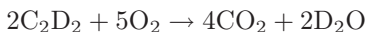
Другие упомянутые реакции:



**9.** Молекулярная масса газа **A** 28 г/моль, жидкости **B** — 20 г/моль, газа **Г** — 30 г/моль. Температура кипения жидкости **B** близка к температуре кипения воды, а молекулярная масса 20, а не 18, значит это тяжёлая вода  $\text{D}_2\text{O}$ .



Если при сгорании выделяется вода и газ, то можно предположить, что сжигали углеводород, и газ **В** — это  $\text{CO}_2$ . Если это углеводород, и молекулярная масса 28, то он содержит два атома углерода. Остальные атомы — это дейтерий, значит газ **А** — это  $\text{C}_2\text{D}_2$ . Он реагирует аналогично ацетилену, взаимодействие с водородом происходит в присутствии металлического катализатора со сниженной активностью  $\text{Pt}/\text{BaSO}_4$  и  $\text{Pt}/\text{PbO}$ , реакция протекает с образованием цис-изомера  $\text{CHD}=\text{CHD}$ .



## Критерии оценок и награждения

Каждая задача оценивалась в баллах по следующим критериям (в зависимости от полноты решения и класса, в котором учится школьник).

1. (рекомендована 8–9 классам).

Полное решение — 8 баллов ( $\leq 9$  класс) или 4 балла (10–11 класс).

2. (рекомендована 8–9 классам).

1 балл за вещество —  $\leq 9$  класс;

0,5 балла за вещество — 10–11 класс.

Так как условия простые и баллов много, реакции оценивались строго. Реакции с ошибками не оцениваются, ошибочная реакция далее не учитывается как источник полученных в ней веществ для последующих превращений.

Типичные случаи:

$\text{CO}_2$  из воздуха «просто так» брать нельзя ( $\text{CO}_2$  в качестве исходного реагента учитывался, только если указан способ получения из воздуха); получение  $\text{SO}_3$  — только если указаны условия (катализатор);

реакция  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$  также учитывалась только с указанием условий.

Разделение веществ не требовалось, а если оно всё же было указано, то добавлялось по 0,5 балла за выделение каждого вещества.

3. (рекомендована 8–10 классам).

Правильное перечисление порядка замерзания без объяснения:

3 балла ( $\leq 10$  класс); 2 балла (11 класс) (если не вполне правильное — то меньше; например, если нет дифференциации между солью и сахаром, то 2 балла, а 11 классу — 1 балл).

Дополнительно за объяснение (всем классам):

Жидкость для стёкол, состав — 1 балл;

понижение температуры замерзания для растворов по сравнению с водой, давление насыщенных паров воды — 2 балла;

различие между сахаром и солью по числу молекул (ионов) — 3 балла.

Максимально можно получить 9 баллов ( $\leq 10$  класс) или 8 баллов (11 класс).

4. (рекомендована 8–10 классам).

Класс  $\leq 10$ :

объяснение про ртуть + реакции — 4 балла;

объяснение про серебро (твёрдое, примеси внутри) — 3 балла.

Всего 7 баллов (для 11 класса 3 и 2 балла соответственно, всего 5).

5. (рекомендована 9–10 классам).

Реакции:

$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$  — 2 балла (11 класс — 1,5 балла);

$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$  — 2 балла (11 класс — 1,5 балла);

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  — сульфат 1 балл, гидросульфат 2 балла (11 класс — 0,5 и 1 балл соответственно).

Другие осушители — 1 балл за пару осушитель + газ (газы только те, которые не сушат серной кислотой, то есть сероводород, этилен и аммиак). Для тех, которые сушат серной кислотой, других осушителей не надо (не оцениваются).

6. (рекомендована 9–10 классам).

За полное правильное решение с ответом и проверкой других степеней окисления тем или иным способом — 10 баллов ( $\leq 10$  класс) или 8 баллов (11 класс).

7. (рекомендована 10–11 классам).

Первое решение (этан) — 4 балла.

Второе решение (избыток  $\text{CO}_2$ , гексан) — 6 баллов.

Всего 10 баллов.

8. (рекомендована 10–11 классам).

Решение с реакциями — 5 баллов, в том числе по 1 баллу за каждую из 3 реакций



и 2 балла за расчёт (подтверждение).

Объяснение необычных свойств газа на основе димеризации, которая

усугубляется при охлаждении — 4 балла (из них 1 балл за подтверждение объяснения расчётом).

9. (рекомендована 10–11 классам).

A —  $C_2D_2$  — 4 балла;

Б —  $D_2O$  — 1 балл;

В —  $CO_2$  — 1 балл;

Г —  $HDC=CDH$  — 2 балла, если указано, что это цис-изомер или хотя бы, что бывает 2 изомера, иначе 1 балл.

Реакции отдельно не оцениваются, так как если названы вещества, то реакции оказываются практически очевидными.

Катализатор (без пояснений) — 0,5 балла.

Катализаторы  $Pt/BaSO_4$ ,  $Pt/PbO$  или просто инактивированный катализатор — 1 балл.

Всего 9 баллов.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям и класс, в котором учится школьник. Итоговые оценки «v» (грамота за успешное выступление на конкурсе по химии) и «e» (балл многоборья) ставились в соответствии со следующими критериями:

класс	сумма баллов для «e»	сумма баллов для «v»
≤ 6	≥ 1	≥ 4
7	≥ 3	≥ 5
8	≥ 3,5	≥ 5
9	≥ 6	≥ 10
10	≥ 6	≥ 10
11	≥ 6	≥ 12

Фактически по приведённым критериям для получения оценки «e» достаточно было решить любое одно задание в 9, 10 и 11 классе, а для получения грамоты — 2 любых задания (своего или старшего класса) в 9, 10 и 11 классе, или одно любое задание в 8 классе и более младших.

# Конкурс по биологии

## Задания

Задания адресованы школьникам всех классов, все выполнять не обязательно — можно выбрать те из них, которые вам по вкусу и по силам.

1. Все знают, что свиньи и многие другие животные любят валяться в грязи. А собаки — иногда даже в гниющих остатках других животных. Объясните, зачем они это делают; приведите примеры других таких животных.
2. Зачем нужен хобот слону? Какие ещё организмы имеют хобот (или хоботок), и как они его используют?
3. Кроме домашних животных, в наших квартирах обитает ещё множество нежелательных «соседей», жизнь которых тесно связана с человеком. Приведите примеры таких животных и объясните, что связывает их с нами.
4. Как вы думаете, почему зимующие на юге птицы не размножаются в местах своих зимовок?
5. Как правило, живые существа симметричны. Каких вы знаете асимметричных животных, и чем это может объясняться?
6. Как известно, жизнь зародилась в море, а потом распространилась в пресные водоёмы и на сушу. Во времена зарождения жизни солёность морей была невысокой. Эта солёность примерно равна солёности внутренней среды человека и большинства других организмов. С тех пор прошли миллионы лет, облик Земли менялся, в результате геологических процессов образовались современные моря с высокой солёностью (в 3–4 раза выше, чем в древних) и пресные водоёмы. Организмы в них должны были приспособиться к новым условиям. Какие приспособления могли помочь организмам выжить в сильно солёной или пресной воде?
7. Американская компания (Genetic Savings and Clone) была создана специально для клонирования домашних любимцев, но, сделав несколько клонированных котят, объявила о прекращении своей деятельности, так как заказчики были недовольны результатами клонирования. Предположите, почему хозяев не устроили клонированные животные?
8. Известно, что всеядность — одно из качеств человека, которое позволило ему уйти в своём эволюционном развитии дальше, чем другим

животным. Попробуйте привести примеры ещё каких-нибудь организмов, которые также могут похвастаться этой способностью, и попытайтесь найти у них и другие особенности, характерные и для человека.

## Ответы на вопросы конкурса по биологии

*1. Все знают, что свиньи и многие другие животные любят валяться в грязи. А собаки — иногда даже в гниющих остатках других животных. Объясните, зачем они это делают; приведите примеры других таких животных.*

Всем известно, что свиньи любят валяться в грязи. На самом деле они делают это не просто ради удовольствия. Можно заметить, что в грязь этих животных тянет преимущественно в жаркие солнечные дни. А если кому-то приходилось в такие же дни по какой-либо причине оказаться в грязевой луже, то он мог обратить внимание на то обстоятельство, что грязь на дне такой лужи, даже не очень глубокой, совсем не казалась горячей, а, скорее, наоборот, приятно холодила голые участки тела. Да, все сразу решат, что свиньи лезут в грязь, чтобы охладиться, но почему же другие животные не делают так же? Им что, не жарко?

Это связано с тем, что кожа свиней совсем не имеет потовых желёз, к тому же толстый слой подкожного жира мешает им эффективно избавляться от тепла, которое выделяется внутри организма в результате пищеварения и других внутренних процессов. Погружаясь в грязную лужу, животные охлаждают своё тело, в то время как другие млекопитающие просто потеют. А грязные лужи свиньи выбирают потому, что грязь, в отличие от чистой воды, обладает большей теплоёмкостью, что позволяет ей меньше нагреваться жаркий в день и лучше охлаждать.

К животным, принимающим грязевые ванны с такой целью, кроме свиней относятся и другие копытные с такими же особенностями строения кожных покровов: кабаны, бегемоты, носороги, а также слоны, которые при помощи своего хобота ещё и обливаются грязью.

Ещё одной полезной особенностью грязевой ванны является то, что в ней тонут (задыхаются) или просто смываются многие накожные и внутрикожные паразиты: вши, блохи, клещи и другие, так как грязь обладает большей вязкостью, чем вода. Высыхая на солнце, грязь образует на теле животного прочную и довольно толстую корку, которая препятствует нападению новых паразитов, в том числе летающих кровососов. Также грязь обладает бактерицидным действием, препятствуя развитию на коже животных патогенных грибов и бактерий.

Птицы, например воробьи, и некоторые другие животные любят валяться в пыли. Эффект от этого приблизительно такой же, как и от грязи. Кусочки пыли сбивают накожных паразитов.

В грязи могут содержаться в малых количествах ценные для организма химические элементы и их соединения, которые, адсорбируясь на коже и всасываясь в тело, способствуют улучшению физиологического состояния животного.

Собаки любят валяться в остатках мёртвых животных. Это в них начинают говорить их природные инстинкты. Собаки до своего приручения человеком были хищниками, а при охоте необходимо было незаметно подобраться к добыче. Валяясь в мертвечине, животное маскировало свой запах запахом мертвого. Так до сих пор поступают волки и другие хищные млекопитающие. Кроме этого, специфический запах разлагающегося животного, приобретённый одной особью из стаи, мог обеспечивать ей определенное социальное положение в своей стае или способствовать привлечению полового партнёра.

Также засчитывались как отчасти правильные ответы, где указывалось, что, валяясь в мёртвых остатках, животные избавлялись от своих паразитов.

**2. Зачем нужен хобот слону? Какие ещё организмы имеют хобот (или хоботок), и как они его используют?**

Хобот слона — это сросшийся с верхней губой и сильно вытянувшийся нос. Он несильно улучшает обоняние этих животных, но благодаря его подвижности и длине, а также наличию на его конце множества чувствительных нервных окончаний является главным органом осязания слона. Из-за малоподвижности и неуклюжести конечностей слону трудно использовать для ощупывания другие части тела.

Конечно, хоботом слон дышит, но, наверное, нельзя считать хобот приспособленным специально для дыхания. Некоторые школьники писали, что слоны могут дышать, находясь под водой, выставив хобот наружу. Вряд ли слоны действительно часто пользуются таким способом дыхания, но это возможно. Поэтому за такой ответ участникам начислялись баллы.

Кроме этого, животное при помощи хобота набирает воду, чтобы пить, подносит ко рту сорванные листья и другой корм. Хобот тапира выполняет сходные функции.

Ещё при помощи хобота слоны могут убирать различные предметы со своего пути, а также использовать его при играх, в том числе и брачных, и в других формах общения между собой. Таким образом, хобот

во многом является функциональным аналогом руки человека. Кроме этого, такая форма носа позволяет этим животным испускать характерные трубные звуки. При помощи своего хобота слоны поливают себя водой, защищаются от хищников, в жаркую и сухую погоду он не даёт пыли попадать в лёгкие и охлаждает, увлажняет горячий вдыхаемый воздух. Древние предки слона (в том числе и мамонты) тоже имели хобот, хоть и не такой длинный и гибкий, но выполнял он примерно те же функции.

«Хобот» муравьеда устроен иначе, чем хобот слона, и представляет собой видоизменённый ротовой аппарат. Он образовался путём вытягивания костей верхней и нижней челюстей. Такой ротовой аппарат позволяет животному без вреда для глаз и с минимальными физическими затратами разрывать муравейники и поедать их обитателей, которые составляют существенную часть рациона этого млекопитающего. Также для добывания пищи из труднодоступных мест и щелей хоботы имеются у выхухоли, ехидны и некоторых других животных. Многие отвечающие писали, что клюв колибри также является хоботом. Такой ответ засчитывался как отчасти правильный: хотя клюв и нельзя называть в полной мере хоботом, но у этих птиц он несёт схожую функцию — является трубкой для высасывания нектара из цветов.

У некоторых животных (например, землеройки, кроты) за счёт удлинения носовой части лица значительно усиливается обоняние, так как это их основной способ ориентироваться в окружающем мире.

Некоторым хищным организмам хобот нужен для поражения своей добычи. Такой хобот есть у немертин, приапулид и других хищных червей. Эти животные, выбрасывая его резким движением, хватают и поедают свою добычу.

Также имеют хобот некоторые паразитические черви. Одним он просто помогает лучше закрепляться на теле хозяина (бычий цепень и другие лентецы), а у других усиливает всасывательный эффект (например, шиявки).

Обладателями хоботков в основном являются насекомые: бабочки, клопы, некоторые перепончатокрылые, тли, некоторые двукрылые и жуки. Хоботки всех этих насекомых имеют разное строение, разное эволюционное происхождение, и зачастую несут различные функции.

Попробуем как-то разобраться в этом разнообразии.

Бабочкам, пчёлам, осам, шмелям и некоторым другим перепончатокрылым хоботок нужен для добывания нектара из нектарников цветков растений, которые порой бывают довольно хорошо спрятаны, что делает их недоступными для других насекомых, не обладающих

таким сосущим ротовым аппаратом. Тли своими хоботками прокалывают стенки растительных клеток и высасывают их содержимое.

Один из отрядов насекомых — отряд клопы — имеет ещё и второе название: хоботные, так как все его представители имеют хоботки, но у них они также несколько отличаются друг от друга функционально, а, следовательно, и морфологически. Так, некоторым клопам, например итальянскому клопу, хоботок нужен для питья цветочного нектара, как и бабочкам. Другие клопы, как например клоп краевик, при помощи своего хоботка высасывают сочные семена и плоды растений.

Большинство водных клопов и множество наземных являются хищными, своими хоботками они прокалывают тела жертв, которые также могут являться насекомыми, в менее защищённых местах и выпивают их содержимое.

Также разнообразны по своим функциям хоботки двукрылых. Комары и слепни при помощи своих ротовых аппаратов прокалывают покровы своих жертв и выпивают их кровь. Мошка при помощи своего хоботка откусывает целые кусочки ткани от животных, подвергшихся её нападению, чем сильно досаждают человеку и другим млекопитающим в северных районах России.

Хоботок домашней и многих других мух напоминает по своему виду присоску. При помощи него мухи могут потреблять любую жидкую или полужидкую пищу. Целых два семейства жуков имеют хоботки — это долгоносики и слоники, но их хоботки имеют совсем другое строение, нежели ротовой аппарат всех приведённых выше насекомых. Такой «хобот» — головотрубка — представляет собой вытянутую переднюю часть головы, на конце которой находится, как правило, обыкновенный ротовой аппарат грызущего типа. Такое расположение челюстей позволяет, например, выгрызать отверстия в плотных оболочках некоторых семян и плодов растений и откладывать туда яйца, обеспечивая тем самым своих личинок кормом на первых этапах их развития.

Также существует немало рыб, имеющих хоботок. Причём у различных рыб хоботки могут выполнять разные функции. Так, например, у африканских рыб, относящихся к семейству слонорылые, хоботок нужен прежде всего для восприятия электромагнитных волн. Это позволяет рыбе легко ориентироваться в мутных водах (в водоёмах бассейна Конго и Нигера вода очень мутная). Кроме того, хобот помогает слонорылам добывать пищу (беспозвоночных) между камней и в иле. Образован этот хоботок червеобразным выростом нижней губы.

У большинства же «хоботных» рыб хоботок выполняет вспомогательную роль при поиске пищи. К таким рыбам относятся, напри-



мер, представители подотряда хоботнорылоподобные, обитающие в реках Африки и Юго-восточной Азии. Кончик верхней губы этих рыб несёт довольно короткий, но чрезвычайно подвижный хоботок. Хоботок имеет один или несколько чувствительных бугорков, снабжённых осязательными и обонятельными рецепторами. С помощью него рыбы легко обнаруживают пищу под толстым слоем ила и извлекают её оттуда. Такого же типа хоботок имеют некоторые вьюновые рыбы, например представители рода *Votia*.

**3.** *Кроме домашних животных, в наших квартирах обитает ещё множество нежелательных «соседей», жизнь которых тесно связана с человеком. Приведите примеры таких животных и объясните, что связывает их с нами.*

Животных, которых мы можем назвать «нежелательными соседями», в наших жилищах обитает очень много. Логичнее всего разделить их на несколько групп по такому параметру, как основная причина нашего сожительства.

Многие животные имеют схожий с людьми рацион питания и прекрасно себя чувствуют, подъедая остатки нашей пищи. К таким организмам можно отнести муравьёв и мух.

Другую группу организмов составляют животные, пищей которых являются предметы обстановки наших домов и квартир. Их, в свою очередь, также можно разделить на две подгруппы: поедатели вещей животного происхождения и поедатели вещей, сделанных из растений.

К первой группе относится моль — известный вредитель изделий из натуральной шерсти. Эти насекомые из отряда бабочек просто-напросто поедают тканевые волокна. Некоторые виды молей специализируются на таком питании, таким образом, сохранение их популяций зависит только от человека, а точнее — от текстильной промышленности: пока люди используют натуральную шерсть, живы и бабочки. Также сюда относятся кожееды и пухоеды, чьё название говорит само за себя.

К поедателям вещей растительной природы можно отнести личинок жуков, питающихся древесиной мебели, поедателей бумаги и книг — мелких организмов из класса паукообразные. Также к этой группе можно отнести паутиных клещей, часто паразитирующих на домашних растениях.

Многие «нежелательные соседи» используют в качестве пищи нас самих, наших животных или продукты нашей жизнедеятельности. К этой группе относятся кровососы домашних животных и человека — вши, постельные клопы, блохи.

Другие паразиты — организмы, питающиеся не кровью, а другими тканями нашего организма — например, паразитические черви.

Клещи домашней пыли едят отмершие и слущенные частички кожи человека. Даже в самой чистой комнате где-нибудь да найдётся комочек пыли, а где есть пыль, там есть и пылевой клещ, который всю свою жизнь проводит в пыли, питаясь ею и размножаясь в ней. А ведь есть ещё и перьевые клещи, которые также проводят всю свою жизнь в пухе и перьях наших подушек. Фекалии этих маленьких и вроде бы невинных сожителей вызывают у нас аллергию «на пыль» и «на перья».

Наконец, многие животные используют наше жилище только как убежище.

Одни проводят здесь значительную часть своей жизни. Осы, муравьи, пауки, летучие мыши находят подходящие им укромные уголки в наших домах, где строят свои гнёзда. Кроме всем известных фараоновых муравьёв, которые являются нашими невольными сожителями в городских квартирах, строя свои гнёзда в различных щелях и питаясь тем же, чем и их большие соседи, есть и другие виды этого семейства насекомых, которые портят человеку жизнь. Так, чёрный пахучий муравей очень любит устраивать свои гнёзда в кирпичных фундаментах строений, вытачивая ходы своего жилища в цементе, скрепляющем кирпич. Эта любовь к цементу в некоторых районах нашей страны дошла до того, что встретить этот вид муравьёв в дикой природе стало практически невозможно.

Другие организмы используют наше жилище как укрытие только на определённых этапах своей жизни. Так, многие животные, например мухи, ежи, только зимуют в наших постройках, а ласточки, хоть и строят свои гнёзда под крышами чердаков, после вывода птенцов всё равно улетают на зиму.

Некоторые животные соседствуют с человеком сразу по нескольким причинам. Мыши, крысы, тараканы настолько сжились с человеком, что кроме как в жилых домах их больше почти нигде не встретишь.

Важным фактором, связывающим нас с большинством из перечисленных выше животных, является постоянная, довольно высокая по сравнению с окружающей средой, оптимальная для всех соседей температура нашего жилища.

Многие указывали в своих ответах в качестве наших нежелательных соседей различные растения, вредные грибы и бактерии, но на поставленный вопрос эти школьники не отвечали, так как в нём чётко было сказано, что речь должна была идти только о животных.

4. *Как вы думаете, почему зимующие на юге птицы не размножаются в местах своих зимовок?*

На самом деле этот вопрос можно понять по-разному. Можно написать о том, почему птицы не размножаются во время своего зимнего пребывания «на юге», как в быту называют места зимовок птиц. А можно — о том, почему они не остаются в этих местах после зимовки и не размножаются там. Впрочем, причины того и другого примерно одни и те же. Как показала практика, первое прочтение вопроса оказалось более очевидным — именно так поняли его отвечавшие участники.

Действительно, птицы, совершающие регулярные дальние миграции, никогда не гнездятся в тех местах, где проводят зиму. Случаются, конечно, и исключения из правила — известны, например, случаи гнездования белого и чёрного аистов в южной части Африки, однако они очень редки. Вообще в жизни птиц, в особенности дальних мигрантов, весьма жёстко «запрограммирована» правильная последовательность этапов годового цикла. Весной и в начале лета они прилетают на места гнездования, строят гнёзда, кормят или водят птенцов. После размножения большинство птиц линяют, меняя все перья или часть их. Затем накапливают жир, готовясь к осеннему отлёту, и покидают места гнездования до новой весны. Последовательность этих этапов задаётся сложными внутренними ритмами, связанными с изменением содержания в крови различных гормонов — веществ, обеспечивающих регуляцию разнообразных процессов в организме. Железы внутренней секреции, которые выделяют гормоны, в свою очередь находятся под контролем нервной системы, реагирующей на изменения внешних условий — чаще всего длины светового дня (фотопериодизм) и температуры. Благодаря этому контролю каждый этап годового цикла наступает именно тогда, когда приходит его время: например, когда становится теплее и световой день удлиняется, это сигнализирует птицам о приходе весны, и они приступают к размножению. Наоборот, ближе к осени дни становятся короче, температура понижается, и птицы готовятся к отлёту.

Линька, перелёты и (в особенности) размножение требуют от птиц очень больших затрат энергии. Так, в период размножения птице нужно выкормить несколько быстро растущих и поэтому весьма прожорливых птенцов, не говоря уже о том, что много сил уходит на охрану территории от других претендентов, пение, строительство гнёзд, охрану выводка от хищников и т. д. Во время линьки птица меняет не только перья — обновляется значительная часть всего «строительного материала» организма. А во время перелётов ей надо ежедневно преодолевать значительные расстояния. Поэтому все эти процессы должны быть при-

урочены к благоприятному времени года, чтобы было достаточно корма и можно было все энергетические затраты покрыть. Кроме того, желательно, чтобы энергозатратные процессы не сильно пересекались во времени: одновременно размножаться и линять или линять и мигрировать для птицы очень невыгодно. Впрочем, некоторые виды птиц в северных широтах всё же вынуждены частично совмещать перечисленные процессы из-за короткого лета, но это уже скорее исключение, приспособление к суровым условиям.

На зимовках, как уже говорилось, перелётные птицы не размножаются. Период интенсивной линьки также, как правило, проходит ещё до отлёта, хотя здесь есть и исключения. По каким же причинам готовность к размножению не наступает зимой? Непосредственная причина, как следует из сказанного выше, — это сложившийся тысячелетиями назад годовой цикл. Почему же невыгодно размножаться на зимовках? Причин здесь несколько, и для тех птиц, которые зимуют, например, в южной Европе, они довольно очевидны: ясно, что кормовые условия зимой там хуже, чем в северных широтах летом. При этом «плотность населения» птиц может быть больше: во-первых, в сравнительно небольшой район стекаются мигранты с куда большего пространства, а во-вторых, немало птиц, особенно молодых, погибнет во время обратного перелёта, так что на гнездовья в любом случае вернётся меньше птиц. Поэтому добыть достаточно корма для птенцов в местах зимовки невозможно, тем более что им необходимы корма, богатые витаминами и минеральными веществами, в то время как взрослые птицы на зимовках могут довольствоваться сравнительно небольшим количеством менее богатой пищи. То же можно сказать и о, например, морских птицах: продуктивность северных морей намного выше продуктивности большинства тропических и субтропических вод, и поэтому в них больше рыбы, беспозвоночных и другого корма. На таких морях, как Чёрное и Средиземное, из-за скудости кормовых ресурсов может гнездиться лишь небольшое число птиц, в то время как на северных морях их численность куда больше.

Не так очевидна ситуация с птицами, зимующими, например, в районе экватора, где кормовые ресурсы — прежде всего насекомых и других членистоногих, но и других кормов тоже — обильны круглый год. Однако, во-первых, там выше и число потребителей — местных птиц и других животных, и мигрантам приходится вступать в конкуренцию и с ними, и друг с другом. А во-вторых, в тропиках с относительно постоянными температурами членистоногих так много, что они формируют собственную экологическую пирамиду с обилием хищников на

её «верхних» этажах, которые постоянно держат под неусыпным контролем численность жертв; особенно преуспевают в этом крайне разнообразные и многочисленные хищные муравьи. Для тропиков, особенно для тропических лесов с их богатейшей фауной (и флорой, конечно), крайне редки (и непредсказуемы по времени) ситуации всплеск численности какого бы то ни было кормового ресурса — как только какие-то группы «поднимают голову», т. е. увеличивают численность, так на их потребление переключаются самые разнообразные потребители. Для насекомоядных птиц показано, что сбор членистоногих в кронах тропического леса примерно в 10 раз менее эффективен, и значит — гораздо более трудоёмок для птиц, чем в лесах умеренных широт. Так что большинство насекомоядных птиц в умеренных широтах гнездятся строго в период массового весеннего (или начально-летнего) размножения членистоногих (в первую очередь — насекомых).

В тропиках есть и другие трудности, и прежде всего — очень высокое обилие хищников и, соответственно, очень высокий пресс на гнездящихся птиц, поскольку именно гнёзда наиболее уязвимы. Птенцы находятся в гнёздах не менее 10 дней, часто — значительно дольше, и за это время вероятность быть обнаруженными каким-нибудь хищником гораздо выше в тропическом поясе, чем в умеренных широтах. Поэтому, если птица «хочет» загнеститься в таких условиях, она должна делать это в совершенно непривычной для неё с точки зрения безопасности обстановке. Надо очень хорошо прятать гнездо, и скорее всего — не в таких местах, как в умеренных широтах, не говоря уже о том, что тех укромных уголков, в которых птицы располагают гнёзда «у нас», в тропиках может просто не существовать. Надо вести себя около гнезда предельно скрытно, надо строить очень небольшие по размерам гнёзда, и т. д. К такому зимующие птицы, конечно, не подготовлены.

Можно назвать и другие причины. Например, известно, что далеко не все птицы живут на зимовках оседло (хотя некоторые, например синий соловей, из года в год занимают одни и те же зимовочные территории). А если они кочуют по району зимовки, не задерживаясь подолгу в одном месте, то, разумеется, о гнездовании не может идти и речи. Некоторые птицы, например многие кулики, ласточки, перелётные овсянки, пеночки, на зимовках ещё и заканчивают линьку, что опять же требует высоких энергетических затрат. Многие участники написали, что период зимовок может быть короче периода гнездования, и поэтому птицы просто не успели бы вывести птенцов; возможно, для некоторых видов это действительно так. Ещё можно отметить, что сбои в поведении, иногда приводящие к возможности попробовать загнест-

даться в местах зимовок, должны произойти не у одной птицы, а по крайней мере у двух особей разного пола, да ещё оказавшихся в одной точке, а вероятность такого события очень невелика.

**5.** *Как правило, живые существа симметричны. Каких вы знаете асимметричных животных, и чем это может объясняться?*

Один из важнейших признаков организма — симметрия его строения. Если тело можно разделить хотя бы на две одинаковые или зеркально подобные части, его называют симметричным. Для животных характерна симметрия двух типов: двусторонняя (билатеральная) и лучистая (радиальная). Ни та, ни другая не встречается в чистом виде. Иголкокожие, кишечноротовые и гребневники радиально симметричны, т. е. общая форма у них цилиндрическая или дисковидная, с центральной осью. Через эту ось можно провести больше двух плоскостей, делящих тело на две одинаковые или зеркальные части. Животные всех остальных типов двусторонне-симметричны: явно выражены передний (головной) и задний (хвостовой) концы, а также нижняя (брюшная) и верхняя (спинная) стороны. В результате тело можно разделить только вдоль на две зеркальные половины — правую и левую.

Но в процессе эволюции в разных группах животных появлялись несимметричные животные (нельзя провести ни одной плоскости симметрии). Так, среди животных можно найти разные типы асимметрии:

- небольшие различия между правой и левой половинками,
- внутренняя, не заметная внешне асимметрия и, наконец,
- резкая внешняя асимметрия.

У двусторонне симметричных животных почти всегда встречается индивидуальная асимметрия в виде слабых отклонений от геометрически правильного расположения, как это наблюдается в лице человека и других частях многих животных. Более подробно такой тип асимметрии мы рассматривать не будем.

Коротко рассмотрим скрытую от нашего глаза асимметрию внутренних органов животных. Асимметричное расположение органов резко выражено в положении желудка у многих позвоночных, в положении печени с правой, поджелудочной железы с левой, спинной кишки с правой стороны и т. п.

Число лопастей лёгкого у млекопитающих также различно на правой и левой стороне. У своеобразных амфибий — червяг — развито только левое лёгкое, а у змей — правое.

В половых органах наблюдается асимметричное положение полового отверстия у некоторых рыб, недоразвитие правого яичника и яйцевода

у птиц и яйцекладущих млекопитающих, у дельфинов работает в основном левый яичник. Асимметричное расположение половых протоков и отверстий имеют многие ленточные черви, у коих половые отверстия по большей части имеются лишь с одной стороны членика.

Сердце человека, человекообразных обезьян и крота смещено на левую сторону.

У кашалота дышит только левая ноздря, правая закрылась и превратилась в пазуху для сжатия воздуха, при рекордном нырянии (на глубины больше 2 км).

У дятлов необычно длинный язык, который они в поисках пищи запускают в выдолбленные отверстия или природные щели. Язык так велик, что не помещается в полости рта, а, нырнув под кости нижней челюсти, двумя ножками огибаёт шейные позвонки, взбирается по черепу на затылок и здесь, соединившись в общий пучок мышц и связок, закрепляется в правой ноздре, так что птицы вынуждены дышать лишь левой.

Наконец, последний, ярко выраженный тип асимметрии — тот, что проявляется во внешнем строении животного. Следует сказать об органах, у которых симметрия отсутствует по причине низкого уровня организации, малой подвижности или планктонного образа жизни — это просто устроенные кишечнополостные, губки, фораминиферы, сифонофоры. Эта резкая асимметрия может появиться только в связи с глубокой специализацией вида к определённым условиям или виду деятельности, например, у амёб, инфузорий, коловраток, имеющих специализированные способы движения и питания.

Многие мелкие морские беспозвоночные обладают асимметричным строением. Это, например, амёбы, инфузории, некоторые фораминиферы, коловратки, губки, сифонофоры и т. д.

Самый яркий пример асимметрии представляют некоторые брюхоногие моллюски — их раковины закручены спирально, и это определяет строение тела. У них мы замечаем наклонность к спиральному закручиванию органов в ту или другую сторону, а также смещение заднего прохода и прилежащих к нему органов с заднего конца на правую сторону, что сопровождается не только асимметричным расположением органов, но и утратой многих органов правой стороны. У брюхоногих моллюсков одна почка, одна жабра, одна половая железа. В соответствии с этим дыхательное, половое и анальное отверстия и отверстие мочеточника находятся на правой стороне тела.

Очень интересна асимметрия, выражающаяся такими знакомыми явлениями как «право- и леворукость». Причины такой двигательной

асимметрии полностью неизвестны, но упираются, видимо, в асимметричность организации мозга. Не случайно описано это явление для высоко организованных групп: моллюсков, высших ракообразных, высших позвоночных.

Проявляться же такая двигательная асимметрия может по-разному.

У глубоководного кальмара глаза асимметричны: левый примерно в четыре раза больше правого. Как плавают эти животные: ведь голова у них не уравновешена? Немалые, наверное, приходится им прилагать усилия, чтобы плыть вперёд и не переворачиваться. Есть предположение, что большой глаз приспособлен к глубинам, он собирает своей мощной оптической системой рассеянные там крохи света. Маленьким же глазом кальмар обозревает окрестности, всплывая на поверхность.

У членистоногих асимметричное расположение выражено ясно у некоторых паразитических форм, а также у раков-отшельников, которые живут в спирально завитой раковине моллюска, и сообразно этому тело их приняло несколько асимметричную форму. Крабоиды, например Камчатский краб, отличаются от настоящих крабов и скорее близки к ракам-отшельникам. В отличие от настоящих крабов крабоиды имеют не 5, а только 4 пары развитых ног, включая и переднюю пару, вооружённую клешнями разной величины. Брюшко у крабоидов всегда имеет следы асимметрии (как и у раков-отшельников), тогда как у настоящих крабов брюшко всегда симметрично.

Особенно резко выражена асимметрия клешней у самцов тропических полусухопутных манящих крабов, обладающих маленькой левой и колоссальной правой клешнёй, сгибая которую, они производят своеобразные манящие движения. Когда бродящий по песчаной отмели самец замечает самку, он приподнимается на лапках, чтобы его было лучше видно, и начинает приветственно махать клешнёй. Совершенно очевидно, что это радушный призыв к встрече. Во всяком случае, именно так понимает его самка и спешит познакомиться с суженым.

Брачная сигнализация — важная, но совсем не такая уж часто выполняемая функция, и поэтому нет никакой необходимости, чтобы обе клешни «умели» её выполнять. Действительно, приветственные жесты крабы выполняют лишь правой клешнёй. Налицо явная асимметрия функций. Правая клешня у самцов манящего краба достигает прямо-таки гигантских размеров. Жест огромной сигнальной клешни трудно не заметить. Самки не стараются привлечь внимание самцов, и им нет необходимости обзаводиться непропорционально большой конечностью. Как и полагается представительнице слабого пола, у самки маленькие изящные клешни.



Разный размер имеют клешни у раков-щелкунов. Более крупная предназначена для производства громких щелчков. Она устроена таким образом, что подвижный палец может с силой прижиматься к неподвижному, при этом раздаётся резкий звук.

У омаров более крупная клешня служит для раздавливания панцирей морских ежей, раковин моллюсков, домиков морских желудей, а другая, более тонкая режущая клешня используется для разделки нежной добычи: креветок и рыб.

У насекомых также наблюдается иногда асимметрия в окраске, величине челюстей, жилковании крыльев, строении половых органов и т. п.

Наиболее резким примером асимметричной конфигурации среди позвоночных могут служить камбалы. Камбала проводит свою жизнь на боку: на боку она лежит, на боку плавает. Только в случае опасности камбала поворачивается на ребро и быстро мчится прочь. Нижней стороной у неё становится строго определённый бок, в зависимости от семейства. Глазу, оказавшемуся на нижней стороне тела, нет никакого резона смотреть прямо в песок, и он ещё в раннем детстве «переползает» на другую сторону головы. Рот также сдвигается набок. Безглазая нижняя сторона тела светлая, верхняя окрашена ярко и часто разрисована пятнами и полосами.

Замечательно, что как асимметрия камбал, так и асимметричное положение различных органов у других двусторонне симметричных животных, есть явление позднейшее, а у зародыша органы закладываются по большей части симметрично и смещаются лишь впоследствии.

У наших северных «попугаев» — клестов, питающихся семенами еловых или сосновых шишек, большой крючкообразный клюв имеет крестообразное строение для перекусывания веточек. У птенцов он ещё вполне симметричен, но по мере взросления птиц подклювье отклоняется влево или вправо. Несимметричное расположение костей черепа наблюдается также у некоторых сов.

У муравьеда более крупные когти на одной лапе.

У зубатых китов череп резко асимметричен, хотя на ранних стадиях развития зародыша он характеризуется всеми признаками, свойственными черепу наземных млекопитающих. Причины асимметрии до сих пор точно не установлены. Возможно, что характерная асимметрия в черепе возникла в связи с развитием эхолокационного и звукопроводящего аппаратов. При этом носовые проходы над черепом специализировались: один — как воздухоносный путь, другой — для производства звуков. Некоторые исследователи предполагают, что асимметрия могла возникнуть вследствие неодинакового давления воды при плавании на

разные участки черепа, другие считают, что из-за редукции обонятельных нервов.

Полярный дельфин-нарвал вооружен бивнем (до 2–3 м длины). Он вырастает из зачатка левого зуба верхней челюсти и закручен против часовой стрелки в тугую спираль, что влияет на форму черепа, в котором лицевые кости развиты сильнее с левой стороны, а собственно черепные — с правой.

Зачем самцам бивни, пока никто не знает. Считают, что это отличительный знак, позволяющий животным при брачных играх угадывать пол, или оружие для «рыцарских» турниров. Есть мнение, что бивни помогают нарвалам во время охоты. На небольших глубинах в прозрачной океанской воде удалось подсмотреть, как нарвалы своими бивнями спугивали донных рыб — камбалу и палтуса, — и ловили их на лету. Лежащую на дне рыбу им трудно заметить и неудобно хватать. Но вряд ли наличие бивня имеет существенное значение. Иначе природа не обделила бы им самок, которым особенно необходимо иметь вдоволь корма.

**6.** *Как известно, жизнь зародилась в море, а потом распространилась в пресные водоёмы и на сушу. Во времена зарождения жизни солёность морей была невысокой. Эта солёность примерно равна солёности внутренней среды человека и большинства других организмов. С тех пор прошли миллионы лет, облик Земли менялся, в результате геологических процессов образовались современные моря с высокой солёностью (в 3–4 раза выше, чем в древних) и пресные водоёмы. Организмы в них должны были приспособиться к новым условиям. Какие приспособления могли помочь организмам выжить в сильно солёной или пресной воде?*

Когда жизнь только зарождалась, солёность в морях была очень невелика. Такой же была и концентрация солей внутри живых существ. Постепенно солёность морей возрастала за счёт солей, вымываемых дождями из горных пород. Солёность внутренней среды организмов оказалась ниже солёности окружающей воды, и им пришлось столкнуться с проблемой сохранения воды, поскольку по законам осмоса вода стремилась выйти из их тела наружу. Дело в том, что сквозь мембрану клетки вода может проходить свободно, а вот соли и другие растворённые в воде вещества, как правило, сами проходить не могут. Возможен только активный (т. е. с затратой энергии) их транспорт.

Часть морских организмов смогла выжить, увеличив концентрацию солей внутри себя и сравнив её с солёностью окружающей среды. К ним относятся кишечнополостные, гребневники и некоторые другие. О таком

способе приспособиться писали в своих ответах довольно многие школьники. Менее известен тот факт, что ряд живых существ добиваются осмотического равновесия с окружающей средой за счёт накопления внутри тела не солей, а каких-то других веществ. Это важно потому, что растворимые соли в водной среде присутствуют в основном в виде ионов, а высокая концентрация ионов может плохо влиять на биохимические реакции внутри организма. Поэтому удобнее создавать осмотическое давление с помощью неионных соединений. Так акулы, скаты и химеры, а также редкие лягушки, способные жить в солёной воде, используют для уравнивания осмотического давления мочевины, а некоторые другие организмы накапливают в клетках сахара, глицерин и т. п.

Другая достаточно очевидная мысль заключается в том, что уменьшить осмотические проблемы можно с помощью непроницаемых покровов. Через такие покровы вода просто не будет проходить. Однако ни один живой организм не может существовать совершенно изолированно от окружающей среды, поэтому не известно ни одного организма с полностью непроницаемыми покровами. Конечно, можно покрыть непроницаемой «бронёй» большую часть тела, но всегда остаётся пищеварительная система, органы дыхания, глаза и другие поверхности, через которые окружающая вода будет контактировать с клетками.

Поэтому большинство солоноводных организмов в той или иной степени теряют воду и должны возмещать потери за счёт питья. Но при этом в организм проникает избыточное количество солей — их надо как-то выводить. Как правило, почки с этой задачей не справляются, поэтому выделение солей происходит иначе. Хотя у солоноводных организмов выделяется с мочой мало воды и много солей, этого всё же недостаточно для поддержания равновесия. Так, морские костистые рыбы выделяют соль отчасти через специальные клетки в жабрах, отчасти — через анальное отверстие в виде кристаллов. Это активный процесс, он требует затрат энергии. Аналогично происходит регуляция у некоторых членистоногих, среди которых широко известен рачок артемия. У него тоже есть органы, выводящие соль, причём разные у личинки и у взрослого организма.

В пресной воде живые существа испытывают противоположные трудности: так как концентрация растворённых веществ внутри выше, чем снаружи, вода стремится проникнуть внутрь организма. В большинстве случаев солёность внутренней среды пресноводных организмов невелика, гораздо ниже, чем морских. Но всё-таки совсем пресной (т. е. лишённой растворённых веществ) внутренняя среда быть не может. Пресноводные организмы должны научиться выводить излишки

воды из организма или не допускать проникновения воды в клетку. Непроницаемые покровы и тут помогают только отчасти. У многих простейших для выведения воды существует сократительная вакуоль (этот органоид описан в школьном учебнике биологии — поэтому про него знают многие школьники).

Другой способ избавляться от лишней воды — выведение её с помощью почек. При этом почки разных пресноводных организмов — костных рыб, моллюсков (например беззубки), ракообразных (например речного рака) — устроены по-разному, но все они выводят большое количество очень жидкой мочи, тем самым избавляя хозяина от лишней воды и минимизируя потерю солей. Правда даже такую небольшую потерю приходится потом восполнять активным поглощением солей из окружающей среды.

А вот растительные организмы используют другую стратегию. Дело в том, что их клетки окружены плотной клеточной стенкой. Сама по себе эта стенка не мешает проходу воды внутрь клетки, но когда клетка внутри раздувается от поступившей жидкости, клеточная стенка начинает давить на клетку снаружи, не давая ей лопнуть. Чем больше раздувается клетка, тем сильнее давит стенка, создавая внутри повышенное давление жидкости. В результате устанавливается равновесие: осмотического давления оказывается недостаточно для преодоления внутриклеточного давления и проникновения в клетку дополнительного количества воды. Такой механизм удобен, поскольку не требует затрат энергии на выведение воды из организма, хотя, конечно, на построение клеточной стенки энергию тратить приходится.

Ещё один аспект, который может влиять на жизнь водных существ, — это соотношение плотности, вязкости, течений и вообще условий обитания в солёной и пресной воде. Это может сказываться на жизни планктона — организмов, парящих в воде. В пресной воде парить труднее (из-за меньшей плотности), поэтому организмам приходится увеличивать выросты тела для увеличения трения о воду. А активно плавающим существам в солёной воде придётся особенно заботиться об обтекаемости тела для снижения трения. Если школьники в своих ответах писали об этом, разумно обосновывая своё мнение, они получали положительные баллы.

*7. Американская компания (Genetic Savings and Clone) была создана специально для клонирования домашних любимцев, но, сделав несколько клонированных котят, объявила о прекращении своей деятельности, так как заказчики были недовольны результатами кло-*

*нирования. Предположите, почему хозяев не устроили клонированные животные?*

Самое простое предположение, объясняющее недовольство заказчиков результатами клонирования, заключается в том, что хозяева надеялись получить точную копию любимца, а сходство клона с оригиналом получалось неполным.

Почему же так могло получиться?

В данном случае ответы вроде: «Эти кошки были ненастоящие» или «Они были как роботы», ничего не объясняют и говорят о том, что несмотря на то, что в наше время трудно найти человека старше 7 лет, не слышавшего о клонировании, суть клонирования правильно понимают далеко не все.

Клонирование животных заключается в том, что из одной клетки взрослого животного выращивают новое, которое имеет точно такой же геном, как его прототип.

Надо сказать, что вообще ничего противоестественного в этом нет.

Получение клонов растений происходит при каждом случае вегетативного размножения. Любой человек, который брал отросток комнатного растения и сажал его дома в новый горшок или рассаживал «усы» у земляники, получал клон исходного растения. У животных такой способ размножения встречается редко и свойственен только довольно примитивным организмам. Но и у высших животных, в том числе у человека, мы тоже нередко встречаемся с генетически идентичными организмами. Ими являются однойцевые близнецы. Мы говорим про них «похожи как две капли воды» и часто действительно с трудом можем различить братьев или сестёр близнецов. В случае клонирования генетически идентичными получаются «старое» и «новое» животное. Набор их генов действительно одинаков, различить их ткани не могут даже собственные иммунные системы.

Большинство школьников, которые отвечали на вопрос с пониманием, писали о том, что признаки организма определяются не только его генами, но и теми условиями, в которых он формировался. Особенно ярко это заметно на признаках, касающихся поведения и психики. Разумеется, клонированные котята не могли быть выращены в точно таких же условиях, как их прототип. Они не могли унаследовать его привычки, навыки. А именно это часто казалось хозяевам самым привлекательным в их питомцах.

Однако интересно то, что клонированные котята могли довольно сильно отличаться от исходных животных даже внешне. Окрас кошки определяется сложным комплексом из нескольких генов. Рисунок

шкуры (распределение пигмента на поверхности тела) не определяется однозначно генами, а складывается в ходе индивидуального развития в значительной мере под влиянием случайных факторов.

Кроме того, клон может отличаться от оригинала за счёт инактивации одного из двух имеющихся в каждой клетке экземпляров гена. В классических представлениях генетики потомство наследует две копии генов — одну от отца и вторую от матери. Обе эти копии активно участвуют в процессах развития, формируя со временем взрослый организм.

Однако в ряде случаев одна из копий родительских генов «выключается» из работы. Это определяет их повышенную уязвимость по отношению к окружающим условиям — если единственная рабочая копия гена будет повреждена, вторая не сможет взять на себя обязанности первой. Каким образом каждая клетка выбирает, какой именно ген инактивировать, пока неясно, но у клона и оригинала этот выбор может оказаться разным. Однако в ряде случаев одна из копий родительских генов «выключается» из работы. Каким образом каждая клетка выбирает, какой именно ген инактивировать, пока неясно, но у клона и оригинала этот выбор может оказаться разным.

Таким образом, становится понятно, что в результате клонирования хозяева получают новое животное, которое может лишь отдалённо напоминать их любимца.

Но есть и ещё одна неприятность, подстерегающая клонированных животных. Она проявилась впервые у знаменитой овечки Долли, которая была первым успешно выращенным клоном млекопитающего. Оказалось, что Долли старела гораздо быстрее обычных овец, и продолжительность её жизни поэтому была невелика. И связано это было вовсе не с тем, что, как было сказано в некоторых ответах, «при клонировании гены портятся и животное становится больным». Напротив, клону доставался в точности тот генетический материал, который имелся в исходной клетке. Но клетка-то эта была взята от взрослого животного! Оказалось, что хромосомы (носители генетической информации) могут «запоминать» физиологический возраст клетки. Скорее всего они «помнят», сколько делений эта клетка прошла с момента оплодотворения. Поэтому когда такие хромосомы достаются ягнёнку или котёнку, они заставляют его стареть быстрее.

Такая особенность клонов, разумеется, не могла понравиться заказчикам. Если школьники писали об этом, разумно объясняя причины низкой продолжительности жизни, такие ответы оценивались высоким баллом.

Наконец, некоторые ребята в своих ответах говорили о том, что клонированные котята стоили слишком дорого. Это конечно так: купить обычного нового котёнка было бы гораздо дешевле. Но в данном случае речь шла о людях, готовых платить большие деньги за то, чтобы иметь копию своего любимца. Поэтому такой ответ не считался правильным.

*8. Известно, что всеядность — одно из качеств человека, которое позволило ему уйти в своём эволюционном развитии дальше, чем другим животным. Попробуйте привести примеры ещё каких-нибудь организмов, которые также могут похвастаться этой способностью, и попытайтесь найти у них и другие особенности, характерные и для человека.*

В данном вопросе всеядность рассматривается не просто как возможность поглощать или захватывать пищевые частицы, как животного, так и растительного происхождения, а как особое свойство живых организмов, способных длительное время питаться и растительной и животной пищей. Поэтому, действительно всеядных животных существует не так много, как может показаться сначала. Кроме человека к ним можно отнести таких млекопитающих, как шимпанзе, бурого медведя, свинью, крысу. Также можно считать всеядными некоторых птиц, в частности ворон, может быть чаек и галок; таракана, муравья и осу; ряд рыб (среди карповых ярким представителем является карась, а также плотва); отдельных представителей класса ракообразные (например, широко известный аквариумистам *Gammarus*), игуан и таких одноклеточных, как амёбы, захватывающих пищевые частицы определённого размера, независимо от их происхождения.

Таких организмов, как акулы, являющихся типичными хищниками и лишь в силу своей прожорливости по ошибке заглатывающих множество несъедобного мусора, всеядными считать не стоит. Нельзя считать таковыми и домашних собак и кошек, вынужденных питаться тем, что предложат хозяева, и иногда поедающих траву только в качестве лекарства. На самом деле они являются плотоядными организмами. Это относится и к другим животным, которые иногда в силу сложившихся обстоятельств вынуждены переходить на несвойственное им питание.

Другими чертами, «роднящими» человека с остальными всеядными организмами, могут считаться:

- Возможность обитания в кардинально различных условиях среды, повсеместная распространённость, свойственная, например, тараканам, крысам, воронам и муравьям, встречающимся на многих континентах в различных условиях. Чаще всего мы встречаем их там, где есть человек.

- Высокая сообразительность, развитый интеллект и даже некоторая агрессия в поведении — у шимпанзе, крыс, ворон. Одни используют примитивные орудия для достижения своих целей, другие умудряются выживать в городах, где человек ведёт с ними борьбу всеми доступными ему способами, третьи также приспособились к жизни рядом с человеком, используя все выгоды этого «сожительства». Появление таких качеств может быть связано с тем, что эти организмы не специализируются на одном способе добывания пищи, как, например, травоядные жвачные животные или дятлы, а, в силу своей всеядности, каждый раз делают это по-новому, для получения разных продуктов питания. А значит и их поведение становится более разнообразным и творческим.

- Зубная система таких млекопитающих, как медведь, шимпанзе и свинья, очень схожа с человеческой по развитию различных групп зубов (позволяющих схватывать, отрывать и измельчать фрагменты пищи животного и растительного происхождения). С всеядностью может быть связано и некоторое сходство анатомического строения пищеварительной системы этих животных.

- Сходные с человеком болезни и физиология организмов. Например, поражение СПИДом характерно и для обезьян (собственно заражение человека этим заболеванием, по мнению многих учёных, и произошло от этих приматов), а свинья считается одним из наиболее приемлемых организмов для донорства тканей и органов человеку.

- Нельзя не сказать о сходстве в социальных аспектах жизни человека и других всеядных организмов. Так многие из них образуют группы со сложной иерархией, а муравьи живут огромными семьями с чётким разделением по кастам, в «городах» собственной постройки. Правда эта особенность вряд ли напрямую связана с всеядностью, поскольку многие общественные животные придерживаются довольно однообразной диеты. Но ясно, что всеядность должна приносить этим животным дополнительные преимущества. Ведь большой группе и еды надо много, а всеядные существа при недостатке одной пищи могут легко переключиться на другую. Кроме того, сообщества способствуют более равномерному распределению пищи внутри них самих для повышения их жизнеспособности. А иногда групповые взаимоотношения могут служить для определения параметров «съедобности» той или иной пищи. Например известно, что крысы очень быстро учатся отличать отравленную пищу от хорошей. Происходит это потому, что при обнаружении очередного продукта питания его сначала пробует лишь одна особь, только потом по её реакции и поведению остальные крысы судят о съедобности этого объекта.



• Многие школьники отмечали также способность медведей и шимпанзе перемещаться на двух задних лапах, что характерно для людей. Связь этой особенности с типом питания тоже неочевидна, но, возможно, это позволяет им сочетать активное преследование добычи на четырёх лапах с большим диапазоном «охвата» и обзора при питании растительной пищей на двух задних лапах. Кроме того, при ходьбе на двух ногах можно активно использовать передние лапы для добычи и переработки пищи.

В составлении вопросов для Турнира Ломоносова 2007 года по биологии и ответов на них принимали участие: Гаев Т. Г., Жаров А. А., Калякин М. В., Кобузева И. А., Морковин А. А., Петраш Е. Г., Семёновы Ал-др. Н. и Андр. Н., Синельников С. Ю., Стушникова А. Н.

## **Критерии проверки и награждения.**

Ответ на каждое задание оценивался в баллах по следующим критериям.

В простых вопросах (№ 1, № 2) давалось по 1 баллу за каждый правильный ответ (ответ на вопрос «зачем?» и примеры других организмов).

В вопросе № 3 балл давался не за каждое названное животное (их слишком много), а все животные были разбиты на группы (как в ответе) и давался 1 балл за группу. Дополнительные баллы можно было получить за логичные объяснения, например того, почему именно свиньи особенно «грязелюбивы».

В сложных вопросах (№ 4, № 6, № 7) не так много правильных ответов и они не так просты (объяснить, какими недостатками могут обладать клонированные животные, безусловно сложнее, чем назвать таракана как нежелательного соседа человека). Поэтому в этих вопросах за одну правильную идею можно было получить от 1 до 5 баллов, в зависимости от степени её обоснованности. При этом оценивались в том числе те идеи, которые логичны, но не реализуются в природе.

Вопросы № 5 и № 8 по сложности занимают промежуточное положение. Ответов на них можно дать достаточно много, поэтому за каждый названный пример давался 1 балл. При этом подробные биологически грамотные рассуждения о возможных причинах асимметрии или об особенностях всеядных животных оценивались несколькими баллами.

Грамоты «за успешное выступление на конкурсе по биологии» (оценка «v») и баллы многоборья (оценка «e») присуждались в зависи-

мости от суммы баллов и класса, в котором учится участник турнира, в соответствии с таблицей.

Класс	балл многоборья («е»)	грамота («v»)
$\leq 3$	$\geq 3$	$\geq 4$
4	$\geq 3$	$\geq 7$
5	$\geq 8$	$\geq 12$
6	$\geq 10$	$\geq 15$
7	$\geq 14$	$\geq 17$
8	$\geq 16$	$\geq 21$
9	$\geq 17$	$\geq 22$
10	$\geq 18$	$\geq 23$
11	$\geq 19$	$\geq 25$

# Конкурс по лингвистике

## Задачи

Все задания адресованы всем классам, при подведении итогов учитывается класс и достигнутые результаты по всем заданиям.

1. Даны слова на языке муйув<sup>10</sup> и их переводы на русский язык:

atok	я стою около него
kuton	ты стоишь в стороне
isiw	он остаётся около тебя
kusim	ты остаёшься около меня
iw	он идёт к тебе

**Задание 1.** Переведите на русский язык слова: *asin, itom, ak.*

**Задание 2.** Переведите на язык муйув: *ты уходишь.*

2. Японские женщины, чтобы сделать речь более вежливой, обычно добавляют к существительным вежливую приставку *о-*. Однако они присоединяют эту приставку не ко всем существительным. Можно привести такие примеры (японские слова даны в русской транскрипции):

о-микан	— «мандарин»	тэй	— «шлюпка»
о-кабэ	— «стена»	ко:на:	— «угловой удар»
о-нэко	— «кошка»	кабу	— «биржевая акция»
о-ко:тя	— «чай»	ура	— «подкладка платья»
о-таби	— «носки»	оби	— «пояс кимоно»
о-юка	— «пол»	андзу	— «абрикос»
о-сара	— «тарелка»	микко:	— «тайный проезд на самолёте»
о-татами	— «циновка»	рё:ки	— «путина (рыболовный сезон)»
о-моти	— «рисовая лепёшка»	ису	— «стул»

**Задание.** Определите, к каким из следующих слов японские женщины присоединяют приставку *о-*:

утива	— «круглый веер»	кимоно	— «платье, кимоно»
ко:сяхо:	— «зенитное орудие»	хибати	— «печь в японском доме»

Объясните своё решение.

**Примечание.** Двоеточие после гласной обозначает долготу.

---

<sup>10</sup>Муйув — один из австронезийских языков, на котором говорят 4 тыс. человек, живущих на островах Вудларк (Папуа — Новая Гвинея).

3. Даны слова на древнеиндийском языке санскрит и их переводы на русский язык в перепутанном порядке:

yaḥ, tathā, sarvatra, ekaḥ, yadā, tatra, yatra, sarvaḥ;

везде, где, всякий, когда, который, так, там, тот же самый.

**Задание 1.** Установите, какой перевод соответствует каждому санскритскому слову.

**Задание 2.** Переведите на санскрит:

*всегда, всячески, как, одновременно, тогда.*

**Примечание.** Чёрточка над гласной обозначает долготу; ṭh и ḥ — особые согласные языка санскрит.

4. Известно, что некоторые глаголы со значением ‘издавать звук’ могут употребляться в значении ‘передвигаться со звуком’. Например, в предложении *Мимо школы продребезжал трамвай* глагол *продребезжать* означает ‘проехать, издавая дребезжащий звук’. Рассмотрим две группы предложений. В предложениях 1–9 такие глаголы могут употребляться в указанном значении, а в предложениях 10–18 — не могут, и такие предложения отмечены звёздочкой как неправильные.

1. *По мостовой прогремела телега.*
2. *Поезд прогрохотал по мосту и скрывается в туннеле.*
3. *Стрела просвистела прямо перед носом Чингачгука.*
4. *Мимо нашего этажа туда-сюда лязгал лифт.*
5. *По опавшим листьям шуришала змея.*
6. *По поселку деловито громыхал трактор.*
7. *По ночному бульвару в сторону площади простучали чьи-то каблучки.*
8. *Ребятишки весело захлопали по лужам.*
9. *Старик проищёпал на кухню.*
10. *\*Кухарка прогремела кастрюлями в другой конец кухни.*
11. *\*К центральной площади прогрохотали барабанички.*
12. *\*В сторону школы просвистел мальчик.*
13. *\*Сверчок стрекотал за печку.*
14. *\*Мимо на огромной скорости провела пожарная машина.*
15. *\*Из клуба к метро громко брэнчала компания гитаристов.*
16. *\*Навстречу визжала девочка.*
17. *\*Вдоль берега гудел теплоход.*
18. *\*Опрокинутый граммафон проищёпал на пол.*

**Задание 1.** Объясните, почему предложения первой группы правильны, а предложения второй группы — нет.

**Задание 2.** Даны глаголы: *проскрипеть*, *пролягать*, *кашлять*, *цокать*. Для каждого из этих глаголов укажите, можно ли его употребить в указанном значении, и если да, составьте соответствующие предложения.

## Решения задач конкурса по лингвистике

1. Как легко можно выяснить из условия задачи, в языке муйув подлежащее выражается при помощи глагольных приставок: *a-* ‘я’, *ki-* ‘ты’, *i-* ‘он’, а обстоятельство места — при помощи глагольных суффиксов: *-k* ‘около него’, *-w* ‘около тебя’, *-t* ‘около меня’, *-n* ‘в стороне’; при этом в зависимости от того, обозначает ли глагол движение или местонахождение, суффикс может переводиться как ‘около чего-то’ или как ‘к чему-то’. Глагольные корни: *-to-* ‘стоять’, *-si-* ‘оставаться’; замечательным образом, корень глагола ‘идти’ в языке муйув нулевой, как у русского глагола *вынуть*.

**Задание 1.** *asin* ‘я остаюсь в стороне’, *itom* ‘он стоит около меня’, *ak* ‘я иду к нему’.

**Задание 2.** *ты уходишь*, т. е. буквально ‘ты идёшь в сторону’ — *kip*.

Автор задачи В. И. Беликов, текста решения — П. М. Аркадьев.

2. Японские женщины добавляют приставку *o-* только к существительным, обозначающим понятия, связанные с традиционным бытом, домашним хозяйством и т. п., и только в том случае, если эти существительные не начинаются с гласного (слово *юка* ‘пол’, разумеется, начинается не с гласного, а с согласного [й]). Из слов, приведённых в задании, этому условию удовлетворяют последние два. Таким образом, правильно *утива*, *кōсяхō*, но *o-кимono*, *o-хибати*.

Автор задачи В. М. Алпатов, текста решения — И. Б. Иткин.

3. Прежде всего обратим внимание на то, что санскритские слова делятся на части, например, *tatra* — это *t-*, как в *tathā*, + *-atra*, как в *yatra* и *sarvatra* (строго говоря, можно представить *tatra* и как *ta-* + *-tra*, на решение задачи это не повлияет). Частей в каждом слове две, так

что можно составить таблицу, сгруппировав в строчках слова с одинаковой начальной частью, а в столбцах — слова с одинаковой конечной частью:

	sarvatra		sarvaḥ
	tatra	tathā	
			ekaḥ
yadā	yatra		yaḥ

Теперь необходимо составить таблицу русских переводов, сгруппировав их по смыслу так, чтобы получилась таблица из четырёх строк и четырёх столбцов.

Можно заметить, что среди переводов имеются местоименные наречия, обозначающие время, место и образ действия, а также местоимения-прилагательные. Пусть это будут столбцы таблицы.

Строки будут соответствовать: первая — обобщительному местоимению (*всякий, везде*), вторая — указательному (*там, так*), третья — местоимению тождества, четвёртая — относительному местоимению (*где, когда, который*). Русский перевод не даёт возможности отличить эти местоимения от соответствующих вопросительных, поэтому решение, в котором эти местоимения будут названы вопросительными, тоже должно быть засчитано как правильное. Но в санскрите это именно относительные местоимения, вопросительные — такие же, но начинаются с *k-*.

	везде		всякий
	там	так	
			тот же самый
когда	где		который

Ответ на **задание 1** получается наложением двух таблиц: слово на пересечении строки, содержащей две заполненные клетки, и столбца, содержащего одну заполненную клетку — это *tathā*, ‘так’, другое слово в той же строке — *tatra*, ‘там’. Столбец, содержащий последнее слово, пересекает строки относительных местоимений (три заполненных клетки) — *yatra*, ‘где’ — и обобщительных местоимений (две заполненных клетки) — *sarvatra*, ‘везде’. Далее, оставшееся обобщительное местоимение — это *sarvaḥ*, ‘всякий’, пересечение этого столбца со строкой, где имеется лишь одна заполненная клетка — *ekaḥ*, ‘тот же самый’, его пересечение со строкой, где заполненных клеток три, — *yaḥ*, ‘который’. Соответственно, *yada* — ‘когда’.

В принципе, ничто не мешает расположить строки и столбцы таблиц

в другом порядке, например, даже так, чтобы строки одной таблицы соответствовали столбцам другой:

yaḥ	yadā	yatra	
		tatra	tathā
sarvaḥ		sarvatra	
ekaḥ			
там		езде	где
	тот же самый	всякий	который
так			
			когда

Но всё равно слово на пересечении линии с двумя заполненными позициями и линии с одной заполненной позицией получается единственным, так что решение остаётся однозначным. В данном решении — для удобства — таблицы нарисованы так, чтобы их наложение было очевидным.

**Задание 2.** *Всегда — sarvadā, всячески — sarvathā, как — yathā, одновременно — ekadā, тогда — tadā.*

Автор задачи В. А. Плунгян, текста решения — С. А. Бурлак.

4. Как показывают приведенные в задаче примеры, дело заключается не в самих глаголах, а в особенностях их употребления: телега может *греметь*, стрела — *свистеть*, а вот у кухарки и мальчика это почему-то получается хуже.

Но разве, говоря о стреле и о мальчике, что они свистят, мы имеем в виду одно и то же? Стрела свистит потому, что она с большой скоростью рассекает воздух, а мальчик — потому, что у него хорошее настроение! Иначе говоря, стрела не может лететь и при этом не свистеть, а мальчик вполне может идти по тропинке молча или, скажем, громко смеясь. Точно так же тело змеи трётся о сухие листья, каблучки отбивают дробь по асфальту, а тапочки старого старика, которому уже трудно поднимать ноги, при каждом его шаге шлёпают по полу (не случайно одна из разновидностей мягких тапочек так и называется — шлёпанцы). С другой стороны, сверчки иногда стрекочут, а иногда и нет, пожарная машина может ехать и с выключенной сиреной, и даже девочки, которые не визжат, пусть изредка, но, вероятно, всё же попались навстречу уважаемому читателю.

Одним словом, **в предложениях 1–8 звук порождается самим фактом движения, а в предложениях 9–16 — нет.**

Теперь можно выполнить **задание 2**. Глаголы *проскрипеть* и *цокать* в требуемом значении употребить можно; чтобы придумать соответствующие примеры, не нужен даже особый полёт фантазии — достаточно слегка переделать приведённые в условии предложения 1 и 6. Например, так: *По мостовой проскрипела телега. В сторону площади цокали чьи-то каблучки.*

А вот глаголы *пролягать* и *кашлять* употребить подобным образом нельзя — нет движений, которые порождали бы такие звуки.

Автор задачи Б. Л. Иомдин, текста решения — И. Б. Иткин.

## Критерии проверки и награждения

Решения задач оценивались в баллах следующим образом.

**1.** За правильный перевод каждого слова из задания 1 решатель получал по 2 балла, а за правильный перевод задания 2 — 3 балла. За объяснение ставилось до 6 баллов в зависимости от полноты (максимальный балл ставился лишь тем решателям, которые писали о противопоставлении движения и местонахождения и о нулевом корне глагола 'идти'). Дополнительные 2 балла ставились тем, кто приводил параллель с русским *вынуть*. Максимальное число баллов: 15, в исключительных случаях 17.

При подведении итогов задача считалась решённой, если за неё поставлено 12 или больше баллов; оценки от 9 до 11 баллов учитывались как частичный положительный результат («+ / 2»).

**2.** За каждый правильный ответ в задании решатель получал по 2 балла, за каждый неправильный ответ терял 2 балла (т. е. человек, который присоединит *о-* ко всем словам задания или ни к одному, получает за задание 0 баллов; при отрицательной сумме всё равно ставится 0). За объяснение о семантике ставилось 4 балла, за объяснение о фонетике — 3 балла. Решателям, которые комментировали слово *юка*, ставился дополнительный балл. Максимальное число баллов 15, в исключительных случаях 16.

При подведении итогов задача считалась решённой, если за неё поставлено 12 или больше баллов; оценки 10 и 11 баллов учитывались как частичный положительный результат («+ / 2»).

**3.** За правильный перевод каждого слова в задании 1 ставилось по 1 баллу. За правильные переводы всех слов, кроме *одновременно*, ставилось по 2 балла, за *одновременно* — 3 балла. За объяснение решатель получал до 7 баллов в зависимости от полноты (полное объяснение не



обязано быть устроено так же, как приведённое здесь; важно, чтобы решатель описал санскритскую систему и поставил ей в соответствие русскую). Максимальное количество баллов 26.

При подведении итогов задача считалась решённой, если за неё поставлено 20 или больше баллов; оценки 16–19 баллов учитывались как частичный положительный результат («+ / 2»).

4. За верный ответ в задании 1 с примерами ставилось 5 баллов, без примеров — 4 балла. За каждый верный ответ в задании 2 решатель получал по 1 очку и ещё одно очко за правильный пример. Максимальное количество баллов 11.

При подведении итогов задача считалась решённой, если за неё поставлено 8 или больше баллов; оценки 6 и 7 баллов учитывались как частичный положительный результат («+ / 2»).

При награждении учитывалось количество решённых задач, количество оценок «+ / 2» и класс, в котором учится участник.

**Грамота за успешное выступление** в конкурсе по лингвистике («v») давалась в любом из следующих случаев:

1. решены любые две задачи;
2. решена задача № 3;
3. класс  $\leq 8$  и решена любая одна задача;
4. класс  $\leq 6$  и имеется не менее двух оценок не хуже «+ / 2» каждая.

**Балл многоборья** («e») давался в любом из следующих случаев (если не получена грамота):

1. решена любая одна задача;
2. класс  $\leq 9$  и имеется не менее двух оценок не хуже «+ / 2» каждая;
3. класс  $\leq 6$  и имеется не менее 1 оценки не хуже «+ / 2».

*Замечание.* Критерии оценки каждой задачи в баллах разрабатывались из соображений удобства проверки этой задачи (как правило, простой логический шаг в решении задачи — перевод слова, построение примера и т. п. — оценивается в 1 балл, более сложный — в 2 балла, и т. д.). При этом максимальное количество баллов за каждую задачу (выбранное только из соображений удобства проверки) не характеризует сложность задачи. Поэтому и сумма баллов по всем задачам никак не характеризует успехи участника турнира, получившего эти баллы.

В данном случае в критериях награждения выделена как более сложная задача № 3, а остальные задачи считаются равноценными по сложности.

# Конкурс по литературе

## Задания

Все 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.

1. *Перед вами отрывок из романа писателя Юрия Давыдова о датской принцессе Дагмар, позже — императрице Марии Фёдоровне, жене Александра III и матери Николая II «Такой вам предел положен». В отрывке рассказывается, как взбунтовались оголодавшие воспитанники Сиротского института, над которым шефствовала Мария Фёдоровна.*

С недавних пор в зубах навязло: мол, русский бунт. . .

Бессмысленный? Поди-ка, осмысли, коль в брюхе-то Угрюм-Бурчеев. Беспощадный? Бывает ли «щадящий», сомневаюсь. Нет, формулой, пусть энергично-складной, ты, как аршином общим, не измеришь русский бунт. Да ведь и то сказать, Бакунин, да-да, Мишель, он из тверских, Бакунин полагал, что бунт не что иное, как потребность. И совершенно, знаете ль, естественная. . .

Мы сообщали, цесаревна заботилась о пищеблоке. Но и царям не совладать, коли царит стихия. Вы понимаете, какая. Да-с, крадут. Пищеблок скудел. Вы помните: «Мясо было с душком» — и вот вам броненосец «Князь Потёмкин-Таврический». Хоть и с душком, но было, было. А тут, в Сиротском, оно иссякло. Бунт назрел. Вы спросите: ужели упреждающих сигналов не послышалось? Увы, увы. И оттого как раз, что не внедрил в практику теоретический совет поэта и прозаика. А именно: по части быстрых разумом осведомителей из наилучших учеников. К тому прибавьте: воспитатели, харчась отдельно, оказались страшно далеки от воспитуемых.

*Напишите примечания и комментарии. Определите, какие цитаты из произведений русской литературы или отсылки к ним здесь встречаются. К каким фактам нужен исторический комментарий? Какие ещё слова стоит пояснить?*

*Когда примерно написан роман? Как это можно установить?*

*Попробуйте определить особенности стиля. Какое впечатление произвёл на вас отрывок?*

**2.** *Ниже приведено в русском переводе стихотворение средневекового восточного поэта.*

Ушла любимая моя, ушла, не известила нас,  
Ушла из города в тот час, когда заря творит намаз.

Нет, либо счастье моё пренебрегло стезёй любви,  
Либо красавица не шла дорогой правды в этот раз.

Я поражён! Зачем она с моим соперником дружна!  
Стеклярус на груди осла никто ж не примет за алмаз!

Я буду вечно ждать её, как белый тополь ветерка.  
Я буду оплывать свечой, куда пламень не погас.

Но нет! Рыданиями, увы, я не склоню её к любви:  
Ведь капли камня не пробьют, слезами жалобно струясь.

Кто поглядел в лицо её, как бы лобзал глаза мои:  
В очах моих отражено созвездие любимых глаз.

И вот безмолвствует теперь Хафиза стёртое перо:  
Не выдаст тайны никому его газели скорбный глас.

(Перевод И. Сельвинского)

*Кто его автор и в каком жанре оно написано (и то, и другое нетрудно выяснить при внимательном чтении)?*

*Что вы знаете об этом авторе и о других поэтах Востока? Как отразилась поэзия Востока в произведениях русских и европейских поэтов? (Если можете, приведите примеры.)*

*Каковы особенности жанра, в котором написано это стихотворение? Сочините своё «восточное» стихотворение в этом жанре.*

**3.** *Оба стихотворения, приведённых ниже, написаны в середине XIX века. Их авторы — поэты А. Фет и Н. Некрасов. Как можно полнее ответьте, чем похожи эти стихотворения (обратите внимание и на содержание, и на форму) и в чём основные различия между ними. Назовите автора каждого стихотворения и аргументируйте свой ответ.*

Ласточки пропали,  
А вчера зарей  
Всё грачи летали  
Да как сеть мелькали  
Вон над той горой.

С вечера всё спится.  
На дворе темно.  
Лист сухой валится,  
Ночью ветер злится  
Да стучит в окно.

Лучше б снег да вьюгу  
Встретить грудью рад!  
Словно как с испугу  
Раскричавшись, к югу  
Журавли летят.

Выйдешь — поневоле  
Тяжело — хоть плачь!  
Смотришь — через поле  
Перекасти-поле  
Прыгает как мяч.

## Перед дождём

Заунывный ветер гонит  
Стаю туч на край небес,  
Ель надломленная стонет,  
Глухо шепчет тёмный лес.

На ручей, рябой и пёстрый,  
За листком летит листок,  
И струей сухой и острой  
Набегают холодок.

Полумрак на всё ложится;  
Налетев со всех сторон,  
С криком в воздухе кружится  
Стая галок и ворон.

Над проезжей таратайкой  
Спущен верх, перёд закрыт;  
И «пошёл!» — привстав с нагайкой,  
Ямщику жандарм кричит. . .

1846

1854

4. Прочтите слова трёх персонажей из трёх разных произведений русской классической литературы (все имена собственные заменены одним и тем же значком \*\*).

1) Будь я, так скажу, равный вам, будь я какой барин или купец, я бы то есть с вами, \*\*, и ни в жизнь мою не расстался. Ну, а так сами вы посудите, что я за человек при вас есть? Видючи теперь, как возьмут вас за белые ручки и поведут в опочивальню, должен я всё это переносить в моём сердце и, может, даже сам для себя чрез то на целый век презренным человеком сделаться. \*\*! Я ведь не как другие прочие, для которого всё равно, абы ему от женщины только радость получить. Я чувствую, какова есть любовь и как она чёрной змеёю сосёт моё сердце. . .

2) Как же не тужить-то? Вдруг в голову взойдут такие мысли: что я такое за человек на свете есть? Теперь родительница у меня в старости да бедности находится, её должен содержать, а чем? Жалованье маленькое, от \*\* всё обида да брань, да всё бедностью попрекает, точно я виноват... а жалованья не прибавляет.

Никто мне не поможет. Пропала моя голова! Полюбилась мне больно \*\*... Знавши я всё это, не могу своего сердца сообразить. «Любить друга можно, нельзя позабыть!..»

3) Несомненно, может, вы и правы. Но, конечно, если взглянуть с точки зрения, то вы, позволю себе так выразиться, извините за откровенность, совершенно привели меня в состояние духа. Я знаю свою фортуна, каждый день со мной случается какое-нибудь несчастье, и к этому я давно уже привык, так что с улыбкой гляжу на свою судьбу.

*Если можете, назовите произведения, авторов и героев.*

*Чем похожи речи разных персонажей, в чём существенные различия между ними? Какому из них, по-вашему, принадлежит следующая реплика и почему вы так считаете?*

Песня поётся: «без мила дружка обуяла грусть-тоска», и эта тоска, доложу вам, \*\*, собственному моему сердцу столь, могу сказать, чувствительна, что вот взял бы я его вырезал булатным ножом из моей груди и бросил бы к вашим ножкам. И легче, сто раз легче бы мне тогда было...

*Припомните как можно больше произведений, в которых приводятся слова героев о их любви. Зачем, как вы думаете, это нужно писателям? (Рассмотрите каждый случай отдельно).*

## **Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе**

1. Серьёзную осведомлённость о событиях и людях прошлого и позапрошлого веков проявили не очень многие участники конкурса. Но есть и настоящие знатоки. Приводим их исторический комментарий.

*«Цесаревна» — Мария Фёдоровна (до марта 1881 года — убийство императора Александра II и восшествие на престол её мужа), урождённая датская принцесса Дагмар. Она родилась в 1847 году в семье короля Кристиана IX и королевы Луизы. Её старшей сестрой и лучшей подругой на всю жизнь была принцесса Александра (в будущем, королева Англии). Дагмар отец называл «самой умной» из своих дочерей. Сначала она должна была стать женой старшего сына россий-*

ского императора — цесаревича Николая, но тот в 1865 году умер в Ницце, и в 1866 г. Дагмар (Мария Фёдоровна) стала женой его младшего брата Александра. Супруги нежно и преданно любили друг друга. Мария всю жизнь помогала бедным, занималась благотворительностью. Она пользовалась всенародной любовью. Считала Россию своей второй родиной, но именно Россия сделала её судьбу трагичной. (Анастасия Фундобная, 8 класс, школа № 1357, Москва).

Михаил Бакунин — основоположник русского анархизма, участник нескольких революций, в том числе революции в Германии в 40-х гг. XIX в. Был сослан в Сибирь, но бежал в Англию, где сотрудничал с Герценом, писал статьи для «Колокола».

Он из тверских — имение Бакуниных Премухино находилось в Тверской губернии. (Дмитрий Перевозчиков, 11 кл., школа 1199, Москва).

Потёмкин — имя фаворита Екатерины II, который был талантливым государственным деятелем. К его имени было добавлено «Таврический» за его активные действия по присоединению Крыма к России. (Илья Патронников, 11 класс, лицей № 1, г. Брянск).

Одно из событий первой русской революции 1905–1907 гг. — восстание на броненосце «Князь Потёмкин-Таврический». Поводом для бунта послужило то, что экипажу на обед дали мясной суп с червями. (Лилия Айрапетян, 11 класс, центр образования № 654, Москва).

Имеется в виду знаменитый эпизод восстания на броненосце «Потёмкин», описанный в легендарном фильме Сергея Эйзенштейна «Броненосец Потёмкин» (1925 г.) (Даулет Жанайдаров, 10 класс, школа «Интеллектуал», Москва).

Никто из участников конкурса не указал, что поэт и прозаик, упомянутый в отрывке, — А. С. Пушкин, а теоретический совет его содержится в Записке «О народном воспитании», написанной в 1826 г. по прямому заданию Николая I для личного его сведения: *Кадетские корпуса, рассадник офицеров русской армии, требуют физического преобразования, большого присмотра за нравами, кои находятся в самом гнусном запущении. Для сего нужна полиция, составленная из лучших воспитанников; чрез сию полицию должны будут доходить и жалобы до начальства.*

Во многих работах правильно названы цитируемые произведения русской литературы и их авторы.

*Не приведи бог видеть русский бунт — бессмысленный и беспощадный.* А. Пушкин, «Капитанская дочка»; Пропущенная глава.

*С Божией стихией царям не совладать.* А. Пушкин, «Медный всадник».

... *Аршином общим не измерить* — строка из стихотворения Ф. Тютчева.

Слова о *быстрых разумом невтонах* отсылают к оде Ломоносова «На день восшествия на престол ... Елизаветы Петровны» 1747 г.

Только один участник конкурса узнал цитату из поэмы Б. Пастернака «Девятьсот пятый год»: *Со спардека на камбуз // Нахлынуло полчище мух. // Мясо было с душком...* Другие вспомнили фразу из рассказа А. Чехова *А осетрина-то с душком...* Возможно, её вспомнил и Пастернак, создавая свою поэму.

И, разумеется, мало кто из теперешних школьников помнит фразу из статьи В. И. Ленина «Памяти Герцена» о декабристах: ... *страшно далеки были они от народа.*

В некоторых работах поясняются отдельные слова: харчась (питаюсь), пищеблок (столовая и кухня в учреждении), *Угрюм-Бурчеев* — *имеется в виду сильное чувство голода, когда в животе «урчит-бурчит»* (Ольга Федотова, 8 класс, центр образования № 654, Москва).

Но, даже опознав цитаты и отсылки, юные читатели испытали некоторое недоумение, пытаясь угадать время написания и понять авторский замысел. В общем, справедливо написано в одной из работ, что «современному читателю трудно будет понять тот глубокий смысл, который хотел вложить автор».

Многие участники, верно указав, когда происходили те или иные события, упомянутые в отрывке, делали неожиданный вывод, что именно тогда и написан роман. А между тем так можно определить лишь, не раньше какого времени это произошло. Другие приходили к ложному выводу на основании поверхностных идеологических представлений: бунт изображён без восторга — значит, написано до Октябрьской революции. Правда, есть работы, авторы которых просто знают годы жизни Юрия Давыдова и год окончания романа — 2001. А остальным для правильного решения надо было опираться на лексику, особенности стиля.

Приведём несколько любопытных рассуждений.

*Теоретически роман мог быть написан не раньше начала правления Николая II. Тогда существовали и броненосцы. Однако я сомневаюсь, что в начале прошлого века употребляли слово «пищеблок». Скорее всего, оно появилось уже при советской власти. Но на заре коммунизма в России подобный роман вряд ли вышел бы — только отчаянно безрассудный писатель решился бы написать книгу об императрице, причём, судя по слогу, книга не является обличительной. Мне кажется, что если автор не написал книгу в наше время, что,*

конечно, тоже весьма вероятно, то роман написан в 60–70 гг. XX в. (Янина Вычерова, 10 класс, лицей № 1, г. Брянск).

Это явно не период правления советской власти, т. к. здесь можно уловить насмешку над бунтовщиками — они, мол, и действий своих толком осмыслить не могли, потому что кушать хотели, т. е. двигали ими не высокие моральные стремления, а обыкновенное животное чувство голода. (Ольга Федотова).

О событиях говорится не как о недавних, а как о чем-то, ушедшем в прошлое; о чём-то, что уже можно анализировать беспристрастно. Для того чтобы написать такими словами, как в этом отрывке, «страсти» должны были улечься. В тексте, хоть он и написан в XX в., используются языковые приметы того времени, о котором говорится: «Да-с», «поди-ка осмысли, коль в брюхе-то...», «ужели» и т. д., но, как раз из-за времени, прошедшего после описываемых событий, автор не занимает явно чью-то сторону, что видно из его интонации. Писатель стоит над всем этим, он знает, как всё происходило, и рассказывает обо всём без обличения или восхваления. (Ксения Дмитриева, 11 класс, 57 школа, Москва).

О времени говорит само построение текста, основанного на аллюзиях. Текст начинает напоминать центон. Так что роман я бы датировала концом XX века или началом XXI. (Елена Лучина, 11 класс, гимназия № 1514, Москва).

И, наконец, интересные суждения об особенностях стиля, а также читательские впечатления.

Прозаический роман написан очень поэтично. Почти везде соблюдён чёткий ритм. (Максим Демин, 11 класс, лицей № 1, г. Брянск).

Отрывок произвёл на меня несколько юмористическое впечатление. (Вячеслав Яловега, 7 класс, школа № 371, г. Санкт-Петербург).

Ломоносов ратует за просвещение, развитие наук. Но Давыдов называет «быстрыми разумом» учеников, подавших упреждающие сигналы, — здесь явная авторская ирония. (Лилия Айрапетян).

Отрывок написан интересной лексикой: постоянные цитаты, грамотные синтаксические конструкции производят впечатление, что рассказчик человек высокообразованный, но просторечья оживляют рассказ и делают его более интересным. Необходимо отметить диалоговость рассказа. (Владислав Протопопов, 10 класс, Санкт-Петербург).

Он не только играет цитатами из своих великих предшественников, но и ссылается на литературных и исторических персонажей, не имеющих отношения к описываемой эпохе. К таковым относится Угрюм-Бурчеев, градоначальник из книги Салтыкова-Щедрина «Исто-



*рия одного города». Правда, здесь под Угрюм-Бурчевым беспощадным подразумевается голод, в то время как у Салтыкова-Щедрина он был пародией на Аракчеева. (Иван Курицын, 11 класс, гимназия № 1504, Москва).*

*Произведение написано во второй половине XX века, но стилистически ориентировано на XIX век. (Вера Байковская, 10 класс, школа № 1199, Москва).*

**2.** Автор — Хафиз (настоящее имя — Шамсиддин Мухаммад, XIV в.), жанр — газель. Об этом можно было догадаться, ничего не зная о поэзии Востока: При внимательном чтении выясняется, что автор стихотворения некто Хафиз, а стихотворение называется «газелью», так как иначе пришлось бы вообразить, что газель (с рогами и копытами) Хафиза выдаёт все его тайны скорбным гласом (Евгения Пюрбеева, 7 класс, 57 школа, Москва).

Дальше — слово знатокам поэзии Востока, которых оказалось немало среди участников конкурса.

*Автором этого произведения является Хафиз, знаменитый певец красот Ширази. Для восточных авторов привычно указание авторства в своих произведениях. Так, в этом стихотворении об этом говорит строка «И вот безмолвствует теперь Хафиза стертное перо...» (Вероника Юрченко, 10 класс, школа «Интеллектуал», Москва).*

*И на жанр, и на автора есть указание в последних бейтах стихотворения. Имя автора в газели обычно указывалось именно в конце, так как это была своеобразная подпись поэта.*

*Хафиз (в русской традиции — Гафиз) — это не настоящее имя поэта, а прозвище, означающее «хранящий в памяти»; прозвище поэту дали потому, что он знал наизусть весь Коран в семнадцатилетнем возрасте. Он был из бедной семьи, учился некоторое время богословию, но образования не завершил и провёл жизнь в скитаниях по Персии. Широко известна история любви Гафиза к гордой и богатой красавице Шахнабат. Рассказывают, что это была любовь, близкая к помешательству, как у Меджнуна, легендарного героя арабского предания.*

*Не менее известны и такие стихотворцы, как Руми, Джамал, Саади, Омар Хайям. Джалаладдин Руми, больше известный как Руми, был не только поэтом, но и философом и богословом. Руми имел множество учеников и последователей. Однажды к нему пришёл человек, который назвался Шамсом из Тебриза. Он стал его любимым учеником. И вот ученики Руми, в том числе сын поэта, вступили в*

заговор против Шамса и убили «пришельца из Тебриза». Руми очень горевал и написал так называемый «Диван Шамса Тебризского» — сборник стихов, где воспевает погибшего друга. (Анастасия Гарейшина, 11 класс, школа № 1206, Москва.)

Бабур — основатель империи Великих Моголов писал и прозу и стихи. Интересно, с исторической точки зрения, его произведение Бабур-Наме, в котором он рассказывает свою биографию. А у него, потомка самого великого Тимура (Тамерлана), она довольно насыщенная. Бабур отличился и как поэт. Причём его стихи тесно связаны с Бабур-Наме. Приведу пример, возможно не совсем точный пример, из его рубаи.

... Но кто читал Бабур-Наме,  
Поймёт, сколько невзгод  
И сколько горя перенёс  
царь и поэт Бабур.

Другой удивительный поэт Востока — Омар Хайям. Его стихи очень смелы. Например, у него, у мусульманина, есть стихотворение, в котором он рассказывает, что ходит в мечеть только за новой циновкой. В своих стихах он прославляет вино и женщин: «Жизнь — мгновение! / Вино от печали — бальзам!» Зато какие у него встречаешь серьёзные мысли: «Не завидуй тому, кто силён и богат, / За рассветом всегда наступает закат»... или «Увидав черепки — не топчи черепка, / Помни — это бывших людей черепа! / Чаши лепят из них, а потом разбивают. . . / Помни, смертный, — придёт и твоя череда!» (Татьяна Авдеева, 8 класс, школа 548, Москва.)

В средних веках на Востоке был распространён такой жанр, как рубаи. Рубаи — это короткое стихотворение (4 строчки), чаще всего о любви. Великий философ, математик и поэт Омар Хайям впервые предложил писать не только любовные, но и философские рубаи. Жил Омар Хайям в XI веке, на своей родине почти не был известен как поэт, скорее как математик и астроном. Зато когда в XIX веке «Рубайят» Хайяма был переведён на английский, это произведение произвело фурор во всей просвещённой Европе. (Мария Некрасова, 11 класс, гимназия № 2, г. Брянск.)

Джами (XV) родился в местечке около города Джам (его псевдоним означает «из Джамы»). Он получил великолепное образование, был учёным, поэтом и выдающимся государственным деятелем. Джами считали своим учителем, наставником лучшие поэты Востока, например его современник Алишер Навои. День рождения и

день смерти Джами до сих пор являются праздниками в его родном городе. Джами известен своими газелями и поэмами, в числе которых «Юсуф и Зулейка». (Мария Руднева, 10 класс, школа № 192, Москва.)

Газель — традиционный и самый распространённый персидский, а позднее тюркский и таджикский жанр. Это стихотворение, преимущественно лирическое, состоящее из двустиший, которые связаны между собой рифмой. Рифма обязательна в каждом втором стихе и проходит через всё произведение. Иногда вслед за рифмой идет редиф — слово, выполняющее роль припева. (Елена Ерзунова, 11 класс, гимназия № 2, г. Саров.) Газель обычно рифмуется по схеме: аа, ба, ва... (Павел Говоров, 10 класс, лицей № 1, г. Брянск.) После рифмы может быть рефрен (его называют «всадник»). Хайям: «Словно птицы небесного рая — любовь, // Словно солнце горит, не сгорая, — любовь...» (Анастасия Гарейшина.)

Поэзия Востока всегда сильно влияла на европейскую. Многие поэты писали подражания, например, Пушкин — «Подражание Корану», заимствовали сюжеты восточных лиро-эпических произведений, учились тому, как можно воспеть красоту (у поэтов арабского Востока) и лаконичному, ёмкому, но необычному описанию привычных вещей (у поэтов Японии). (Мария Руднева.) Может быть, именно газели повлияли на необычное построение стихотворения Лермонтова, где каждая строфа заканчивается одним и тем же стихом: «Люблю я Кавказ!» (Павел Говоров, 10 класс, лицей № 1, г. Брянск.)

В «Персидских стихах» Есенина (который в Персии, как ни странно, не был), такая же символика цветов и предметов, сходны рифмы и строфика и, конечно же, главная тема — любовь. Оформление этих стихов — пример перекочёвывания восточной поэзии в русскую. (Полина Богачёва, 11 класс, СУНЦ МГУ, Москва.) Поэзия Востока всегда производила очень большое впечатление и на русских, и на европейских поэтов. В качестве примера можно привести «Западно-восточный диван» Гёте, «На мотив Зенд-Авесты» Бальмонта, бальмонтовский же перевод Зенд-Авесты, цикл газелей Михаила Кузмина (в том числе известнейшее стихотворение с рефреном «Пой, соловей!»), стихотворения и переводы из Руми польского поэта Тадеуша Мициньского. (Анастасия Гарейшина.)

Как пример я хочу привести замечательную поэму М. Лермонтова «Мцыри». Хотя рассказывается в ней про Кавказ, мы будто бы слышим прекрасные голоса восточных девушек, поющих на непонятном языке, и звон острых сабель, смешанный с топотом горячих восточных скакунов, и строгие глаза столетних стариков, неспешно

рассказывающих о временах, когда красивые и страстные люди жили в смятении с природой. (Ольга Федотова.)

Многие писатели воспитывались на сказках восточных народов. Да и кто из нас не читал увлекательные сказки из сборника «Тысяча и одна ночь»? Мы можем видеть восточные мотивы в сказках Пушкина. (Елена Ерзунова.)

Восток очень сильно повлиял на русскую литературу. Взять хотя бы пушкинское произведение «Руслан и Людмила», где перед нами предстаёт Черномор с его райскими садами и прекрасным дворцом. «Бахчисарайский фонтан» вообще повествует о жизни в гареме. В сказках Пушкина тоже много восточного: Шемаханская царица, царь Салтан... Ещё я хотела бы упомянуть сказку, написанную Лермонтовым, — «Ашик-Кериб». (Ольга Луговская, 11 класс, центр образования № 1434, Москва.)

Пушкин подражал Саади (стилизация со строчками «Мы точь-в-точь двойной орешек // Под единой скорлупой»). Известны его слова «Иных уж нет, а те далече, / Как Сади некогда сказал». Вознесенский ссылается на Гафиза в стихотворении, ставшем песней в рок-опере «Юнона и Авось»: «Даже если на землю вернёмся // Мы вторично, согласно Гафизу, // Мы, конечно, с тобой разминёмся, // Я тебя никогда не увижу». (Елена Лучина.)

И, наконец, газели, сочинённые участниками конкурса.

1. Смотрю на мир через окно.

Нет света там, поверь!

Стою я на краю земли,

Смотрю на мир сквозь дверь.

Я села носом корабля

На собственную мель.

И нету в жизни ничего,

Лишь белая метель.

Зачем так смотришь на меня?

Сам подойди, проверь!

И ты задумался теперь

Над жизнью своей!

(Полина Камнева, 7 класс, школа № 199, Москва.)

2. Растёт на поле сто цветов,  
Они горят неммым огнём.  
Не знаю я, когда придёшь,  
Не знаю, встретимся ль потом.  
Наверно, где-то вдалеке  
Откроется тебе мой дом.  
Ну, а пока прощай навек,  
Живи, не будь слепым кротом.  
Смотри на мир, веселым будь,  
Виляй от счастья хвостом.

(Александра Комиссарова, 7 класс, школа № 199, Москва.)

3. Я верю, ты придешь, тебя увижу я,  
В ночной холодной мгле, как раз после дождя.  
Обнимешь ты меня — я слабо улыбнусь,  
Побудем вместе мы — покинешь ты меня.  
Жестокая судьба, я мал еще пока,  
Но, думаю, тебя прощу я, как всегда.  
А ты придешь в ночи к чужому — не ко мне,  
И плакать буду я — о маме и себе.

(Даулет Жанайдаров, 10 класс,  
школа «Интеллектуал», Москва.)

4. Скрываясь меж скалистых гор, я долго плакал в тишине,  
И у пустыни вопрошал, за что такое горе мне.  
Суха пустыня, холодна, нет дуновенья ветерка,  
Ну, а моя душа горит, средь холода горит в огне.  
Когда узнал, что ты ушла, хотел я море отыскать,  
Чтобы уйти навек от боли в сверкающей морской волне.  
Мне вспомнился последний день и пряный аромат цветов,  
Как ты рукой взмахнула — и с улыбкой спряталась в окне.  
О, я хочу найти волну, чтоб смертью успокоить боль,  
Но я в пустыне и могу лишь плакать о своей судьбе.

(Яна Матвеева, 10 класс,  
центр образования № 654, Москва.)

5. Как пальмовые листья в тень и тишь слетают на песок,  
И остаётся ствол стоять нежив, недвижим, одиноч,  
Так исчезают из очей твоих, бездонных как моря,  
Воспоминанья обо мне — и ты становишься далёк.  
И кто же может осудить, коль мудрецу милее жизнь, —  
Путь под ногами, долгий путь и странствий лёгкий ветерок.  
А дева что? К чему она? Мир может отразить в глазах,  
Но одиночества вдвоём не превозмочь ей. Разве мог  
Ты оставаться и смотреть, пить воду с моего лица,  
Когда вокруг безбрежен свет. И пряно пахнувший росток  
Не хуже джинна заковал твоё сознание. И вот,  
Вчера осталась я одна средь жемчугов и паволок.  
Я не виню тебя, о нет. Поняв тебя, не жду назад,  
И вижу смерть свою: тоска меня засушит, как цветок.

(Виктория Данилова, 11 класс, школа №57, Москва.)

6. Кувшин —местилище всего: порока, чистоты,  
Но образ древней красоты нечасто встретишь ты.  
Никто не будет полагать, что на земле лежат  
Нетленными, как небеса, увядшие листья.  
Едва ли кто-то скажет мне, что атом неделим  
И что молекулы солей строением просты.  
Чекан ещё узор творил, и с чернью зернь блестит,  
На горлышке и на боках цветут давно цветы.  
Служил когда-то для вина, а ныне он с водой,  
Стоит солидно на ковре — меж эрами мосты.  
Но высохло цветенье роз — в кувшине пользы нет.  
Практичность и полезность все ж почётны и чисты.

(Анастасия Гарейшина, 11 класс, школа № 1206, Москва.)

**3.** «Ласточки пропали...» — стихотворение А. Фета, «Перед дождём» — Н. Некрасова.

Многие участники конкурса красиво и точно сформулировали, чем похожи рассматриваемые стихотворения.

Темы обеих стихотворений схожи. Неприглядная осенняя погода, дождливая, навевающая тоску, создаёт общее настроение и определяет их одинаковый мрачноватый колорит. Ключевые слова — ветер (у Некрасова заунывный, у Фета — злой); сухой лист, грачи, галки и вороны, журавли создают наглядную картину, графическое оформление стихотворений. Звуковой фон — стоны и шёпот, стук ветра, шорох листа и крики птиц. И даже конечная безысходность и опустошённость — в одном и другом стихотворениях. Одинаково количество строк, схожи эпитеты и олицетворения, природа не только оживает, но принимает реальные злоеющие черты. (Полина Богачева.) Стихотворения одинаково движутся: в обоих сначала взгляд обращается в небо («А вчера с зарёй // Всё грачи летали / Да как сеть мелькали // Вон над той горой» — «Заунывный ветер гонит / Стаю туч на край небес»); затем опускается ниже — вторая строфа в обоих стихотворениях описывает падающие листья и холодный ветер. Затем снова вверх («Журавли летят» — «С криком в воздухе кружится // Стая галок и ворон»). Последняя строфа — взгляд вперёд и, скорее всего, вдаль: лирический герой одного стихотворения смотрит на поле, другой — на проезжую таратайку. (Мария Шапиро, 11 класс, 57 школа, Москва). Иногда начинает казаться, что они видят одну и ту же картину: «лист сухой валится» — «за листком летит листок», «на дворе темно» — «полумрак на всё ложится», «ночью ветер злится» — «заунывный ветер гонит». Да, образы, казалось бы, одни и те же, но герои видят их по-разному. (Павел Говоров, 10 класс, лицей № 1, г. Брянск.)

Но, наверное, ещё интереснее различия. Юные авторы справедливо увидели разницу прежде всего в движении настроения. Другое отмеченное многими различие — в том, что стихи Фета кажутся более субъективными, чем некрасовские.

Главное различие состоит в том, что стихотворение Некрасова более взрослое и мрачное, чем стихотворение Фета.

Фет открыто говорит нам о своих чувствах — грусти, отчаянии, душевной тяжести — и мы соглашаемся с ним, но, созерцая его печаль, не испытываем столь же сильных чувств. Некрасов же сразу рисует унылую, холодную картину — заунывный ветер, надломленную ель, крик воронья, бессердечный голос жандарма. Сам же автор прячется, скрывается, одновременно как бы подталкивая нас к тому, что он хотел показать. (Ольга Федотова, 8 класс, центр образования № 654, Москва.)

Фет: описание природы, одноминутные, мгновенные впечатления:

«Смотришь — через поле...» Главная тема — человек наедине с природой, взаимоотношения личных человеческих переживаний и состояния мира в этот момент. Некрасов: язык жёстче, немного грубее, резче. Описывается все та же природа, но со стороны, нет отношения автора к происходящему. Появляются другие персонажи (ямщик и жандарм), чего у Фета быть не может, т. к. пропадёт личное, индивидуальное единение с природой. (Вера Байковская.)

У Некрасова стихотворение живое, даже если начало грустноватое, скучное, использованы слова «заунывный», «надломленная», «стонет», «глухо» и «тёмный», то ко второму четверостишию оно начинает меняться, еле заметно, но уже проглядываются слова «пёстрый» и «рябой». Это четверостишие заканчивается оксюморонами «сухой струей» и набором довольно «прохладных» прилагательных и существительных. Дальше стихотворение только разовьётся в «прохладную», «тёмную» сторону. «Полумрак на всё ложится», «со всех сторон» в воздухе кружатся только крикливые сороки, галки да вороны, и только в последнем четверостишии появляется слабый всплеск эмоций — это крик жандарма ямщику.

В стихотворении Фета в 1-м пятистишии идут воспоминания, автору грустно без ласточек, грачей и солнечных дней. (Екатерина Нестерова, 7 класс, гимназия № 1564, Москва).

В 3-й строфе у Фета появляется надежда: «Лучше б снег да вьюгу / Встретить грудью рад!» Но заканчивается оно антитезой к этим строкам, и от этого безысходность в нём страшнее, чем в некрасовском. (Полина Богачева.)

Чувство безысходности создаёт глагол «кружится», будто бессмысленно метаться по кругу, не находя выхода. Автор первого стихотворения использует метонимию: «лист сухой валится». Лирическому герою тяжело сознавать, что от жизнерадостной яркой зелени деревьев остался только ворох мёртвых листьев. Лирический герой второго стихотворения также видит осенние листья, но они вызывают у него ощущение не только грусти, но и красоты: «На ручей, рябой и пёстрый, // За листком летит листок...» Противоречивость душевного состояния героя подчёркнута аллитерацией: повторением Р и мягкого Л. (Лилия Айрапетян.)

Некрасов узнаётся очень легко — только у него, никак уж не у Фета, пейзаж может закончиться упоминанием жандарма с нагайкой.

Но при этом у Фета есть лирический герой, наблюдающий природу, испытывающий грусть из-за прихода осени, т. е. человек наедине



с природой — и больше ничего. Почти все действие стихотворения происходит над землёй: «ласточки пропали» (т. е. пропали в небе), «грачи летали // да как сеть мелькали // вон над той горой», «лист сухой валится» (это тоже движение сверху вниз), «ночью ветер злится», «журавли летят», «перекати-поле // прыгает как мяч». Из-за такого обилия движения возникает чувство быстрых перемен — и действительно, ведь стихотворение о приходе осени, причём сначала есть напоминание о лете («ласточки пропали» — значит, были), а затем — желание зимы: «Лучше б снег да вьюгу // встретить грудью рад», т. е. есть начальная и конечная точки этого движения. Лирическому герою «тяжело — хоть плачь!» — и эта грусть передаётся всему видимому: журавли летят «словно как с испугу», «ветер злится». Всё куда-то быстро уходит, а герой как будто остаётся на месте и провожает, смотрит вслед — «с вечера всё спится», но если даже «выйдешь» — увидишь прыгающее прочь переkати-поле (и это ведь тоже — примета осени). И хочется, чтобы уже скорее кончился этот переход: «Лучше б снег да вьюгу. . .» — т. е. стабильное состояние, зиму.

Стихотворение Некрасова с самого начала настраивает на другое — своим названием «Перед дождём». «Перед дождём» — значит, не процесс, не движение времени, но зарисовка конкретного момента. Действительно, пейзаж Некрасова более образный, заставляет рисовать вполне определённую картинку: «ель надломленная стонет», «на ручей, рябой и пёстрый, // за листком летит листок», не просто холодает или «ветер злится» — а «струёй сухой и острой набегает холодок». Нет лирического героя, оценивающего происходящее — есть беспристрастный наблюдатель, который видит к тому же не только природу и, очевидно, интересуется не столько ею, сколько сценкой, происходящей на ее фоне: «И пошёл!» — привстав с нагайкой, // ямщику жандарм кричит. . .» Сценка поставлена в сильное место — последнее четверостишие стихотворения. В принципе, пейзажи в стихотворениях Некрасова никогда не встречаются сами по себе, но всегда связаны с размышлениями о народе и каких-либо социальных проблемах. (Виктория Данилова.)

Некрасов вводит в стихотворение просторечные выражения («таратайкой», «перед»), сблизив поэзию с простым народным языком. Некрасов таким образом пытается найти и воссоздать поэзию в непоэтичную эпоху, поэтично описать «непоэтичный» «материал» («стая галок», «ямщику жандарм кричит»). (Антон Скулачёв, 11 класс, гимназия № 1514, Москва.)

В первом стихотворении гораздо больше образов и сравнений («как сеть мелькали», «словно как с испугу», «прыгает, как мяч»). Скорее всего, это связано с тем, что всё описанное в стихотворении мы видим глазами лирического героя. Перед нами субъективная картина. Поэтому и больше эмоциональная наполненность... Это лирический герой сравнивает стаю грачей с сетью, это он видит гору, благодаря ему возникают олицетворения вроде «ветер злится»; «с вечера всё спится» — тоже его ощущения, и в его окно стучит ветер. Получается, что в целом стихотворение посвящено человеку, его чувствам и ожиданиям, а природа показана через его восприятие. Это позволяет предположить, что стихотворение принадлежит Фету, в лирике которого на первом месте стоит впечатление — оно чаще всего и является предметом изображения.

В стихотворении «Перед дождём» картина в высшей степени объективна. Правда, здесь есть некоторые олицетворения (ель стонет, лес шепчет), но они, как и эпитеты (тёмный лес), воспринимаются как постоянные. (Мария Шапиро).

Участники конкурса не ограничились передачей впечатлений, в их работах есть серьёзные наблюдения и над лексикой, и над синтаксисом, и над ритмикой и строфической организацией стихотворений.

В стихотворении Фета первая и вторая строфы отличаются относительно ровной и спокойной интонацией, отсутствуют восклицательные предложения и резкие синтаксические переносы (анжабеманы). Во второй части мы сталкиваемся с резкими анжабеманами («Словно как с испугу // Раскричавшись...»; «Выйдешь — поневоле // Тяжело...»; «Перекаати-поле // Прыгает, как мяч»). Всё это — в совокупности с использованием синтаксического параллелизма («Выйдешь...», «Смотришь...», а также повтора, нарочитость которого подчеркнута и усилена рифмой («поле» — «перекаати-поле», делает концовку исключительно выразительной). В образе перекаати-поля воплощено переживание жизни как бесконечного и бесцельного блуждания по земле. Перекаати-поле, как и лист, — это мёртвые подобия птиц. Свободному, стремительному полёту, символом которого является слово «ласточки», противопоставляется пародия полета: «прыгает, как мяч». За образами снега и вьюги встаёт образ погибели, смерти: жизнь кажется неволей, принуждением, освобождение от которого чаётся в смерти, причём смерти добровольной. (Елена Ерзунова.)

Стихотворения написаны одним размером — хореем, а строфическая организация у них разная: четверостишия у Некрасова и пяти-

стишия у Фета. У Фета само звучание более музыкально: «через поле // перекаати-поле // прыгает как мяч» — аллитерация, обилие П создаёт ощущение прыгающего мяча. (Виктория Данилова.)

В основном использованы простые глагольные рифмы, однако заметно, что в первом интереснее строфика — строфа содержит 5 строк, что создаёт необычное звучание. Мы ожидаем перекрёстной рифмы, кажется, что окончание четвёртой строфы совпадет со второй, и каждый раз этого не происходит. Можно предположить, что таким образом передано напряжённое ожидание зимы, которая никак не наступает («Лучше б снег да вьюгу встретить грудью рад...») — через создание этого напряжения у читателя. (Мария Шапиро.)

Жёсткий, почти маршевый некрасовский хорей, чёткие правильные строфы — и фетовский смешанный, сложный размер, со спондеями и нарушениями ритма. (Вера Байковская.)

Художественное пространство стихотворения Некрасова, несмотря на его законченность и цельность, открыто — в сердце читателя, в огромное пространство огромной страны, в перспективу судеб жандарма и ямщика, что выражено многообразием, венчающим стихотворение.

Стихотворение Фета «заражает» читателя своим настроением — и также оставляет перспективу, несмотря на, казалось бы, чёткую и законченную обрисовку чувств лирического героя, — музыкальную перспективу в его сердце. (Антон Скулачёв.)

4. Были участники конкурса, определившие, персонажам из каких произведений принадлежат три приведенных реплики.

1. Эту фразу говорит Сергей из произведения Николая Лескова «Леди Макбет Мценского уезда» Катерине Львовне, которая изменяет с ним мужу.

2. Фраза Мити из пьесы Островского «Бедность не порок». Он жалуется на бедную жизнь, на то, что его обижает Гордей Карпыч Торцов, у которого Митя работает. Митя влюбился в дочь Гордея Карпыча Любовь. Она очень милая, умная и добрая, в отличие от отца. К счастью, к концу произведения Гордей Карпыч разрешает молодым влюблённым пожениться.

3. Фраза Епиходова из произведения Чехова «Вишнёвый сад». Епиходов — неудачник, он вечно что-нибудь ломает. Персонаж весьма комичный. Все над ним смеются, и он давно к этому привык. Все персонажи небогаты.

Сергей говорит о своей любви много, красиво. Митя же просто

говорит, что любит Любовь Гордеевну. И мы верим ему, потому что он говорит об этом честно, открыто. Он не пытается строить каких-то красивых фраз, как делал это Сергей. Сергей сравнивает с себя с другими, говорит, что он лучше их. Его слова настораживают.

Реплика «Песня поётся: «Без милого дружка. . .» принадлежит, бесспорно, Сергею. Опять мы видим красивую «шаблонную фразу». Опять Сергей говорит о своей боли, как и в первой реплике. (Ольга Луговская.)

Речь всех трёх персонажей представляет собой монологи-рассуждения о своей любви, точнее, о невозможности своей любви. Различие же заключается в разных причинах невозможности этой самой любви. В произведении Лескова Сергей говорит о невозможности своей любви из-за того, что любовь эта порочна, не скреплена узами брака и не может быть ими скреплена, так как Катерина Львовна имеет мужа. В «Вишнёвом саде» Епиходов просто видит, что Дуняша его не любит, что почитает его не больше, чем «насекомое какое», он сам сознаёт свою ничтожность, что за ним только одни несчастья. А в пьесе Островского «Бедность не порок» Митя говорит о своём горе, так как любовь его невозможна из-за разного социального положения его и полюбившейся ему Любви Гордеевны.

Я считаю, что эти слова принадлежат Сергею из произведения Лескова «Леди Макбет Мценского уезда», потому что Сергей — единственный из всех трёх героев, кто на самом-то деле не любил того человека, которому произносил эти слова. Для Сергея песни — мелкая разменная монета, которой он привычно пользуется в корыстных целях, для Катерины Львовны — выражение тайных, неосознанных влечений. (Елена Ерзунова.)

Но и те, кто не узнал героев и произведения, могли выполнить задания, сделав наблюдения над особенностями речи — лексикой, построением фраз — и предположив, какие ситуации и характеры стоят за произнесенными словами.

Первые два персонажа говорят схоже. У них общая тема — любовь, которая приносит героям лишь страдания и мучение. Речь персонажей очень эмоциональны: они восклицают, умалчивают, спрашивают — и через это проглядываются их переживания. Можно заметить и ещё одно важное сходство: употребление слов просторечных, что может говорить о равном, но невысоком статусе героев («жалованье», «брань», «бедность», «что я за человек при вас есть?») (Стелла Михайлова, 10 класс, школа «Интеллектуал», Москва).

Речи персонажей похожи тем, что в них присутствует комиче-

ский эффект из-за того, что слова, присущие высокому стилю, соседствуют с просторечиями. Все герои, по-видимому, не занимают высокого социального положения и, наверно, не обладают выдающимися качествами характера, но любовь их изменяет, они считают, что о ней нужно говорить какими-то особенными, нехарактерными для их привычной речи словами.

Приведённая реплика принадлежит первому персонажу, потому что в ней говорится о любви к той, к кому обращается персонаж, причём о чувстве говорится открыто; к тому же такое обилие вставных конструкций есть только в первом тексте. (Вера Кичанова, 11 класс, гимназия № 1551, Москва).

В последней речи нет простонародных слов и выражений, но видно, что говорящий только претендует на красноречие, на деле громоздя друг на друга неуместные и часто противоречащие друг другу слова и речевые обороты. (Татьяна Пирусская, 10 класс, школа «УНА», Москва).

В первом отрывке сразу видно, что герой обращается непосредственно к своей возлюбленной, и в неизвестном отрывке герой убеждает, уверяет кого-то в силе своей любви. Герой 3, по моему мнению, не мог произнести этот отрывок признания, так как в его собственных словах сильнее слышится чувство собственного достоинства. Герой же 1, как и герой отрывка, прямо-таки стелется по земле для того, чтобы угодить, убедить возлюбленную в искренности своих чувств. (Ольга Федотова.)

Реплика принадлежит № 1: стилистическое единство, фольклорные формулы («чёрною змеёю сосет мое сердце», «вырезал булатным ножом из моей груди и бросил бы к вашим ножкам»), обращение к своей возлюбленной — это не № 3, т. к. не совпадает по стилю (несравнимо меньше вводных слов) и не № 2, т. к. там нет обращения (не говоря уже о стиле). Вводные слова одни и те же: «доложу вам», «так скажусь», «могу сказать». Певучая интонация, одна тема — не о проблемах с деньгами, не о несчастьях, а о своей «чёрной змее» — «любви» — «тоске». Сочетание просторечного «видючи» со своеобразным высоким стилем (фольклорными формулами).

Речь Мити тоже полна вводными словами и просторечными формами (тужить, взойдут, попрекает), но у него нет такой фольклорной певучести, даже песня иная, стилистически ему современная: «любить друга можно, нельзя позабыть». (Виктория Данилова.)

Первая и вторая речь насыщены простонародной, устаревшей лексикой, архаичными оборотами «видючи», «знамиши», речи инверсиро-

ваны, что ещё больше роднит их с народным слогом; в первой встречаются постоянные эпитеты («белые ручки», «чёрною змеёю»), а во втором — цитата из народной песенки. Но во второй отсутствуют «слова-паразиты», которые есть в первой («так скажу»), а уж особенно в третьей. Нагромождение их в последней делает речь героя даже комической. А неизвестную реплику я бы отнесла к первому персонажу из-за постоянных эпитетов, которыми отличается только его речь («булатный нож»), он обращается к предмету любви (вариант 2 отпадает); воспевание ножек наводит на мысль о соотношении их с белыми ручками. (Полина Богачева.)

Примечание. В тексте задания № 1, выданном на турнире, было ошибочно указано отчество Александровна вместо верного Фёдоровна. Приносим участникам турнира извинения за допущенную ошибку.

# 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 одиннадцати или верно указать хотя бы **10 ошибок** в заданиях 12 или 13 (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).

1. Что Вы знаете о происхождении и смысле Вашего имени? В каком языке оно возникло, и когда? Когда и как попало в ваш родной язык? (Если вы ответили на этот вопрос, пожалуйста, укажите полное имя и название языка.)
2. Какие важные события происходили в Италии и в Китае при жизни Александра Македонского? Кого Вы знаете из участников этих событий? Кого из них Александр охотно принял бы к себе на службу?
3. Постройте цепочку из общих знакомых между Ломоносовым и Лобачевским.
4. Кто из учёных 20 века более всего похож на Эйлера? Какими открытиями заменит этот человек? В чём Вы видите сходство этих двух учёных?
5. Сто лет назад родился Иван Антонович Ефремов. Какие его научные открытия и прогнозы Вам известны? В какие века жили герои его художественных книг? Какие отдалённые районы Земли и Космоса они исследовали?
6. 50 лет назад взлетел первый искусственный спутник Земли. Назовите имена тех учёных и конструкторов, которые имели прямое отношение к его запуску. Каков был вклад каждого из них в общее дело? Почему никто из них не был отмечен Нобелевской премией?
7. 25 лет назад российские альпинисты впервые поднялись на Эверест. Почему это не случилось раньше? Кого из покорителей Эвереста Вы знаете по именам? Каковы их дальнейшие судьбы?
8. Первый российский востоковед написал книгу: «История первых четырёх ханов из дома Чингизова». Как звали автора этой книги? Как

звали этих ханов? Где и когда они правили? Кто из них бывал на Руси? Кого из них посещали известные Вам русские или западноевропейские путешественники?

**9.** Сан Антонио, Сан Габриэл, Санта Мария, Сантиссима Тринидад, Виктория, Голден Хайнд, Наутилус. Чем замечательны эти имена в истории мореплавания? Каких имён, по-вашему, не хватает в этом списке? Или какие имена — лишние?

**10.** Завтра (1 октября 2007 г.) — день рождения Льва Николаевича Гумилёва. Сколько лет ему исполнится? Какие его книги Вы читали? Какие его научные открытия Вам известны?

**11.** Сто лет назад Эйнар Герцшпрунг открыл свою знаменитую звёздную диаграмму и предложил красивую гипотезу о звёздной эволюции. В чём состояла эта гипотеза? Какому исправлению она подверглась в середине 20 века? Какие новые открытия и изобретения были при этом использованы?

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

## Наследники Большого Гнезда

Ранним октябрьским утром в стольный город Владимир пришла злая весть: братья великого князя Константина восстали на него мятежом! Видно, прослышали Юрий и Святослав о том, как прошлым летом в Английской земле чернь и бароны, сговорясь, свергли и убили доброго короля Иоанна. Папа же в Риме одобрил это злодеяние — ибо Иоанн пребывал под отлучением от церкви за убийство Фомы Бекета. . . Неужели Русскую землю ждёт такая же усобица — сейчас, когда земля едва залечила раны от нашествия нечестивых татар? Киев лежит в руинах; Чернигов едва уцелел, благодаря помощи суздальских войск. Того и гляди, опять нагрянут непобеждённые враги — и быть Владимиру сожжено и пусто! Как позволил епископ Нижегородский князьям Юрию и Святославу посягнуть на владимирский престол? От кого теперь ждать помощи помазаннику Божьему — Константину Андреевичу, старшему птенцу Большого Гнезда всея Руси?

Суздальцы рядом — но их мало. Ростов Великий сильнее — но простит ли он своего законного князя, перенёсшего трон во Владимир — по воле отца своего? Рязань давно обособилась от великого княжения Владимирского. Смоленск нынче тоже тянет к Литве. Один Великий Новгород твёрдо стоит на северной границе Руси, отражая шведов и немцев. Но там правит князь Александр — сын мятежного Святослава. Разве станет он помогать дяде против отца? Только вече новгородское



может одолеть волю своего князя; но чего потребуют мужики-вечники от чужого им владимирского князя за помощь в час нужды? Однако нужно не медля слать послов в Новгород, и в Царьград тоже! Авось, патриарх Кирилл ударит анафемой по князьям-ослушникам! Но войны всё равно не избежать...

Два месяца спустя на берегу реки Липицы — возле Ждан-горы и Нежатиной нивы — великокняжеская рать столкнулась с войсками младших братьев Константина. Это был Божий суд: орудием Божьей кары стали храбрые новгородские мужики. Не зря торговались их посадники — братья Климовичи — с послами великого князя! Константин уступил их небывалому требованию: пожаловать новгородцам такую же Хартию Вольностей, какую английские бароны вынудили у своего короля два года назад. Англии от этого хуже не стало; авось, и Руси хуже не будет!

Вдохновлённая этим политическим успехом, новгородская рать обрушилась на войско мятежников с такой яростью, что князь Святослав бежал, бросив даже свой шлем в кусты. Его сын Александр предпочёл не ссориться с новгородцами — и уехал в родной Переяслав Хмельницкий, пообещав вернуться в случае очередного набега Литвы или орденских рыцарей. Умный князь растёт в Новгородской земле... Не назначить ли Константину племянника своим наместником в дружественном Новгороде? А потом — и наследником Владимирского трона? Пусть юный воевода смолоду привыкает к диалогу с посадниками и вечевыми трибунами!

Авось, общая сила новгородцев и владимирцев сумеет отразить новое нашествие татар! Быть может, жёсткий отпор убедит степных язычников принять святое крещение? Трудно думать об этом; но пока человек жив, он надеется.

**13.** Найдите исторические ошибки в тексте.

## Академик Эйлер

30 апреля 1767 года четырежды академик Леопольд Эйлер принимал поздравления к своему юбилею. 60 лет назад он родился в маленьком альпийском кантоне Цюрих. 40 лет назад он впервые прибыл в Москву со своим старшим другом — Якобом Бернулли. 20 лет назад он покинул Россию — ради затянувшегося визита в Европу. Всего год назад Эйлер окончательно вернулся с берегов Сены на берега Невы...

Старый друг Михайло Ломоносов сочинил по такому поводу очередную оду. Далась же ему поэзия — в отличие от юбиляра, кото-

рый не может срифмовать две строки! Это обстоятельство помешало Эйлеру задержаться в Берлине — на посту президента местной Академии Наук, основанной ещё Лейбницем — научным «дедом» Эйлера. Прусский король Фридрих 1 считает, что его президент обязан публично хвалить стихотворчество монарха; но славному математику это занятие — поперёк горла. Вот и лишился чванный пруссак лучшего математика Европы!

Друг Эйлера — маркиз Мопертюи тоже покинул Берлин, вернулся в родной Париж. Зато молодой парижанин Лагранж согласился стать придворным математиком в Берлине. Дай Бог удачи этому юноше! Он уже превзошёл достижения Эйлера в аналитической механике, основанные на Принципе Наименьшего Действия. Он же первый доказал иррациональность эйлеровой константы « $e$ ». Быть может, Лагранжу подчинится и древнее число  $\pi$ ? Сам Эйлер сумел найти его удачное приближение:  $355/113$ .

Если бы удалось узнать хоть сотню десятичных знаков  $\pi$  — это помогло бы понять распределение простых чисел в натуральном ряду. Например, узнать: много ли существует простых «близнецов»? Какие из них представимы суммой двух квадратов? Для каких простых чисел верна последняя теорема Ферма?

Но в данный момент Эйлер увлечён другой тайной. Хитроумный Ломоносов усомнился в точности Принципа Наименьшего Действия. Ведь он проверен только в механике, где тела и системы не претерпевают необратимых изменений! А если они изменяются, развиваясь — как распускается цветок? Или как учёный делает очередное открытие? В такие моменты изменяется симметрия системы! Это заметил ещё Ньютон — но он не сумел облечь свою догадку в математическую форму. Кому удастся перешагнуть сей барьер — и когда?

Это неведомо даже Эйлеру. Хотя неугомонный парижский журналист Дидро просит у него всё новых статей в свою Энциклопедию. Всё ему объясни: отчего Луна покачивается? Почему пружину в часах нужно делать в форме архимедовой спирали? Отчего вокруг Южного полюса лежит материк, а на севере ничего такого нет? И наконец: почему в Природе нет места для Бога?

А вот с этой гипотезой Эйлер не согласен! Ведь Бог — источник всех природных чудес. Если бы их не было — учёным людям стало бы нечего делать! Но работы им хватает — чем дальше, тем больше... Быть может, Бог — особый Человек, чья жизнь соответствует траектории Максимального (а не Минимального) Действия? Учёные мужи и герои лишь изредка (в минуты вдохновения) живут в таком режиме —

и не могут забыть об этом счастье всю жизнь. Вот роскошная догадка! Не Бог ли внушил её Эйлеру в день его рождения? Жаль, что академик пока не может придать этой гипотезе строгую форму! Интересно: кому и когда это удастся? Быть может, этот юноша уже родился где-то на Земле?

Эйлер был почти прав: в эти дни в Бремене появился на свет его научный наследник — Карл Гаусс.

## **Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории**

**2.** *Какие важные события происходили в Италии и в Китае при жизни Александра Македонского? Кого Вы знаете из участников этих событий? Кого из них Александр охотно принял бы к себе на службу?*

Италия в эпоху Александра была охвачена войнами между Римом и Самнием. Для покорения самнитов римлянам пришлось выиграть у них три войны и даровать побеждённым латинское гражданство. Александр сделал первые шаги к такому же уравнению в правах персов с греками и македонцами.

В Китае 356–323 годы отмечены укреплением западного княжества Цинь, где министр Шан Ян устроил жёсткую бюрократию и слежку за всем населением. Этот опыт царь Александр охотно заимствовал бы для устройства своей многонациональной империи.

**3.** *Постройте цепочку из общих знакомых между Ломоносовым и Лобачевским.*

Например, через царей: Ломоносов — Екатерина 2 — Александр 1 — Николай 1 — Лобачевский.

Построить цепочку из учёных труднее, но тоже можно. Например: Ломоносов — Эйлер — Лагранж — Коши — Гаусс — Бартельс — Лобачевский.

**4.** *Кто из учёных 20 века более всего похож на Эйлера? Какими открытиями знаменит этот человек? В чём Вы видите сходство этих двух учёных?*

Здесь самая подходящая кандидатура — А. Н. Колмогоров. Но можно назвать и его знаменитых учеников — И. М. Гельфанда и В. И. Арнольда.

Из иностранцев подходят французы Жан Пьер Серр и Александр Гротендик, американцы Джон Милнор и Стефан Смейл, британец

Майкл Атья, Все они развивали и перестраивали те ветви математики, которые основал Эйлер.

**5.** *Сто лет назад родился Иван Антонович Ефремов. Какие его научные открытия и прогнозы Вам известны? В какие века жили герои его художественных книг? Какие отдалённые районы Земли и Космоса они исследовали?*

Важнейшие открытия Ефремова относятся к палеонтологии Мезозойской эры. Он открыл и исследовал фауну динозавров в Казахстане и в Монголии, описав монгольскую экспедицию (1946–1949) в книге «Дорога Ветров».

До войны Ефремов много путешествовал по Восточной Сибири. Это позволило ему дать геологический прогноз месторождения алмазов в Якутии в 1944 году — за 12 лет до открытия там первых алмазных трубок.

Герои «Туманности Андромеды» (экипажи «Паруса» и «Тантры») сначала ищут следы жизни на планетах вокруг звезды Веги (созвездие Лиры), а потом — на планетах вокруг звезды Ахернар в созвездии Эридана.

Герои повести «На краю Ойкумены» жили в 27 веке до н. э. (египтянин Баурджед) и около 10 века до н. э. (грек Пандион). Спутники Баурджеда спустились вдоль восточного берега Африки до уровня Мозамбика, а спутники Пандиона пересекли Африку вдоль экватора от нынешнего Судана до устья Конго или до Камеруна.

**6.** *50 лет назад взлетел первый искусственный спутник Земли. Назовите имена тех учёных и конструкторов, которые имели прямое отношение к его запуску. Каков был вклад каждого из них в общее дело? Почему никто из них не был отмечен Нобелевской премией?*

Сергей Павлович Королёв — лидер всей российской космической программы с 1945 по 1965 год. Валентин Петрович Глушко — главный конструктор ракетных двигателей для всех российских космических кораблей. Мстислав Всеволодович Келдыш — математик и аэродинамик, координатор всей вычислительной работы для космических исследований. Борис Викторович Раушенбах — создатель систем пространственной ориентации для космических кораблей. Можно назвать также Вернера фон Брауна — руководителя космической программы США. Его соперничество заставило Королёва и его сподвижников работать ускоренно и напряжённо — так что первый российский спутник взлетел уже 04.10.1957, опередив первый американский спутник на 3 месяца.

Нобелевский комитет обратился в Академию наук СССР в конце 1957 года с запросом: кого можно наградить за первый спутник Земли? Но советские бюрократы не решились «рассекретить» Королёва, Глушко или Келдыша, а Н. С. Хрущёв якобы заявил: «Это — подвиг всего советского народа, а не двух или трёх человек!»

*7. 25 лет назад российские альпинисты впервые поднялись на Эверест. Почему это не случилось раньше? Кого из покорителей Эвереста Вы знаете по именам? Каковы их дальнейшие судьбы?*

Первая советская экспедиция на Эверест (с севера — из Китая) планировалась ещё в начале 1950-х годов. Но соперничество разных ведомств не позволило советским и китайским альпинистам опередить англо-непальскую экспедицию 1953 года (Джон Хант, Эдмунд Хиллари и Норгей Тенсинг). После этого советская пропаганда потеряла интерес к восхождениям в Гималаях — а заграничная самодеятельность альпинистов была в СССР под запретом. Только успехи китайцев на Эвересте и соперничество между СССР и КНР дали возможность 11 советским альпинистам (из России, Украины и Казахстана) покорить Эверест весной 1982 года.

Виднейшие участники этого восхождения: Владимир Балыбердин и Эдуард Мысловский, Сергей Бершов и Михаил Туркевич. Старейший из них — Мысловский сильно обморозился при восхождении и оставил активный альпинизм. Балыбердин и Туркевич, совершив ещё ряд блестящих восхождений, погибли от несчастных случаев: Балыбердин в автомобильной катастрофе, Туркевич под лавиной в Гималаях. Бершов продолжает активные восхождения.

Заслуживают нашей памяти руководитель экспедиции 1982 года — Е. И. Тамм (сын нобелевского лауреата по физике) и врач экспедиции С. П. Орловский.

Стоит вспомнить также британцев Мэлори и Ирвина: в 1924 году они, видимо, достигли вершины Эвереста, но пропали без вести при спуске.

*8. Первый российский востоковед написал книгу: «История первых четырёх ханов из дома Чингизова». Как звали автора этой книги? Как звали этих ханов? Где и когда они правили? Кто из них бывал на Руси? Кого из них посещали известные Вам русские или западноевропейские путешественники?*

Этот автор — Никита Яковлевич Бичурин (монах Иакинф; 1777–1853, Санкт-Петербург) был старшим современником Пушкина. Четыре прямых наследника Чингиз-хана во главе его империи — это Угэдэй

(сын Чингиза), Гуюк (сын Угэдэя), Мэнгу (внук Чингиза, сын Толуя) и Хубилай (брат Мэнгу). Первые трое правили державой из Каракорума в Монголии (1227–1259). Хубилай перенёс столицу в Ханбалык (современный Пекин), где правил до 1294 года, обособившись как император Китая.

Ханов в Каракоруме посещали католики Плато Карпини (посол папы Иннокентия 4) и Рубрук (посол короля Людовика 9), а также русские князья: Ярослав Всеволодич и его сын Александр Невский. Хубилай в Пекине посетил и долго служил ему венецианец Марко Поло.

**9.** *Сан Антонио, Сан Габриэл, Санта Мария, Сантиссима Тринидад, Виктория, Голден Хайнд, Наутилус. Чем замечательны эти имена в истории мореплавания? Каких имён, по-вашему, не хватает в этом списке? Или какие имена — лишние?*

«Сан Габриэл» — флагманский корабль Васко да Гамы, достигший Индии в 1498 году. «Санта Мария» — флагманское судно Христофора Колумба (1492 год). «Виктория» под командой Себастьяна Эль-Кано впервые обогнула земной шар в 1522 году (после гибели Магеллана на Филиппинских островах). «Голден Хайнд» (Золотая Лань) — судно Френсиса Дрейка, завершившего второе кругосветное плавание в 1578 году. «Наутилус» — вдохновлённое книгой Жюль Верна название американской атомной подводной лодки, которая впервые проплыла подо льдом до Северного Полюса в 1958 году.

В этом списке не хватает «Тринидада» — флагманского корабля Магеллана в плавании через Тихий океан. Необоснованно включён «Сан Антонио» — корабль из экспедиции Магеллана, вернувшийся назад с середины пути. Столь же незаслуженно включён «Сантиссима Тринидад» — флагманский корабль «Непобедимой Армады», безуспешно пытавшейся покорить Англию в 1588 году.

В этот список можно бы добавить имена судов Норденшельда и Амундсена («Вега» и «Йоа»), впервые обогнувших с севера Евразию (1879 год) и Америку (1906 год). Можно также назвать российский атомный ледокол «Арктика», впервые дошедший до Северного Полюса через льды (1977 год).

**10.** *Завтра (1 октября 2007 г.) — день рождения Льва Николаевича Гумилёва. Сколько лет ему исполнится? Какие его книги Вы читали? Какие его научные открытия Вам известны?*

Родился в Царском Селе 1 октября 1912 года (по новому стилю). Умер 15 июня 1992 года в Санкт-Петербурге.

Ввёл в этнографию новое понятие «пассионарность» (соответствующее действию в физике) и с его помощью создал новую модель образования и развития народов.

Главные печатные труды:

История народа Хунну (1960)

Открытие Хазарии (1966)

Древние тюрки (1967)

Поиски вымышленного царства (1970)

Хунну в Китае (1974)

Этногенез и биосфера Земли (1979)

Древняя Русь и Великая степь (1989)

Тысячелетие вокруг Каспия (1990)

От Руси к России (1992)

Конец и вновь начало (1992)

**11.** *Сто лет назад Эйнар Герцшпрунг открыл свою знаменитую звёздную диаграмму и предложил красивую гипотезу о звёздной эволюции. В чём состояла эта гипотеза? Какому исправлению она подверглась в середине 20 века? Какие новые открытия и изобретения были при этом использованы?*

В 1907 году Герцшпрунг изобразил множество самых известных звезд на двумерной диаграмме с координатами «цвет — светимость» — и обнаружил, что большинство звёзд расположено вблизи главной диагонали диаграммы. То есть, самые яркие звёзды — голубые, а самые тусклые — красные; жёлтое Солнце лежит почти в середине диаграммы.

Из этой картины Герцшпрунг сделал вывод: звёзды постепенно «сгорают», теряя массу и превращаясь из голубых гигантов в красных карликов. Этот вывод оказался ошибкой. Напротив, эволюция звёзд движет их **поперёк** главной диагонали на диаграмме Герцшпрунга–Рассела. Но на этой диагонали звёзды **задерживаются**, проводят на ней более 95 процентов своей жизни (пока идёт равновесное «перегорание» водорода в гелий). Другие (короткие) фазы звёздной эволюции представлены на диаграмме Герцшпрунга «красными гигантами» и «белыми карликами»: таких звёзд мы видим немного.

Все эти важные уточнения были сделаны физиками-ядерщиками США и СССР в процессе численного расчёта и моделирования термоядерных реакций на компьютерах в 1950-е годы. Эта работа производилась в процессе изобретения «водородных» бомб. Лидерами этих исследований были И. Е. Тамм, А. Д. Сахаров и Я. Б. Зельдович в СССР, Э. Теллер и С. Улам в США.

## 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.

### Наследники Большого Гнезда

Ранним октябрьским утром в стольный город Владимир пришла злая весть: братья великого князя Константина восстали на него мятежом!<sup>11</sup> Видно, прослышали Юрий и Святослав<sup>18</sup> о том, как прошлым летом в Английской земле чернь и бароны, сговорясь, свергли и убили доброго<sup>6</sup> короля Иоанна<sup>1</sup>. Папа же в Риме одобрил<sup>7</sup> это злодеяние — ибо Иоанн пребывал под отлучением от церкви<sup>8</sup> за убийство Фомы Бекета<sup>9</sup>. . . Неужели Русскую землю ждёт такая же уособица — сейчас, когда земля едва залечила раны от нашествия нечестивых татар<sup>2</sup>? Киев лежит в руинах<sup>2</sup>; Чернигов едва уцелел<sup>2</sup>, благодаря помощи суздальских войск. Того и гляди, опять нагрянут непобеждённые враги — и быть Владимиру сожжenu и пусты<sup>2</sup>! Как позволил епископ Нижегородский<sup>10</sup> князьям Юрию и Святославу посягнуть на владимирский престол? От кого теперь ждать помощи помазаннику Божьему<sup>13</sup> — Константину Андреевичу<sup>3</sup>, старшему птенцу Большого Гнезда всея Руси?

Суздальцы рядом — но их мало. Ростов Великий сильнее — но простит ли он своего законного князя, перенёсшего трон во Владимир<sup>12</sup> — по воле отца своего? Рязань<sup>16</sup> давно обособилась от великого княжения Владимирского. Смоленск нынче тоже тянет к Литве<sup>17</sup>. Один Великий Новгород твёрдо стоит на северной границе Руси, отражая шведов и немцев. Но там правит князь Александр — сын мятежного Святослава. Разве станет он помогать дяде против отца? Только вече новгородское может одолеть волю своего князя; но чего потребуют мужики-вечники от чужого им владимирского князя за помощь в час нужды? Однако нужно не медля слать послов в Новгород, и в Царьград<sup>20</sup> тоже! Авось, патриарх Кирилл ударит анафемой по князьям-ослушникам! Но войны всё равно не избежать. . .

Два месяца спустя на берегу реки Липицы<sup>4</sup> — возле Ждан-горы<sup>5</sup> и Нежатиной нивы<sup>5</sup> — великокняжеская рать столкнулась с войсками младших братьев Константина. Это был Божий суд: орудием Божьей кары стали храбрые новгородские<sup>14</sup> мужики. Не зря торговались их посадники — братья Климовичи<sup>21</sup> — с послами великого князя<sup>25</sup>! Константин уступил их небывалому требованию: пожаловать новгородцам



такую же Хартию Вольностей<sup>22</sup>, какую английские бароны вынудили у своего короля два года назад<sup>1</sup>. Англии от этого хуже не стало; авось, и Руси хуже не будет!

Вдохновлённая этим политическим успехом, новгородская рать обрушилась на войско мятежников с такой яростью, что князь Святослав бежал, бросив даже свой шлем в кусты<sup>23</sup>. Его сын Александр<sup>19</sup> предпочёл не ссориться с новгородцами — и уехал в родной Переяслав Хмельницкий<sup>24</sup>, пообещав вернуться в случае очередного набега Литвы или орденских рыцарей. Умный князь растёт в Новгородской земле. . . Не назначить ли Константину племянника своим наместником в дружественном Новгороде? А потом — и наследником Владимирского трона<sup>15</sup>? Пусть юный воевода смолоду привыкает к диалогу с посадниками и вечевыми трибунами<sup>26</sup>!

Авось, общая сила новгородцев и владимирцев сумеет отразить новое нашествие татар! Быть может, жёсткий отпор убедит степных язычников принять святое крещение? Трудно думать об этом; но пока человек жив, он надеется.

### Ошибки и комментарии.

1. Согласно тексту, действие происходит через год после смерти английского короля Иоанна (Безземельного) и через два года после Великой Хартии Вольностей — то есть в 1217 году.

2. В 1217 году на Руси ещё не слышали ничего о татарах или монголах: они впервые появились в степях Восточной Европы в 1223 году. Поэтому все утверждения о разгроме русских городов татарами — ошибки.

3. В 1217 году великим князем Северо-Восточной Руси был Константин Мудрый — старший сын Всеволода (не Андрея!) Большое Гнездо. Крестильное имя Всеволода — Дмитрий, а не Андрей.

4. Знаменитая битва на Липице произошла годом раньше — в 1216 г.

5. Липица, Ждан-гора и Нежатина Нива — это места **трёх разных** сражений 13, 12 и 11 веков, весьма удалённые друг от друга.

6. Король Иоанн Безземельный был жестокий и коварный тиран; никто не называл его «добрым».

7. Папа Иннокентий 3 **осудил** восстание англичан против короля Иоанна в 1215 году, потому что король Иоанн был тогда вассалом папы.

8. Король Иоанн был под папским отлучением в 1207–08 годах, когда он не пускал в Англию назначенного папой главу английской церкви — кардинала Стефана Ленгтона. Потом король капитулировал перед папой, стал его вассалом.

9. Архиепископ Фома Бекет был убит в 1170 году — при короле Генрихе 2, отце Иоанна Безземельного.

10. Нижний Новгород ещё не существовал в 1217 году: его основал в 1223 году князь Юрий Всеволодич, младший брат и преемник Константина.

11. В 1217 году **никто** не восставал против уже победившего брата князя Константина. Он сам восстал в 1216 году против своего брата Юрия, которому их отец (Всеволод) передал правление всей Владимирской землёй.

12. Столицей Константина в 1200–1218 годах был город Ростов Великий, а не Владимир. Именно нежелание старшего сына покинуть «свой» Ростов и переехать в отцовскую столицу (Владимир) вынудило Всеволода завещать свой трон второму сыну — Юрию (в 1212 году).

13. Князья Руси до 16 века **не** подвергались «помазанию» на царство — в отличие от королей Западной Европы. Поэтому на Западе русских князей называли «графами» или «герцогами».

14. Суздальцы и владимирцы были на стороне «их» князя Юрия в усобице 1216 года. Напротив, новгородцы помогли Константину — и победили вместе с ростовчанами в битве на Лишице.

15. Константин умер от болезни в 1218 году; наследником его верховной власти стал его бывший противник и младший брат Юрий, который позднее погиб в бою с монголами на реке Сить в 1238 году.

16. Рязанское княжество, разорённое князем Всеволодом, не участвовало в усобице 1216 года.

17. Смоленское княжество в начале 13 века было независимо, соперничало с Владимиром и Черниговом, не стремилось подчиниться языческой Литве.

18. Союзником князя Юрия в усобице 1216 года был его брат Ярослав, а не другой их брат — Святослав.

19. Александр (сын Ярослава Всеволодича, будущий Невский) родился в 1220 году; он не мог участвовать в событиях 1216 года.

20. Царьград (Константинополь) с 1204 года был во власти западных крестоносцев; там не было православного императора и патриарха до 1261 года, так что на русские события той поры разорённая Византия не влияла.

21. Посадники брата Климовичи (Андрей и Дмитрий) правили в Новгороде в начале 14 века. Оба они погибли в битве у Торжка с князем Михаилом Тверским в 1315 году.

22. На Руси в 13 веке мало знали об английских событиях. Новгородцы никогда не требовали себе «Хартии Вольностей»; они предпочи-

тали иметь городское самоуправление по образцу городов Германской империи — таких, как Любек, Бремен и другие члены Ганзы.

23. Князь Ярослав Всеволодич действительно бросил шлем и кольчугу при бегстве из боя на Липице. Их остатки нашли в 19 веке — и опознали по серебряным иконам на шлеме, изображавшим святых покровителей князя и его отца. Сейчас эти реликвии хранятся в Историческом музее в Москве.

24. Вотчиной Ярослава и Александра Невского был Переяслав Залесский — а не Переяслав Хмельницкий, что рядом с Киевом.

25. Титул великого князя Руси Ярослав и его сын Александр получили по воле монгольского хана Батыея — после разорения Руси 1238 года.

26. В Новгороде и других русских городах домонгольской поры было вече — но не было **трибунов**. Этот латинский термин не был тогда в ходу нигде, кроме Италии — но там не было веча.

### 13. Найдите исторические ошибки в тексте.

Для удобства текст приводится ещё раз. Места в тексте, в которых сделаны ошибки, отмечены номерами, соответствующими номерам в последующем списке ошибок и комментариев.

## Академик Эйлер

30 апреля 1767 года<sup>1</sup> четырежды<sup>2</sup> академик Леопольд<sup>3</sup> Эйлер принимал поздравления к своему юбилею. 60 лет назад он родился в маленьком альпийском кантоне Цюрих<sup>4</sup>. 40 лет назад он впервые прибыл в Москву<sup>5</sup> со своим старшим другом — Якобом Бернулли<sup>6</sup>. 20 лет назад<sup>7</sup> он покинул Россию — ради затянувшегося визита в Европу. Всего год назад Эйлер окончательно вернулся с берегов Сены<sup>8</sup> на берега Невы. . .

Старый друг Михайло Ломоносов сочинил по такому поводу очередную оду.<sup>9,10</sup> Далась же ему поэзия — в отличие от юбиляра, который не может срифмовать две строки! Это обстоятельство помешало Эйлеру задержаться в Берлине — на посту президента<sup>12</sup> местной Академии Наук, основанной ещё Лейбницем — научным «дедом»<sup>15</sup> Эйлера. Прусский король Фридрих I<sup>11</sup> считает, что его президент обязан публично хвалить стихотворчество монарха; но славному математику это занятие — поперёк горла. Вот и лишился чванный пруссак лучшего математика Европы!

Друг Эйлера — маркиз Мопертюи тоже покинул Берлин, вернулся в родной Париж<sup>13</sup>. Зато молодой парижанин<sup>14</sup> Лагранж согласился

стать придворным математиком в Берлине. Дай Бог удачи этому юноше! Он уже превзошёл достижения Эйлера в аналитической механике, основанные на Принципе Наименьшего Действия. Он же<sup>16</sup> первый доказал иррациональность эйлеровой константы « $e$ ». Быть может, Лагранжу подчинится и древнее число  $\pi$ <sup>17</sup>? Сам Эйлер<sup>18</sup> сумел найти его удачное приближение: 355/113.

Если бы удалось узнать хоть сотню десятичных знаков  $\pi$  — это помогло бы понять распределение простых чисел в натуральном ряду<sup>19</sup>. Например, узнать: много ли существует простых «близнецов»?<sup>20</sup> Какие из них представимы суммой двух квадратов?<sup>21</sup> Для каких простых чисел верна последняя теорема Ферма?<sup>22</sup>

Но в данный момент Эйлер увлечён другой тайной. Хитроумный Ломоносов усомнился в точности Принципа Наименьшего Действия.<sup>23</sup> Ведь он проверен только в механике, где тела и системы не претерпевают необратимых изменений! А если они изменяются, развиваясь — как распускается цветок? Или как учёный делает очередное открытие?<sup>24</sup> В такие моменты изменяется симметрия системы!<sup>25</sup> Это заметил ещё Ньютон — но он не сумел облечь свою догадку в математическую форму. Кому удастся перешагнуть сей барьер — и когда?

Это неведомо даже Эйлеру. Хотя неугомонный парижский журналист Дидро просит у него всё новых статей в свою Энциклопедию.<sup>26</sup> Всё ему объясни: отчего Луна покачивается?<sup>27</sup> Почему пружину в часах нужно делать в форме архимедовой спирали?<sup>27</sup> Отчего вокруг Южного полюса лежит материк, а на севере ничего такого нет?<sup>28</sup> И наконец: почему в Природе нет места для Бога?<sup>29</sup>

А вот с этой гипотезой Эйлер не согласен! Ведь Бог — источник всех природных чудес. Если бы их не было — учёным людям стало бы нечего делать! Но работы им хватает — чем дальше, тем больше... Быть может, Бог — особый Человек, чья жизнь соответствует траектории Максимального (а не Минимального) Действия?<sup>30</sup> Учёные мужи и героини лишь изредка (в минуты вдохновения) живут в таком режиме — и не могут забыть об этом счастье всю жизнь. Вот роскошная догадка! Не Бог ли внушил её Эйлеру в день его рождения? Жаль, что академик пока не может придать этой гипотезе строгую форму! Интересно: кому и когда это удастся? Быть может, этот юноша уже родился где-то на Земле?

Эйлер был почти прав: в эти дни в Бремене появился на свет его научный наследник — Карл Гаусс.<sup>31, 32</sup>

## Ошибки и комментарии.

1. Эйлер родился 15 апреля 1727 года (4 апреля по старому стилю), а 30 апреля 1777 года родился Гаусс.

2. В 1767 году Эйлер был только **дважды** академик: в Петербурге и Берлине. Париж и Лондон почтили его избранием позже.

3. Эйлера звали Леонард, а не Леопольд.

4. Эйлер родился и вырос в Базеле, а не в Цюрихе.

5. Эйлер прибыл в Россию в 1727 году по **морю** — прямо в Петербург. В Москве он не бывал ни разу.

6. Эйлер приехал в Россию с младшими братьями Бернулли — Даниилом и Николаем (сыновьями Иоганна Бернулли). Их дядя — знаменитый Якоб Бернулли умер ещё до рождения Эйлера.

7. Эйлер покинул Петербург в 1741 году — за 26, а не за 20 лет до 1767 года.

8. Эйлер вернулся в Петербург в 1766 году не с берегов Сены (где стоит Париж), а с берегов Шпрее (где стоит Берлин).

9. Ломоносов и Эйлер, вероятно, никогда не общались лично (в разговоре), поскольку студента Ломоносова послали на учёбу в Германию почти сразу по прибытии его в Петербург из Москвы (1737 год). К моменту возвращения Ломоносова в Россию (1741) Эйлер уже уехал в Берлин, а к моменту возвращения Эйлера из Берлина (1766) Ломоносов уже умер.

10. По этим причинам двое великих учёных знали друг друга только по письмам. Возможно, что Ломоносов помнил одну-две лекции Эйлера, которые он успел прослушать в 1737 году, когда был ещё студентом — но он тогда мало что в них понял и решил, что не станет математиком. Эйлер высоко ценил Ломоносова только как физика.

11. Эйлер работал в Берлине в правление короля Фридриха 2 (1740–1786). При его отце — Фридрихе 1 — Лейбниц основал в Берлине Прусскую Академию Наук и стал её первым президентом (1700).

12. Эйлер не был президентом Академии Наук в Берлине: им был его приятель Мопертюи, а Эйлер был «директором математического класса». После отставки Мопертюи (1753) Фридрих 2 решил не назначать Эйлера новым президентом Академии Наук — в том числе из-за нелюбви к поэзии, как написано в тексте.

13. Мопертюи ушёл из Берлинской Академии Наук со скандалом (из-за критических писем Вольтера), и уехал не в Париж, а в Базель (на родину Эйлера), где стал профессором физики.

14. Лагранж был родом не из Парижа, а из Турина (королевство

Пьемонт). Он сменил Эйлера на его посту в Берлине (1766) — по выбору самого Эйлера.

15. Эйлера **можно** считать «научным внуком» Лейбница, поскольку его главный учитель математики (Иоганн Бернулли) учился анализу функций по статьям Лейбница.

16. Доказать иррациональность числа  $e$  совсем легко: это сделал сам Эйлер в 1740-е годы в Берлине.

17. К 1767 году **иррациональность** числа  $\pi$  уже была доказана. Это сделал годом раньше немец Иоганн Ламберт, который вскоре перебрался в Берлин.

18. Приближение  $\pi \approx 355/113$  (6 совпадающих десятичных знаков после запятой) было найдено китайскими математиками ещё в 5 веке н. э. Вероятно, это сделал Цзу Чун-Чжи, изобретатель магнитного компаса.

19. Представление  $\pi$  десятичной дробью или суммой числового ряда до сих пор **не** помогает понять закономерности распределения простых чисел в натуральном ряду.

20. Проблема конечности или бесконечности множества **пар** простых чисел-«близнецов» вида  $(p, p + 2)$  пока **не** решена. Все известные свойства числа  $\pi$  **не** помогли математикам разобраться в этой проблеме (хотя ей уже исполнилось 2300 лет).

21. Эйлер знал (это совсем просто доказать), что простые числа **только** вида  $(4k + 1)$  можно представить суммой двух квадратов натуральных чисел. **Не** известно, умел ли Эйлер доказывать, что **любое** простое  $p = 4k + 1$  представимо в таком виде. Впервые доказательство этого факта опубликовала Софи Жермен — вскоре после смерти Эйлера, на фоне Французской Революции.

22. Эйлер умел доказывать Большую теорему Ферма только для степеней 3 и 4. Он призывал других математиков заняться этой проблемой — но был бы удивлён, если бы узнал, что полный успех придёт лишь через 210 лет после его смерти.

23. Ломоносов **не** занимался математической физикой, понимая, что в этой области он — не ровня Эйлеру. Оттого Ломоносов никогда не высказывался по поводу принципа наименьшего действия, угаданного Мопертюи (1744) и математически осмысленного Эйлером.

24. В 18 веке даже Эйлер **не** решался рассуждать о применимости принципа наименьшего действия к таким природным системам, где импульс и энергия не могут быть точно измерены — например, к цветам, государствам и отдельным людям. Похоже, что Мопертюи задумывался об этом. Но он сразу наделал грубых ошибок — и потерпел поражение

в полемическом споре с Вольтером (1753).

25. Исчислять **симметрии** природных систем и **изменения** этих симметрий в физических процессах алгебраисты и физики начали только в 19 веке. Эйлер об этом ещё не размышлял. Первым об этом задумался Лагранж, а первых крупных успехов достигли Абель, Галуа, Пастер, Максвелл, Фёдоров и Шёнфлис.

26. Дидро в 1767 году завершал свою «Энциклопедию» не в Париже, а в эмиграции — в Швейцарии. Эйлер не писал статей для этого издания и не был знаком с Дидро до его визита в Петербург в 1773 году. Другие французские академики к 1767 году уже перестали сотрудничать с Дидро — ввиду его воинствующего безбожия и революционного настроения.

27. «Покачивание» Луны в поле зрения вызвано тем, что её вращение вокруг оси равномерно, а полёт вокруг Солнца происходит **не** равномерно — по эллипсу. Это явление объяснил ещё Ньютон в 17 веке. Оптимальную форму пружины в часах впервые рассчитал Эйлер.

28. Южный полярный материк Антарктида был впервые замечен моряками России и Англии только в 1820 году. Что находится вокруг Северного полюса — это в 18 веке также было не известно.

29. Дидро был убеждённый атеист — но **учёным** он не был, сам ничего в науке не открыл, и потому его мнения **не** имели веса в глазах Эйлера и его коллег. В 1773 году Эйлер одолел Дидро в публичном споре насчёт существования Бога, перед лицом петербургских академиков.

30. Гипотезы о движении и развитии некоторых (неравновесных) физических систем по траекториям **максимального** действия появились в физике лишь во второй половине 20 века — когда началось изучение **переменной** структуры таких систем, названное синергетикой.

31. Карл Гаусс родился **не** в 1767, а в 1777 году — и не в приморском городе Бремене, а в немецком княжестве Брауншвейг, которое тогда принадлежало Ганноверской династии: её князья были с 1714 года также королями Англии.

32. Гаусс не занимался приложениями принципа наименьшего или экстремального действия к движению и развитию неустойчивых систем.

## Обзор результатов

Нынешний год — юбилейный, эйлеровский. Оттого история науки заняла почетное место в конкурсе Турнира — на радость физматшкольникам и в укор многим школярам, не отличающим Всемирную Историю от содержания вчерашних газет или позавчерашних учебников.

Так, текст с ошибками, посвящённый Леонарду Эйлеру, оказался вдвое трудней для школяров, чем сходный текст о наследниках Всеволода Большое Гнездо. Это видно по максимальному числу верно найденных ошибок: 10 у Эйлера, 19 в Большом Гнезде (из общего числа около 25 там и здесь). Приятно отметить, что оба максимума сразу (9, 18) достигнуты одной старшеклассницей из Петербурга — Далилой Абу Хакемах из гимназии 610. Она показала столь же высокую эрудицию на книжном фронте, перечислив самые увлекательные рассказы Ивана Ефремова и самые доступные книги Льва Гумилёва. Вот плоды удачного воспитания! Не зря учитель Далилы — историк П. В. Седов — был недавно удостоен Макариевской премии за книгу о старших потомках царя Алексея — Фёдоре и Софье. И не зря ученики П. В. Седова, оказавшись в Архангельском соборе Кремля, обычно кладут букетик цветов на надгробие царевича Алексея Алексеевича — первого русского отрока, обученного латыни, но не выдержавшего этой науки. Кто её выдерживает — тот и побеждает на турнирах!

По иному проявился местный патриотизм у многих участников турнира, живущих в подмосковном городе Дмитров. Те из них, кого зовут Дмитрий или Всеволод, гордо объявили, что оба имени восходят ко Всеволоду Большое Гнездо — основателю второго (после Киева) русского королевства с центром во Владимире. В крещении Всеволод был Дмитрием; отец его (Юрий Долгорукий) назвал в честь младшего сына новую крепость в Залесской Руси.

Почти все москвичи постарались выразить свой патриотизм в описании подвигов наших космических конструкторов. Увы, большинство ребят не помнят иных имён, кроме С. П. Королёва. Хотя наше телевидение выпустило хороший сериал о королёвской империи и её героях. Вот чего не прочесть в учебнике истории! Приятно видеть в работах лучших ломоносовцев имена Глушко и Тихонравова, Лавочкина и Челомея, Янгеля и Келдыша. Один юноша — Дима Голубенко из школы 2 — даже назвал Мстислава Келдыша самым похожим на Эйлера учёным 20 века. Этот тезис трудно оспорить. Правда, Эйлер всю жизнь оставался чистым математиком и астрономом-расчётчиком. Но лишь потому, что экспериментальной астрономии (то есть, Космонавтики) в 18 веке быть не могло! Появись тогда шанс запустить новую планету или добыть камень с Луны — Эйлер наверняка увлёкся бы такой перспективой и стал бы первым Теоретиком Космонавтики...

Но большинство школьников назвали лучшим аналогом Эйлера в 20 веке Альберта Эйнштейна. Напрасно! Ведь Эйлер был прежде всего математик. Эйнштейн же, будучи гениальным физиком, математику



знал отрывочно и никаких серьезных новинок в ней не изобрел. Математический аппарат обеих теорий Относительности создавали другие люди: немец Герман Минковский и наш Александр Фридман. Кроме того, Эйнштейн был «классик» по характеру: он всю жизнь развивал **одно** направление в физике, не оглядываясь по сторонам. Напротив, «романтик» Эйлер был всегда готов перескочить в новую для себя отрасль математики или физики, где назревают крупные открытия — и там опередить всех аборигенов.

В 20 веке носителями такого романтизма были наш нестареющий патриарх А. Н. Колмогоров и его лучший ученик В. И. Арнольд, а в физике — наш Лев Ландау и его американский двойник Ричард Фейнман. Приятно, что все эти персоны были названы лауреатами Турнира в качестве современных наследников духа Эйлера. Один юный москвич — Леонид Янушевич — осмелился назвать, наряду с В. И. Арнольдом, также Н. Н. Константинова — виднейшего математического просветителя, основателя Турнира Городов по математике и универсального Ломоносовского турнира. Спасибо прозорливому десятикласснику! Ибо не только академики стоят во главе научного прогресса.

А вот построить цепочку из общих знакомых между Ломоносовым и Лобачевским сумели очень немногие школьники — хотя многие догадались, что в начале такой цепи должна стоять Екатерина 2. Дальше можно поставить её внуков: Александра 1 и Николая 1, которому провинциальный ректор Лобачевский был представлен дважды: когда он приезжал в Петербург и когда царь посетил Казань. Позднее Николай наградил Лобачевского золотым перстнем — за оперативное руководство борьбой с холерой на территории Казанского университета в 1837 году. Так что наш министр Шойгу тоже может считаться наследником Лобачевского!

К сожалению, лучшие российские и зарубежные альпинисты мало знакомы начинающим российским историкам. Лишь некоторые петербуржцы помнят своего земляка Владимира Балыбердина — первовосходителя на Эверест в 1982 году. Да ещё Вася Белянский из 371 школы назвал несравненного тирольца Райнхольда Месснера, первым поднявшегося на все восьмитысячники — единолично или в паре. Зато некоторые москвичи знают напарника Балыбердина — Эдуарда Мысловского как профессора МВТУ, а другого профессора Евгения Тамма — как физика и организатора нашего первого похода на Эверест.

А ещё есть в 654 школе Павел Климовицкий: он вспомнил не только бесспорных первовосходителей Эвереста в 1953 году (Тенсинга и Хиллари), но и загадочных англичан 1924 года: Мэллори и Ирвина. Они

тогда, видимо, достигли вершины — но пропали без вести при спуске, так что 30 лет никто не мог повторить их подвиг. Тело одного из героев было найдено через 70 лет после трагедии... Эти подвиги достойны памяти историков — наравне с покорением Южного полюса Амундсоном и Скоттом, с первым плаванием Норденшельда вокруг Северной Евразии (1879 год).

Задача 9 (о кораблях первооткрывателей) резко выделила знатоков морского дела из множества наследников Ломоносова. Мало кто помнит имена флагманских кораблей Магеллана и Васко да Гамы! Но такие люди есть — хотя бы математик Костя Никонов из школы 57. А кое-кто помнит имена **всех** судов из эскадр Колумба и Магеллана! Но это — привилегия младших школьников, собирающих исторические факты наравне с почтовыми марками. Напротив, иной старшеклассник жалуется на отсутствие в нашем списке корабля Дрейка «Золотая Лань» — не догадываясь о возможном переводе слов «Голден Хайнд». Юноши, учите английский — и пользуйтесь им даже в истории!

Очень много простоты обнаружилось почти у всех ломоносовцев, решавших задачу 8 о монгольских ханах. Абсолютное большинство наших школяров и их учителей уверены, что Золотая Орда составляла главную часть державы Чингиза — а не её дальнюю западную окраину, как полагал сам Чингиз. Ведь сердце его державы лежало в Монголии — а её желудком служил Китай, близкий и богатый! Оттого главные преемники Чингиза правили сначала в Каркоруме, а позднее — в Пекине, который монголы называли Ханбалык и куда юный Марко Поло приехал на службу к хану Хубилаю — четвертому наследнику Чингиз-хана. Первые трое были Угэдэй (сын Чингиза), Гуюк и Мункэ — внуки. Только один участник турнира верно назвал всех четверых: это Яков Кириллов из села Сущево Костромской области.

Он участвовал в турнире Ломоносова по электронной почте, удачно сочетая справочные возможности сети Интернет с собственной смекалкой и дерзостью. Таковы добрые последствия недавней компьютеризации наших школ. Нужно очень постараться, чтобы они пересилили её дурные последствия — такие, как утеснение прежних форм экзамена новой системой «бесчеловечного» ЕГЭ. Впрочем, сходные опасения высказывались ещё 6000 лет назад — в пору распространения первых письменностей в самых продвинутых регионах тогдашней Евразии. . .

Чем блеснули в этом году самые юные участники Турнира Ломоносова? Младшей среди них стала Оля Калиниченко из 4 класса школы 1862. В её активе — безупречное объяснение происхождения её имени,

а также хорошая зрительная память. Оля верно назвала три книги Л. Н. Гумилёва, стоящие на полке в её доме. Она их, конечно, ещё не читала — но со временем это придёт. А что сделал пятиклассник Семён Фридман — младший лауреат прошлого года? Самый заметный его успех — знание 2 из 4 ханов-наследников Чингиза в Монголии. Плюс 8 очков по задаче о наследниках Всеволода Большое Гнездо на Руси. Кстати, Семён уже начал почитать книги Л. Н. Гумилёва — пока с умеренным успехом. В добрый час!

В следующем возрасте (7–8 классы) неожиданно проявились удалыцы, способные наполовину решить задачу 11 по астрофизике. Миша Заварзин (школа 654) и Дая Рухович («Интеллектуал») удачно описали диаграмму Герцшпрунга–Рассела и естественную гипотезу первооткрывателей: что голубые гиганты с течением времени скользят вниз по главной диагонали диаграммы. Так думали все физики до 1950-х годов — когда расчёты взрыва водородной бомбы убедили профессионалов, что ядерное «горение» водорода почти **не** уменьшает массу звезды. Эту тайну нынешние школяры (увы, не все!) узнают в 10 классе. Например, Геннадий Андреев из «Интеллектуала» — один из немногих, кто знает, что главная часть эволюции звезды сдвигает её **поперёк** главной диагонали на диаграмме Герцшпрунга, преобразуя обычную звезду сперва в красного гиганта, потом (после сброса оболочки) в белого карлика и наконец (если хватит массы) в чёрную дыру. Нашему Солнцу массы не хватит — так что прозябать ему в роли сначала белого, а потом — чёрного карлика.

Интересно заявили о себе школьники Брянщины, второй год участвующие в турнире Ломоносова. Девятиклассник Антон Бернякович (Брянск) и десятиклассница Женя Вентер (гор. Жуковка) вспомнили знаменитого китайского министра Шан Яна — современника Александра Македонского. Женя также проявила немалую эрудицию в российском альпинизме, вспомнив 6 из 11 наших героев Эвереста-82 и двоих тренеров команды. Наконец, Настя Сердюкова (гор. Новозыбков) достигла лучшего результата в задаче о Большом Гнезде: 19 баллов! Она также угадала трёх из 4 ханов — Чингизидов в Монголии, и вспомнила, что в этих же краях Иван Ефремов раскапывал древних динозавров в 1940-е годы. Нэмэгту, Алтан Тээль, Каракорум — все эти названия стоят вровень для настоящего историка. Хорошо, что каждая область России каждый год производит такую молодёжь!

Ещё один интересный феномен обнаружился в большой и пёстрой команде ломоносовцев, выставленной московской школой 57. В год Эйлера тамошние математики решили дать бой ровесникам-историкам

на их родной почве. Результат — боевая ничья, при общем числе награждённых более 20 человек. Если математик Алексей Бохенек объявляет Льва Понтрягина главным наследником Эйлера в 20 веке (за известную теорему о неплоских графах), то историки Антон Потапов и Коля Фёдоров прочат консула Марка Курия Дентата (героя Самнитских войн) в сподвижники Александру Македонскому. Если математик Сергей Барашков верно опознал 4 знаменитых корабля (включая атомную подлодку «Наутилус», впервые проплывшую под Северным полюсом), то гуманитарка Катя Соловьёва вспомнила авиаконструктора Лавочкина как соперника Королева в освоении Космоса. Вдобавок Катя находит десяток ошибок в тексте о Большом Гнезде — не допуская ни одной **своей** ошибки. Вот это — достойное соперничество правнуков Ломоносова! Пошире бы нам размахнуть это соревнование на просторах России... Кстати: до 300-летнего юбилея Ломоносова осталось всего 4 года.

Примечание. В тексте задания № 13, выданном участникам турнира, был ошибочно дан заголовок «Леонард Эйлер» вместо предполагавшегося «Академик Эйлер».

# Конкурс по астрономии и наукам о Земле

## Вопросы

1. На каких планетах есть облака, а на каких — ясное небо? От чего это зависит? Почему облака не падают?
2. Всем известны вулканы, из которых изливается магма. А какие ещё вулканы бывают?
3. Почему у одних планет много спутников, а у других — мало или совсем нет? Откуда у нас Луна?
4. Последние годы во всём мире развернулся бум строительства сверх-высоких башен — небоскрёбов. Чем, по Вашему мнению, это вызвано? Какие существуют ограничения на подобные сооружения?
5. Вокруг чего вращается небо?
6. Какие Вы знаете природные и искусственные лабиринты? Как они образовались? С какой целью лабиринты создавались людьми?
7. Часы собора города Солсбери (Великобритания) действуют с 1386 года и за это время совершили уже более 500 млн. колебаний. Между тем, Г. Галилей установил изохронность маятника только в 1583 году, а первые маятниковые часы были созданы Х. Гюйгенсом в 1658 году. Как же действуют эти самые старые в мире часы в городе Солсбери?

## Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле

1. *На каких планетах есть облака, а на каких — ясное небо? От чего это зависит? Почему облака не падают?*

**Ответ.** Облако — пространственно выделенная часть газовой/жидкой среды, в которой находятся частички иного фазового/химического состава.

Для существования облаков на планете необходимо наличие атмосферы. Также необходимо наличие компонента, который может образовывать частички облаков (например, воды, другого вещества, способного конденсироваться в атмосфере, твёрдого ядра планеты как источника мелких частиц — пыли).

В Солнечной системе облака наблюдаются на планетах Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. Есть основания полагать, что облака имеются и на планетах других планетных систем, аналогичных планетам-гигантам и планетам земной группы Солнечной системы.

Формирование атмосферы планеты может происходить в результате вулканических процессов, сопровождающихся выбросами на поверхность газов, растворённых в жидком ядре планеты. Для удержания атмосферы в своём гравитационном поле планета должна иметь достаточно большую массу.

Формирование облаков происходит в результате стратификации атмосферы (атмосферные слои с разной температурой на разной высоте — конденсация воды или паров других веществ), интенсивных приповерхностных атмосферных потоков (вовлечение частиц с поверхности — пылевые облака), вулканических извержений (облака вулканического пепла).

Частицы облаков (капельки, пылинки, кристаллики) падают под действием силы тяжести, как и все тела (например, дождь, снег). Но скорость установившегося падения в вязкой среде для малых частиц меньше скорости турбулентных движений среды (облако «висит»).

**Комментарий.** Во-первых, что такое облако вообще? Давайте попробуем дать определение... Пусть на Земле или другой планете возникла пространственная концентрация какого-то газа. Например, в результате вулканического выброса. Это облако или нет? По различиям в химическом составе данной области и соседней — это не облако. Потому что такое газовое образование скорее всего прозрачно и не обнаруживается без химического анализа газов.

А облаком мы можем называть пространственно-выделенную часть жидкой или газовой среды (то есть облака могут быть не только в газах, но и в жидкостях, например, в Мировом океане — об этом мы поговорим позже), в которой находятся частицы иного фазового или химического состава. То есть это среда с какими-то включениями. Самыми известными из повседневной жизни являются облака из воды на Земле.

Почему облака образуются вообще, и на Земле в частности? В отношении Земли всё достаточно просто. У нас имеется процесс конденсации водяного пара. Мы живём в атмосфере, в которой водяной пар занимает существенную долю. Если вы находитесь над поверхностью мирового океана или в прибрежном районе — у вас влажность высокая, соответственно, доля водяного пара в воздухе высока, но вы его не ощущаете. Он прозрачный и пространственно не выделен.

А вот если произойдёт резкое падение температуры влажного воздуха — произойдёт фазовый переход, вода начнёт переходить в жидкое состояние, образуются капельки. Это — типичный туман. А при интенсивной конденсации образуются крупные капли, в том числе и дождевые. Или снежинки, или даже градины — если температура воздуха отрицательна и вода успеет замёрзнуть. Соответственно, на Земле облака образуются из капелек воды или из кристалликов льда.

На других планетах состав облаков другой. Например, на Венере облака состоят из капелек серной кислоты. Это связано с тем, что химический состав атмосферы Венеры другой. Соответственно, фазовые переходы, которые образуют аэрозольные капельки, — тоже другие.

Если мы мысленно попадём на Марс (пока мысленно, а там — как дело пойдёт), то там тоже можем найти облака, но это будут облака уже пылевые. Пылевые облака, естественно, бывают и на Земле. А на Марсе просто других облаков пока не наблюдается. Известные песчаные бури Марса связаны с тем, что мощный ветер поднимает с твёрдой поверхности планеты мелкие частицы, вовлекает их в движение воздуха и, соответственно, пылевая буря застилает иногда целое полушарие Марса. Это, конечно, тоже облака, хотя частицы и не жидкие, а твёрдые — поднятые ветром с поверхности планеты. (Раз мы называем на Земле облаками облака из кристалликов льда, то логично считать облаками и другие подобные образования из твёрдых мелких частиц.)

На разных планетах химический состав атмосферы достаточно разный. У нас сейчас космические аппараты побывали на Венере, Марсе и Тритоне (спутник Нептуна). По крайней мере на четырёх планетных телах с мощными атмосферами (включая Землю) мы получили возможность провести непосредственный анализ состава атмосферы. Химический состав атмосферы на Сатурне, Юпитере мы можем определять по спектральным наблюдениям, и в общем-то знаем, как там и из чего эти атмосферы устроены.

Естественно, что на этих планетах облака везде образуются, но они образуются из разного материала. Главное условие, чтобы облака образовались на какой-либо планете — им нужно где образовываться. Для этого планета должна обладать мощной атмосферой. Если у планеты атмосферы нет, то нет и вопроса об облаках.

Частный случай. Если у вас есть маленькое субпланетное тело, например Луна. Там стационарной атмосферы нет. Потому что сила тяжести маленькая, и газ не удерживается, разлетается в мировое пространство. Но в качестве локального образования, которое с известной натяжкой можно назвать облаком, может быть такой процесс: удар

кометы в поверхность субпланетного тела, и образование локального сгустка газа. В данном случае оно будет временным облаком, которое потом рассеивается в космос.

Одним из интересных эффектов было зафиксированное 3 ноября 1958 года в Крымской обсерватории явление газового выброса на Луне. Предполагалось, что в центре кратера Альфонс спектральными методами было обнаружено, что там есть некое свечение газа. И долго дискутировался вопрос о том, что бы это могло быть: вулканический выброс (газовый выброс) из недр Луны или — одна из конкурирующих гипотез — что это просто произошёл удар мини-кометы и, соответственно, образование временного газо-пылевого облачка.

Никаких других похожих явлений на Луне с тех пор не наблюдалось, но в правдоподобности этого явления — которое было зафиксировано экспериментально — сомнений ни у кого нет. Но и никаких повторов не было. Поэтому, если что-то там и было — то это явление редкое и неповторяющееся, уникальное.

Все планеты-гиганты Солнечной системы (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) обладают мощными атмосферами. Там в основном преобладает аммиак, метан, другие соединения, которых у нас в таком количестве нет на Земле. Мы с вами привыкли жить в кислородной атмосфере. Все эти планеты-гиганты обладают такими мощными атмосферами, а все эти атмосферы, естественно, так стратифицированы по высоте, что так или иначе на каком-то уровне возникают мощные облачные слои. И все планеты-гиганты — собственно то, что мы и видим как планету — это и есть видимый нами сплошной облачный слой данного планетного тела — верхняя граница облаков.

В этих облачных слоях мы наблюдаем такие интереснейшие турбулентные движения, как, например, вихри на Юпитере. В том числе и знаменитое Красное пятно, которое является долгоживущим вихрем в атмосфере Юпитера. На Сатурне есть белое пятно — тоже долгоживущий вихрь. Аналогичные пятна есть и на Тритоне (спутник Нептуна). Можно сказать, что дифференциальное вращение атмосфер планет-гигантов (а то, что мы видим, напомним, — вращение облачных слоёв планет) всегда порождает такие долгоживущие вихри, очень похожие на циклоны нашей планеты Земля.

Как образуются облака — мы примерно выяснили. А от чего зависит их дальнейшая судьба? И вообще — от чего зависит образование атмосферы на планете?

Все планеты образуются примерно одинаковым образом. Их дальнейшая судьба зависит от стартовой массы планеты. Если планета мас-



сивная (если ей удалось образоваться массивной), то, скорее всего, она удержит у себя, в мощном поле тяготения, все те газовые массы, которыми она обладает. И это будет типичная планета-гигант, типа Юпитера или Сатурна.

Аналогичные планеты мы сейчас наблюдаем (косвенным образом) и у других звёзд. Напомним, что на сегодняшний день известно несколько сотен экзопланет (то есть планет, находящихся в других звёздных системах). И абсолютное большинство из них являются как раз планетами-гигантами, потому что они наблюдаются и обнаруживаются за счёт гравитационных эффектов. За счёт того, что у них большая масса. И эта большая масса либо на положение спектральных линий, либо на движение центральной звезды. На этих массивных планетах других звёзд скорее всего точно также есть мощные атмосферы, и точно также в этих атмосферах есть мощные облачные слои.

Если планета обладает меньшей массой, то силы тяжести может не хватить на удержание всей газовой составляющей. Дело в том, что из первоначального клубка газопылевой материи (всё тяжёлое падает вниз, всё лёгкое плавает сверху) все тяжёлые компоненты, минеральные частицы (пылевые компоненты) опускаются в центр, образуя минеральное ядро планеты. А вокруг него — атмосферная часть.

Планеты маленькой массы под действием солнечного ветра в нашей Солнечной системе (или под действием внешних воздействий других звёзд) внешние газовые слои теряют.

Остаётся примерно то, что мы с вами видим на примере Венеры, Земли и Марса. Это так называемые планеты земной группы. Наверняка аналогичные системы есть и в других звёздных системах. Это планеты, с которых мощная первичная атмосфера была «сдута». Соответственно, ушёл водород, ушли все соединения водорода типа метана и другие лёгкие составляющие.

Остаётся минеральное ядро. Но оно тоже имеет в своём составе достаточно большое количество газообразных летучих веществ. И за время существования планетного тела из недр эти газы начинают выходить. Выход газов из недр мы наблюдаем в форме вулканических явлений. В результате выхода на поверхность Земли магмы в атмосферу попадают растворённые в ней сернистые летучие соединения.

На любой другой подобной планете происходит примерно то же самое.

Например, на спутнике Юпитера Ио тоже происходит мощная вулканическая деятельность. Но там вулканы не магматические, а из сернистых соединений.

Дегазация планетных недр — это и есть тот мощный механизм, который формирует вторичную атмосферу планеты.

Помимо смены химического состава атмосферы планеты, вулканические выбросы сразу дают и локальные облачные образования. Это газопылевые облака, которые возникают при вулканических извержениях.

Другие механизмы образования газопылевых облаков — это смерч и торнадо. Мощный вихрь в атмосфере, который может затягивать в себя частицы грунта с земли (получается пылевое облако). Ну а смерчи вообще, как вы знаете, обладают достаточно низким давлением в своём центре, и поэтому как насос затягивают в себя много чего интересного. Вплоть до рыб из водоёмов. Бывали дожди из лягушек и другие забавные вещи, связанные с таким экзотическим явлением.

Видимо, уникальным для Земли механизмом образования пылевых облаков являются пожары в лесах и торфяниках. Так, облако дыма на продолжительное время целиком накрыло Москву летом 1972 года. Аналогичная ситуация (но не столь катастрофическая) наблюдалась в Москве и летом 2002 года.

Теперь следующий элемент вопроса — почему облака не падают?

Казалось бы, если облако состоит из частиц — ледяные кристаллики, водяные капли, пылевые частицы, на них должна действовать сила тяжести и они должны бы упасть на землю. Облака, тем не менее, не падают. (Если падают, то в виде дождя или снега.)

На самом деле, конечно, все компоненты облака падают. Вопрос в том, с какой скоростью. Когда капли дождевые становятся достаточно крупными — они падают достаточно быстро. И вы прекрасно знаете разницу между мелким осенним дождичком и крупным летним ливнем. По крайней мере неоднократно на себе её испытывали. А если вы себе представите, что летом могут образовываться крупные градины, то опять-таки, скорость выпадения этого материала и последствия выпадения этого материала вы тоже можете либо наблюдать, либо знать понаслышке. Максимальные градины достигают, по историческим отчётам, до 10–12 см диаметром. И при своём падении иногда пробивают даже крышу автомобиля.

Но типичные облака, которые мы можем видеть над собой в облачный день, так не падают. Спрашивается — почему? Чем меньше частица, тем меньше скорость её перемещения в воздухе под действием силы тяжести (то есть скорость движения относительно непосредственно окружающего частицу объёма воздуха). Это определяется просто силами вязкого трения. Движение любой капельки или твёрдой

частицы в газовой среде, которой является воздух, подчиняется законам вязкого трения, и для маленькой частицы силы трения становятся (относительно силы тяжести для этой частицы) гораздо более существенными. И для маленьких частиц скорость их падения становится сопоставимой просто со скоростями турбулентного движения воздуха. Поэтому они как бы «приклеены» к тому объёму воздуха, в котором находятся. Есть восходящий поток воздуха — соответственно, есть и восходящее облако.

Это типично для летних облаков, особенно грозовых. Идёт мощный восходящий поток воздуха. Он поднимается на тот уровень, где атмосферное давление ниже, температура за счёт адиабатического расширения уменьшается и становится меньше, чем температура конденсации водяных паров (для той их концентрации, которая имеется в воздушном потоке). Там и образуются капельки воды — образуется облако. И дальше это облако грибообразной формы растёт прямо на глазах и клубится в верхней своей части. Это не что иное, как вовлекаемые восходящим потоком воздуха частицы воды. Они сконденсировались, они перестали быть прозрачным водяным паром, стали частицами, рассеивают и поглощают свет, и вы их видите как белое рассеивающее облако (или серое, или даже чёрное — если облако большое и поглощает существенную часть света).

Облака в океане. Опять-таки, если исходить из данного нами определения, — это пространственно-выделенные области, в данном случае воды, которые отличаются по своему аэрозольному составу. Здесь могут быть, во-первых, мутьевые потоки, которые сопровождают выход мощных рек в океан. Когда крупная река впадает в океан, она мало того что распределяет воду, она ещё несёт с собой огромное количество мути и взвеси. Мутьевые потоки либо распространяются по поверхности, либо (в устьях крупных рек) идут вниз по морскому дну. За счёт того, что из-за большого количества мути в этой воде она имеет большую плотность, чем окружающая солёная морская вода. Эти мутьевые потоки сейчас имеют важное значение в связи с освоением шельфа — они определяют придонные течения у берегов материков. А в устьях таких гигантских рек, как Амазонка, эти потоки прослеживаются на многие сотни километров в океан.

Частный случай облаков в океане — «чёрные курильщики» — выход газовых компонент и перегретых минеральных рассолов в рифтовых разломах (трещинах земной коры) в океан. А также все известные подводные извержения вулканов. Они, естественно, также порождают мощные по сути дела облака в толще воды — взвеси минеральных частиц,

**2.** *Всем известны вулканы, из которых изливается магма. А какие ещё вулканы бывают?*

**Ответ.** Различается несколько типов извержения наземных вулканов (по характеру извергаемого материала). В принципе, их можно отнести к различным типам вулканической деятельности. Отдельно можно выделить магматические вулканы, расположенные под водой — по отличающемуся от наземного внешнему виду процесса извержения (прежде всего лучше заметна газовая составляющая выброса в виде пузырей).

Кроме того, вулканами можно условно назвать различные выбросы на поверхности суши и морского дна, связанные с локальными процессами в толще земной коры. Это может быть вода, в том числе горячая (гейзеры), солёная и минерализованная, насыщенная взвешенными частицами (грязевые вулканы), а также нефть, газ и т. п.

Называть вулканами поверхностные геологические выбросы (например, родники) скорее всего не стоит.

Явления, аналогичные вышеперечисленным, могут наблюдаться не только на Земле, но и на других планетах и планетных телах.

**Комментарий.** Вулканизм — это проявление явления дегазации недр планеты. Скорее всего это явление было одним из определяющих нынешний состав атмосферы и гидросферы Земли и возможности существования жизни на нашей планете.

Обычно вулканами называют геологические образования на поверхности земной коры, извергающие на поверхность лаву, вулканические газы и аэрозольные частицы (вулканический пепел). Различается более десятка типов извержений вулканов, в зависимости от характера извергаемого материала. В принципе, по этому признаку вулканы можно «поделить». Хотя такое деление будет достаточно условным. К тому же, у одного и того же вулкана в разное время могут наблюдаться процессы разных типов.

Отдельно можно рассматривать подводные вулканы. Здесь вулканические выбросы непосредственно взаимодействуют с водой, частично растворяясь в ней (газы и минеральные соли), а также насыщая воду взвешенными частицами («чёрные курильщики»).

Грязевые вулканы. Это интересное явление встречается том числе и в России. Очень много грязевых вулканов, например, в области Тамани, на Керченском полуострове.

Грязевые вулканы — это явление, не связанное с магматическим вулканизмом. Но тем не менее это тоже процесс выхода на поверхность

нижележащих слоёв. Внизу, в осадочных слоях породы, оказываются погребёнными мелкодисперсные вещества, типа мелких глин, насыщенных водой и растворёнными газами (например, метан). В условиях складчатости происходит сдавливание этих пород, а также образование трещин. Через эти трещины могут выходить грязевые потоки, которые сейчас хорошо наблюдаются как грязевые вулканы. Эти вулканы иногда «извергаются» с довольно большой интенсивностью, даже пугают местное население. Конечно, это явления меньшего масштаба, чем «настоящие» магматические вулканы, — всё это происходит во внешних слоях коры Земли.

Гейзеры — это «водяные вулканы», если так можно выразиться, как правило, «работают» периодически. Как они устроены и почему гейзеры работают в таком импульсном режиме? Гейзер — это, вообще говоря, явление поверхностное. Но они обычно привязаны к зонам вулканической и магматической деятельности. Обычно они устроены следующим образом. Где-то недалеко от поверхности есть слой горячего вещества — локальный очаг нагрева. И есть трещины, по которым сверху туда проникает вода. Либо есть вообще подземный водный поток, который приходит в этот очаг нагрева. Вода там разогревается, вскипает и выбрасывается на поверхность. Затем происходит заполнение очага нагрева следующей порцией холодной воды, её разогрев (на это нужно время), вскипание и «извержение». И так процесс периодически повторяется. . .

Также можно упомянуть фонтанирующие скважины типа газовых и нефтяных месторождений.

**3. Почему у одних планет много спутников, а у других — мало или совсем нет? Откуда у нас Луна?**

**Комментарий.** Наличие спутников у планеты зависит прежде всего от её массы. Массивные планеты как правило имеют много спутников, объединённых к тому же в регулярную систему, маломассивные планеты свои спутники скорее всего растеряют, а в некоторых случаях и сами могут превратиться в спутник какого-то более массивного тела.

Как образуются спутники и планеты? Это происходит параллельно в ходе общего процесса формирования протопланетной системы вокруг молодой звезды средней массы. Молодые звёзды, рождающиеся из газопылевого облака, окружены достаточно плотным «коконом», в первое время даже непрозрачным для излучения. Поскольку все родительские облака изначально обладают некоторым моментом вращения, рождающиеся в них звёзды также получают своё вращение «в наследство».

По мере концентрации вещества под действием силы тяжести в окрестностях формирующейся звезды происходят два противоположных процесса (потока вещества): во-первых, со всех сторон идёт падение вещества газопылевого облака на центральную звезду (аккреция вещества), а во-вторых, за счёт ускоряющегося вращения центрального сгустка часть выпавшего вещества под действием центробежных сил начинает обратное движение от центра к краю. Однако, если аккреция имеет симметричный характер (со всех сторон примерно одинаковый поток), то центробежное истечение вещества идёт, очевидно, только в плоскости, перпендикулярной оси вращения звезды. Так вокруг звезды и формируется протопланетный диск, пространственно совпадающий с её экваториальной плоскостью.

При этом нужно отметить и важную динамическую особенность звёзд с планетными системами: за счёт экваториального истечения вещества с поверхности будущей звезды в зону будущей планетной системы осуществляется наиболее эффективная передача и момента вращения центрального объекта. Иными словами, абсолютно большую часть момента вращения, которым обладало первичное облако, и которое в ходе первичного сжатия оно передало центральной звезде, звезда, в свою очередь, «делегирует» протопланетному диску, а затем планетам, сама при этом значительно затормозив собственное вращение.

Поскольку потоки газопылевого вещества, движущиеся в противоположных направлениях в окрестностях массивного вращающегося объекта не могут, очевидно, быть ламинарными, то весь протопланетный диск оказывается охвачен волновыми возмущениями плотности. Как показывают модельные расчёты, линейные размеры (радиусы) этих возмущений по мере удаления от центральной звезды возрастают в геометрической прогрессии. Иными словами, в центральной части протопланетного диска возникающие кольцевые уплотнения имеют меньшие размеры, по мере удаления — всё большие и большие. Эти возмущения плотности являются в дальнейшем зонами роста многочисленных зародышей планет (планетезималей), которые затем в пределах этих кольцевых зон сталкиваются друг с другом и постепенно собираются в большие планеты.

В зависимости от того, как именно динамическая картина этих кольцевых возмущений (зон роста) наложится на первоначальное распределение плотности вещества в протопланетном диске, будет зависеть затем и итоговое распределение масс образовавшихся больших планет.

Если зона роста достаточно «просторна» и в ней изначально находилось достаточно много первичного газопылевого вещества, то фор-

мирующаяся здесь будущая планета имеет все шансы «дорости» до планеты-гиганта типа наших Юпитера или Сатурна. Более того, так только среди многочисленных планетезималей данной зоны выделится один объект, в силу тех или иных причин обогнавший всех остальных по темпам роста и набравший наибольшую массу (так сказать, лидер президентской гонки), его рост ещё более ускоряется, интенсивность выпадения вещества на эту протопланету ещё более возрастает по сравнению с прочими кандидатами, и этот лидер роста всех остальных конкурентов либо поглотит, либо превратит в свои спутники. В тот период роста протопланет, пока выделенная гравитацией центральной звезды кольцевая зона ещё не будет очищена от мелкодисперсной материи в виде газа и пыли, такой гигант может по аналогичному механизму образовать вокруг себя диск меньшего масштаба (уже не протопланетный, а «протоспутниковый»), создать в нём похожие (но меньшие по масштабу) кольцевые возмущения плотности и зоны роста, и запустить процесс создания и роста зародышей своих собственных спутников. Эти спутники также образуют квазирегулярную систему вокруг своей родительской планеты.

Таким образом, процессы формирования и роста центральной звезды, протопланетного диска, планетезималей и планет, а также систем спутников вокруг протопланет-гигантов идут фактически параллельно. Последующая динамическая эволюция планетной системы может внести заметные коррективы в состав и порядок образованной планетной системы, однако принципиально картина, заложенная при её рождении, сохранится: вокруг звезды могут быть маломассивные планеты без спутников, планеты-гиганты со своими системами спутников, причём некоторые из них по размерам и массе могут быть вполне сопоставимы с планетами главной системы, а также обширная зона за пределами зоны формирования планет, где останутся недоразвитые планеты самых разных масс и собственных движений, окруженные мелкими телами типа кометных ядер, первичной пылью и разреженным газом.

Для внутренних планет из-за близости центральной звезды и «тесноты» соседних планет наиболее сильны гравитационные возмущения орбит. Процессы взаимного гравитационного воздействия довольно быстро убирают все маломассивные фрагменты из зон роста, «болтающиеся» между крупными планетными телами.

Возможные столкновения планетных тел (особенно на первичных стадиях эволюции всей планетной системы, когда их ещё много) порождают быстро разлетающиеся рои осколков, которые затем вполне могут

быть захвачены планетами уже в качестве малых спутников. В нашей Солнечной системе такими осколками являются многие астероиды, а захваченными астероидами, в свою очередь, являются спутники Марса Фобос и Деймос, а также большинство малых спутников планет-гигантов (этих малых спутников сейчас известно много десятков).

В отношении Луны — спутника Земли, который по сравнению со спутниками других планет является слишком большим и слишком близким (относительно размеров Земли), имеются две конкурирующие гипотезы об образовании: либо в процессе совместного формирования двух сопоставимых тел как двойной планеты из общего родительского облака, либо в результате катастрофического удара по молодой Земле другого массивного протопланетного тела с выбросом большого количества поверхностного вещества на ближние орбиты и последующего собирания его в единое тело Луны.

*4. Последние годы во всём мире развернулся бум строительства сверх-высоких башен — небоскрёбов. Чем, по Вашему мнению, это вызвано? Какие существуют ограничения на подобные сооружения?*

**Комментарий.** Прежде всего — это процесс концентрации людей и капитала, а также рост цен на землю.

Также нужно отметить фактор, который стал доминировать в последнее время, — это изменение форм труда. Достаточно большое количество людей стало заниматься чисто офисной работой, соответственно — для них не требуются ни поля, ни заводы, а только офисные помещения. И естественно, что офисные помещения также наиболее оптимальным образом организуются в форме небоскрёбов, то есть большее число полезной площади на меньших участках земли.

Третий важнейший фактор, который подстёгивает строительство высоких башен, — это демонстративность и способы самовыражения. Эти способы самовыражения могут принадлежать как отдельной компании, так и отдельному городу или государству, потому что строительство помпезного здания всегда воспринимается как некоторое достижение той или иной системы.

Здесь имеет смысл рассмотреть несколько основных сценариев небоскрёба как высотного сооружения.

Первый сценарий — это строительство башни. Будем определять башню как сооружение, имеющее высоту меньше чем 1 км и размер основания существенно меньше, чем высоту. Здесь прежде всего работают конструктивные ограничения прочности и усталости материалов. Чем больше небоскрёб строится — тем более жёсткие требования к



конструкции и к материалам, из которых она создаётся. Совершенно очевидно, что нельзя строить небоскрёбы, например, из кирпичей — такой небоскрёб просто рассыпется.

Следующий момент, который имеет принципиальное значение, — это геологическое основание, на котором строится небоскрёб. Если взять пример такого города, как Москва, то здесь очень неблагоприятные грунты, и в связи с массовым строительством высотных зданий в Москве эта проблема получила достаточное освещение и в прессе, и в научных исследованиях. Москва расположена на достаточно пересечённой местности, в которой обильно представлены оползни, карстовые явления, пльвуны, подземные реки и т. д., которые не позволяют на этих грунтах строить высотные здания. А те здания, которые уже построены или будут построены в этих условиях, скорее всего ожидают печальное будущее на длительных сроках существования.

Как правило, небоскрёбы (в Америке небоскрёбом считается здание свыше 70 этажей — у нас пока таких нет) строятся на скальных основаниях. Таких надёжных геологических оснований в Москве практически нет.

Следующий раздел — это ограничения сейсмические, ветровые и собственные колебания, а также внутренние вибрации конструкции. Понятно, что в сейсмоопасной зоне строить высотные здания и нельзя, и нецелесообразно во всех отношениях, потому что следующее сильное землетрясение их скорее всего просто разрушит.

При достаточной высоте зданий (сотни метров) необходимо учитывать и очень сильные ветровые нагрузки, а также собственные колебания, которые могут развиваться в любой высотной конструкции. Типичнейшим примером катастрофического развития собственных колебаний является пример обрушения подвесного Такомского моста в США 7 ноября 1940 года. Изначально там было ветровое воздействие, которое затем переросло в неконтролируемые возрастающие собственные колебания конструкции. Естественно, такие нарастающие собственные колебания возможны не только в мостах, но и в высотных зданиях.

Следующее ограничение — это полёты самолётов. К сожалению, человечество уже имеет печальные примеры столкновения самолётов с высотными зданиями.

Отдельная и очень важная проблема — это пожарная безопасность высотных сооружений, которая нередко ставит предел целесообразности такого строительства.

При возрастании количества этажей резко растёт сложность и избыточность коммуникаций и всех обслуживающих систем этого здания.

На каждом этаже всё больший процент площади уходит не на помещения основного назначения, а на вспомогательные помещения и обслуживающие системы. Таким образом, вряд ли можно думать, что будут сооружаться небоскрёбы-башни высотой более 1 км.

Из осуществлённых проектов можно привести пример Останкинской телевизионной башни — высота 525 метров. Но это, конечно, именно специальное инженерное сооружение — специальная конструкция «игольчатого» типа — не небоскрёб в полном смысле этого слова.

Ну а небоскрёбы — высотные здания башенного типа — сейчас реально строятся высотами 400 метров, в проектах до 600 метров высоты. Скорее всего они будут осуществлены — другое дело, насколько они окажутся функциональными и долговечными.

После «башни» рассмотрим вариант строительства небоскрёба под названием «гора». Гора характеризуется высотой не больше 10 км и размерами основания, сопоставимыми со своей высотой. Это действительно гора — сооружение типа пирамиды. Человечество уже делало попытки построения таких сооружений. Самым известным примером являются египетские пирамиды (напомним, высота Пирамиды Хеопса 157 метров). Это чисто геометрическая форма, полностью заполненная строительным материалом, за исключением некоторого количества внутренних камер и ходов. Строительство пирамид («небоскрёб-гора») с высотами километр, а тем более до 10 километров, ограничено тем, что здесь непомерно возрастают материальные затраты. Строительство горы высотой 10 км скорее всего будет сопоставимо с материальными возможностями человечества в целом. Второй элемент — это чрезмерный срок сооружения. Мы не знаем точно, сколько строились египетские пирамиды, но понятно, что сооружение высотой 10 км будет строиться ни одно десятилетие даже с современными строительными технологиями. Сразу же встанет вопрос о том, стоит ли вообще такой проект затевать, а сроки его окупаемости становятся вообще непонятными (если вообще оценивать всё это с экономической точки зрения).

В пирамиде («горе») совершенно бесполезен основной объём. Использовать в том качестве, как мы привыкли использовать современные здания, можно только поверхностную часть пирамиды. При возрастании масштабов сооружения поверхностная часть будет занимать всё меньшую и меньшую долю в объёме этого сооружения. Внутренняя часть недоступна ни солнечному излучению, ни другим коммуникативным средствам. И возникает вопрос о том, что же там размещать — в этом гигантском объёме — жить там невозможно. Можно было бы разместить там производство — но зачем?

Следующий аспект — геодинамический. Даже если мы в какой-то момент сможем соорудить сооружение высотой 10 км, масса этого сооружения будет такова, что она вызовет проседание уже не земной поверхности, а земной коры в целом — высота сооружения становится сопоставимой с толщиной земной коры. Напомним, что естественные «постройки», в частности вулканические конусы на нашей планете точно также достигают предельной высоты примерно 10 км, после этого начинается проседание земной коры и проседание всей этой вулканической постройки вглубь. То есть вулкан сам себя «топит» в полужидкой магме нашей планеты. Точно так же и сверхнебоскрёб по системе «гора» при достижении высот порядка 10 км будет сам себя «топить».

Также в таком сооружении неизбежны сейсмические разрушения. Как бы такая конструкция ни была устроена, в ней придётся учитывать разрушения, вызванные землетрясениями.

Также имеется ещё более масштабное ограничение — это ограничение на общую численность человечества. Нетрудно посчитать, что при сопоставлении с современной городской застройкой ёмкость такого «небоскрёба» будет сопоставима с общей численностью населения Земли. Ну а зачем всё человечество собирать в одно сооружение?

При высотах более 1 км (и уже даже в башнях, высота которых будет составлять сотни метров) начинает ощущаться эффект разреженности атмосферы на высоте. То есть давление воздуха у подножия такого сооружения и на его вершине будет существенно разным, что будет создавать дискомфорт для его обитателей.

Однако сооружение таких объектов на нашей планете происходило. Правда строили их не люди, а кораллы. Около имеющегося острова возникают коралловые рифы, которые растут как гора друг на друге. Но с одним маленьким отличием от людской деятельности. Дело в том, что коралловый риф является живым только на поверхности. А основная масса — это умершие кораллы, которые, собственно, своими останками и образуют конструкцию рифа. Высоты коралловых отложений могут составлять более километра, то есть они могут быть сопоставимы с такими небоскрёбами. Но это, конечно же, совсем не то в плане функциональности.

И, наконец, третий режим небоскрёба — это так называемый проект «космического лифта». Параметрами космического лифта являются высота более 36 тысяч километров с размером основания, пренебрежимо малым по отношению к высоте. Основным смыслом «космического лифта» состоит в том, что это нить или трос — какая-то линейная система, начинающаяся (закреплённая) у поверхности Земли и прости-

рающаяся далеко за геостационарную орбиту высотой 36 тысяч километров. Грузы, поднятые на таком «космическом лифте» за пределы геостационарной орбиты, будут центробежными силами увлекаться в космическое пространство — верхняя часть такого сооружения будет за счёт центробежной силы поддерживать всю систему в вертикально-натяннутом положении.

Этот проект, конечно, достаточно фантастический, но такое ощущение, что технически он может быть реализован благодаря современным достижениям науки о наноматериалах. По оценкам, прочность материалов, которые могут быть созданы в будущем, достаточна, чтобы из них построить такую линейную систему, выдерживающую те механические напряжения, которые в ней возникнут.

Принципиальным ограничением для космического лифта является существование ближних искусственных спутников Земли, поскольку орбиты их, очевидно, будут пересекать такой небоскрёб, и дальше человечеству придётся выбирать одно из двух: либо мы строим «космический лифт» за пределы геостационарной орбиты — но тогда мы должны будем отказаться от всех нижних спутников и убрать их с орбиты, чтобы они не врезались в него, либо мы пользуемся традиционной космонавтикой, запускаем спутники с помощью разовых ракет (или многоразовых «челноков») — но тогда «космический лифт» не строим. Наверное, уже лет через 100 человечеству придётся этот выбор сделать.

## **5. Вокруг чего вращается небо?**

**Ответ.** «Вращение неба» — видимый эффект, обусловленный движением Земли, на которой находится наблюдатель.

Основной вклад в этот эффект вносит суточное вращение Земли вокруг своей оси. Соответственно, при наблюдении звёздного неба кажущимися центрами вращения неба являются точки, расположенные на небе точно над Северным и Южным географическими полюсами Земли.

На очень близком угловом расстоянии от центра вращения, наблюдаемого в Северном полушарии, расположена (в современную эпоху) Полярная звезда, которая по этой причине иногда и указывается как центр вращения.

Кроме суточного вращения, существует несколько более тонких эффектов движения Земли, которые вносят соответствующие поправки при определении положения кажущегося центра вращения неба.

**Комментарий.** Это типичный пример вопроса, который поставлен слегка некорректно (может быть), но именно для того, чтобы участники

могли подумать и немножко шире взглянуть на вопрос. Вопрос, как вы теперь можете догадаться, вообще о понимании того, что любое движение относительно, любая система координат, в которой мы находимся, является подвижной.

Поэтому, когда говорят, кто относительно кого движется, или кто относительно чего вращается — нужно понимать, что все мы так или иначе находимся в движении. В частности, на движущейся планете.

Наверное, по этому вопросу больше и нечего добавить — за одним исключением. Любой простой вопрос на самом деле не простой, а многослойный.

Есть эффект движения полюса Земли. То есть ось вращения Земли, которая условно проводится через нашу планету, непостоянна в её теле. И Земля вращается таким образом, что тело Земли относительно этой динамической оси вращения немножечко «пробалтывается». Это так называемый эффект движения полюса. Эффект, к счастью, маленький. Траектории движения полюсов (имеются ввиду географические полюса, связанные с осью вращения Земли — не путать с магнитными полюсами) по поверхности Земли представляет собой примерно незамкнутый эллипс около 30 метров размером.

На бытовом уровне это, конечно, не имеет никакого значения. Но для современных навигационных систем, а также для всех современных измерительных систем, которые работают на нашей планете — это вполне измеряемый известный эффект движения полюса.

Динамические эффекты поведения оси вращения Земли относительно звёздного неба. Ось вращения Земли непостоянна в пространстве, она совершает прецессионные движения по конусу равного наклона  $23^\circ$  и период этого прецессионного движения составляет около 26 тысяч лет. Поэтому на небе Полюс мира у нас непостоянен. Сейчас мы живём в такую эпоху, когда Полюс мира расположен примерно около Полярной звезды, почему собственно эту звезду —  $\beta$  Малой Медведицы — мы и называем Полярной. На самом деле угловое расстояние от Полюса мира до Полярной звезды в современную эпоху больше  $0,5^\circ$ .

А в другие эпохи (другие тысячелетия) полярными звёздами были совсем другие звёзды. Например, 12 тысяч лет назад (и, соответственно, 12 тысяч лет вперёд) это будет звезда Вега — яркая звезда нынешнего Северного полушария. В некоторые исторические эпохи «полярной звезды» вообще не было — Полюс Мира находился в относительно пустом месте.

И второй, более маленький эффект — это периодические колебания оси вращения Земли вокруг своего среднего положения, связанные

с движением Луны вокруг Земли. Это так называемый эффект нутации. Амплитуда этих отклонений составляет примерно от 4 до 9 градусов по разным направлениям отклонения.

**6.** *Какие Вы знаете природные и искусственные лабиринты? Как они образовались? С какой целью лабиринты создавались людьми?*

**Комментарий.** Лабиринт — достаточно частный случай двухфазной системы, когда у вас есть среда, заполненная одним состоянием вещества, и в ней есть некоторые пространственно-выделенные области, заполненные другим состоянием вещества. То есть сосуществование двух фаз в заданной области. Вообще говоря, любая такая система может быть названа лабиринтом, даже если это просто система пустот, например, какое-то пористое тело.

Как они образуются? Если вы, исходя из общего определения, посмотрите внимательно вокруг себя, вы поймёте, что лабиринтами является практически большинство вещей, которые нас окружают. Например, кресло. Взять его обивку — это сочетание нитей, пустот между ними, и т. д. Возьмите всё это здание (имеется ввиду здание МГУ, где проводился разбор заданий конкурса по астрономии) в целом — опять таки сочетание стен, переходов, пустот, перекрытий, зала, где мы с вами сидим, и т. д. Всё это — типичные лабиринты.

Вообще говоря, как только в какой-то однородной среде появляются неоднородности (кристаллики льда, капельки воды, частички осадка, образовавшиеся в результате химической реакции, пузырьки пара, . . .), мы можем назвать получившуюся структуру лабиринтом. (Эти неоднородности могут между собой тем или иным образом соединяться.)

В качестве несколько необычного примера лабиринта рассмотрим процесс возникновения грозовой молнии. У нас есть область воздуха, в которой как-то распределены водяные капли. Плюс к этому грозовое облако пронизывается треками частиц космического излучения, которые дают слабую ионизацию в разных случайных направлениях (примерно как в стогу сена соломинки натыканы).

Эти треки живут очень недолго. И если в какой-то прекрасный момент случится так, что две противоположно заряженные области в грозовом облаке соединятся через систему этих треков и капелек (прозойдёт такое «замыкание»), то тогда через этот сложный очень извилистый путь может произойти разряд двух частей грозового облака, и возникнет молния — такая, как мы её наблюдаем. Понятно, почему она очень извилистая. Понятно также, что эту систему — когда в облаке есть капельки, которые постоянно падают, и треки частиц, которые

их постоянно пересекают случайным образом, вообще говоря, вполне можно назвать лабиринтом. Одной из реализаций пути в этом лабиринте и становится трек молнии.

Пример биологической системы — кровеносная система животных. Опять-таки, типичный лабиринт для микроорганизмов меньшего размера. Кровеносная система, как вы знаете, начинается в сердце, сначала идут крупные сосуды, потом они разветвляются до капилляров, пронизывают всю живую ткань организма потом они опять собираются из венозных капилляров в крупные сосуды и возвращаются в сердце. Эта система действительно очень хорошо иллюстрирует все признаки лабиринта — и пространственную разветвлённость, и переход от крупных систем к мелким с последующим сбором.

Наиболее известные природные лабиринты, которые все вспоминают сразу, когда говорят о лабиринтах природного происхождения — это, конечно, пещеры. Пещеры чаще всего образуются в слоях известняка. Это осадочные породы, они образовались на дне древних морей и океанов из остатков умерших животных, обладавших известковыми панцирями — ракушки, моллюски и т. д. Они спрессовались — получились толщи известняка. И когда эта порода вышла из океана на поверхность земли и находится здесь в виде известняковых меловых гор, то те дожди и та вода, которая попадает на них сверху, проникает через трещины — она начинает их размывать и растворять. В зависимости от того, как сложились трещины в этих породах, и как интенсивно поступает туда вода, дальше идёт процесс размывания и начинают образовываться карстовые пещеры.

Система трещин — тоже пример естественного лабиринта. Любую систему пор, например вулканический туф — пористый материал природного происхождения, также можно рассматривать как лабиринт.

Карстовые явления названы так по названию места, где такие явления очень распространены, — альпийское плато Крас в Словении (там расположена всемирно известная пещера Постойнска-Яма). Много интересных карстовых пещер находится в Крымских горах.

Человечество сейчас уже понимает, что любые природные явления — это вещь красивая, нужная и доходная при правильной организации дела. Поэтому большинство пещер, которые достойны посещения, уже оборудованы к культурному посещению. И вы можете, заплатив умеренные деньги, их посмотреть. Но это больше относится к европейским странам. В России тоже очень много таких пещерных образований — к сожалению, немногие из них достаточно оборудованы к безопасному и культурному посещению. Но, всё впереди.

Известен один интересный пример пещеры, образовавшейся не в результате размывания пород водой, а в результате вулканического процесса. Эта пещера находится на острове Тенериф (Канарских острова). Что там происходило? Обычное магматическое извержение вулкана, шёл поток лавы. Дальше, если лава достаточно жидкая, она течёт быстро, выглядит это как огненная река расплавленного материала, у неё есть стационарное русло. И поток течёт в этом русле. Соответственно, внешние края начинают немножечко остывать, становятся более вязкими. И получается такая система самопостроения ложа: внешние края становятся вязкими и останавливаются — а посередине наиболее горячая и наиболее жидкая часть. И вот края этого потока и верхняя часть остыли и затвердели, а внутренняя часть, жидкая, стекла вниз — образовалась туннелеобразная пустота — пещера. Естественно, сейчас она уже тоже полностью окультурена, там имеется кинозал, кафе. Получился очень интересный туристический объект.

Ещё один пример — это карстовый лабиринт в центре Будапешта. Будапешт — город, состоящий из двух частей. Высокая часть — Буда — это типичная известняковая гора на берегу Дуная. Нижняя часть — Пешт — равнинная, на другом берегу Дуная. Раньше это было два города, затем они слились в единый город Будапешт.

И вот в этой меловой (известняковой) горе имеется большое количество мощных карстовых промоек. В том числе достаточно крупные для подземных путешествий пустоты, расположенные под центральной исторической частью города. Туда ведёт очень поэтический вход. . . Через резную дверку спускаешься вниз по лесенке и оказываешься в каких-то таких подземных дворцах. Там сейчас очень симпатичный музей. Там есть план подземелий — он очень такой запутанный, там масса всяких ответвлений, тупиков. . . Посещение доставляет большое удовольствие.

Это что касается естественных лабиринтов.

Теперь поговорим об искусственных лабиринтах.

Мы с вами, как вы знаете, произошли от обезьян. Которые, при наступлении ледникового периода слезли с деревьев и начали искать себе убежище. Совершенно естественно, что убежищами стали близлежащие пещеры естественного происхождения. И мы с вами (точнее, наши предки) некоторое время жили в пещерах — почему мы с вами их так любим с тех пор.

И прятались там от холода, хищников, налоговых инспекторов и других внешних факторов. Кстати, трансформированная доисторическая пещера — это все дома, в которых мы сейчас живём. Это искус-



стенные стены, дверь, логово в виде какой-нибудь софы, система отопления и т. д. Это просто не более чем техническое усовершенствование древних пещер.

Когда люди стали осваивать пещеры, стали залезать в эти карстовые системы, обнаружили, что они бывают очень сложными по своей структуре. Сложность этой структуры определяется течением тех водных потоков, которые их размывали. Они действительно могут быть фантастически сложными. Рекордные пещеры естественного происхождения бывают несколько километров длиной, на разных уровнях и т. д. Спелеология — это отдельная отрасль человеческой деятельности, отчасти наука, отчасти — спорт.

Когда это было не удовольствием, а жизненной необходимостью, люди обнаружили, что они достаточно сложны. Исторически с тех пор сохранилось наше доисторическое воспоминание о сложных, тёмных, таинственных закоулках в таком мифе, как миф о Минотавре. И, соответственно, лабиринт.

Согласно древнегреческому мифу, на Крите жил царь Минос. У него был в домашнем хозяйстве лабиринт, он туда кого-то заманивал из каких-то корыстных соображений. В лабиринте у него сидел минотавр — такое чудовище с телом человека и головой быка, которое кушало кого надо. И, соответственно, кто туда попадал, тот оттуда не выходил. Всё замечательно. И вот нашёлся очередной герой, который был слишком умный, взял у своей подруги Ариадны верёвочку, пошёл по верёвочке, с Минотавром договорился, вернулся по верёвочке обратно.

Наиболее вероятным реальным основанием этого мифа является Кносский дворец на Крите, который имел очень разветвлённую по тем временам инженерную структуру. Конечно, если Кносский дворец сравнить со зданием МГУ, то это здание выиграет — и по масштабам, и по структурированности помещений. Но это здание построено, грубо говоря, вчера, а Кносский дворец — несколько тысяч лет назад.

И вот, люди поняли, что это всё достаточно интересно, и начали создавать лабиринты искусственно.

В первую очередь это сооружения сакрального назначения, то есть когда человеку нужно подчеркнуть какую-то значимость чего-то. Чтобы тот, кто будет посетителем, вошёл и понял, что он не зря сюда вошёл, что здесь нужно вести себя хорошо, нужным образом и почитать того, кого положено.

Соответственно, моделью лабиринта являются любые храмовые сооружения. Вы входите в какие-то врата, там какие-то помещения

так, какие-то помещения так — в разных конфессиях разные правила построения. Но каждый раз это очень впечатляет.

Ну а если взять современность, то опять-таки, исходя из общего принципа пространственной неоднородности, можно привести такие примеры лабиринтов, как современные города с системами улиц, современный метрополитен и все подземные системы сооружений, и т. д.

Есть виртуальные лабиринты. Например, трассы самолётов, нанесённые на карту — типичный виртуальный лабиринт.

Непонятно, естественным или искусственным лабиринтом считать, например, муравейник. Или норы животных. Например лисьи — из которых на всякий случай всегда есть несколько выходов. Или мышиные системы — там много уровней, в одной комнатке зерно такое-то, в другой комнатке — орешки такие-то. Мыши — очень хозяйственные животные, у них очень сложная система нор. Со всеми выходами, одно помещение у неё для того, чтобы поспать, другое — для того, чтобы поесть. . . Вот всё в полном порядке.

Декоративные лабиринты — садовые и орнаментальные. Пример садового лабиринта хорошо описан в произведении Джерома Клапки Джерома (1859–1927) «Трое в лодке, не считая собаки» — герои этого произведения как раз в таком зелёном лабиринте заблудились.

Такого рода лабиринты вы можете наблюдать, например, в Версале. Это типичные декоративные лабиринты из кустиков, деревьев.

На Соловецких островах есть лабиринты, выложенные из больших валунов. Похожие древние сооружения есть и в других северных странах — на севере Норвегии, в Финляндии. Это — искусственные сооружения демонстративного характера.

Военные лабиринты. Мины и контрмины. До тех пор, пока не была развита артиллерия, люди строили крепости. Крепостная стена — и не залезешь! А если залезешь — сверху что-нибудь сбросят или польют. Крепость — очень серьёзное сооружение доартиллерийской эпохи. Как с ним бороться? Начали копать мины. Мина (значение слова той исторической эпохи) — это такой тайный ход, который противник копает под стену, туда закладывает порох, взрывает. Стена рушится. Это тоже лабиринт, подземный ход. А как только начали делать мины — стали строить и контрмины — подземные ходы из крепости наружу под крепостные стены. И как только слышат, что там копают враги, — им навстречу суют несколько мешков пороху и взрывают.

Потом, соответственно, стали делать бункеры и всякие другие интересные военные сооружения под землёй.

**7.** Часы собора города Солсбери (Великобритания) действуют с 1386 года и за это время совершили уже более 500 млн. колебаний. Между тем, Г. Галилей установил изохронность маятника только в 1583 году, а первые маятниковые часы были созданы Х. Гюйгенсом в 1658 году. Как же действуют эти самые старые в мире часы в городе Солсбери?

**Ответ.** Стандартная схема механических часов обычно состоит из двух элементов:

(1) движущаяся механическая система, положения которой периодически повторяются через примерно равные промежутки (периоды) времени (а также механизм, который постоянно поддерживает работу этой системы);

(2) механизм, который считает периоды (при этом по возможности оказывая как можно меньшее влияние на величину этих периодов) и отображает результаты подсчёта наглядным образом (например, в виде положения стрелок).

В своё время в качестве (1) наиболее удачным оказалось применение системы с подвесным маятником, которая давала наилучшую точность по сравнению с другими известными в то время вариантами.

Однако различные другие варианты также возможны. Они применялись до изобретения и распространения маятниковых часов. Применяются они и сейчас, например, в наручных механических часах.

В часах в Солсбери в качестве механизма (1) используется так называемый биянец — горизонтальный поворотный маятник, который в своих крайних положениях ударяется об ограничители и запускается в обратную сторону. «Эталонным» интервалом времени в этой системе служит время прохождения поворотного маятника от одного ограничителя до другого.

Видеоролик, показывающий работу механизма часов в Солсбери, опубликован в интернете: <http://www.one.revver.com/watch/368034>

**Комментарий.** Время — это очень нужный параметр. Все мы стараемся не опаздывать. Временем так или иначе все мы пользуемся. Наши предки начали пользоваться временем задолго до того, как стали людьми. Утром просыпались, вечером ложились спать. Всё-таки в отсутствии искусственного освещения мы с вами — существа дневного образа жизни.

Поэтому естественно, что самые первые часы (исторически), которые человечество создало, были часы солнечные. Устройство солнечных часов известно с глубочайшей древности. На ровной площадке ставится

вертикальный шест или обелиск (в Древнем Египте для самый большой известный солнечный обелиск имеет высоту 24 метра). Солнце, двигаясь по небосводу, отбрасывает тень. Тень движется по поверхности площадки. Эту площадку можно разметить, и по положению тени относительно отметок определять время. Увы, такие часы «работают» только днём и только в солнечную погоду.

Напомним, что в Древнем Египте была принята десятичная система исчисления — по числу пальцев на руках. Соответственно, день делился на 10 частей, которые мы сейчас называем часом. В начале и в конце как дня, так и ночи прибавлялось по одному «дополнительному» часу: рассвет и закат. Получилось 12 часов дня и, соответственно, 12 часов на ночь, итого 24 часа в сутках. В ту эпоху, конечно, принципиально не было речи о том, чтобы временная шкала была равномерной — в этом не было никакой практической необходимости. Это сейчас мы привыкли жить по секундам, а современные технические системы работают с точностью до микросекунд; лазеры могут генерировать импульсы продолжительностью в фемтосекунды (это  $10^{-15}$  секунд). Мы живём и перемещаемся в мире навигационных систем, которые работают с потрясающими точностями.

Кроме солнечных часов, в разное время было придумано множество других способов измерения времени: песочные часы (песок тонкой струйкой пересыпается из одной ёмкости в другую за определённое время), водяные (вместо песка используется воды), огненные (шнурок, сгорающий за определённое время; свечка — на неё иногда даже наносили деления; лучина; масляный фитиль — определённое количество масла сгорает за определённый промежуток времени; и много других конструкций).

Все эти системы существуют с древности, и все они, конечно же, с нашей современной точки зрения, — неточные. Кроме того, все они достаточно кратковременного действия.

И перед человечеством встала задача: ну как же всё-таки мерить время по возможности более равномерно, и по возможности длительные интервалы времени — хотя бы сутки. То есть чтобы часы можно было обслуживать хотя бы раз в день и чтобы они хотя бы эти сутки работали — день и ночь.

Механические часы начали появляться в Европе начиная примерно с 11 века. В это время уже было известно достаточно много механизмов самого различного назначения. И люди заметили, что есть такие механические системы, которые совершают периодические колебания. И время можно отсчитывать по количеству этих колебаний.

Очевидно, кто-то придумал «совместить» солнечные часы с таким механическим приспособлением. То есть «заменить» на циферблате солнечную тень часовой стрелкой, которая равномерно вращается с помощью такого приспособления. Кто и когда (точно) — мы, к сожалению, не знаем. Да и скорее всего часы создавались не одним человеком, а достаточно длительное время, в результате многочисленных проб и ошибок.

Представьте себе, что вы берёте апельсин в руку и начинаете им жонглировать, как любой фокусник в цирке. Вы берёте его, одной рукой подбрасываете, другой ловите, опять подбрасываете. Процесс полёта апельсина от одной руки до другой занимает некоторое время. Более или менее постоянное. Именно по такому принципу устроена колебательная система часов собора в Солсбери. Эта система очень похожа на вращательный маятник. Это коромысло с грузами на конце, и оно поворачивается из одной стороны в другую. Когда система доходит до крайнего положения, она получает механический толчок в противоположную сторону и начинает поворачиваться обратно. Доехала до конечного положения — опять механический щелчок в другую сторону.

Внизу находится система зубчатых колёс — механизм, который и обеспечивает это. Вот так вот она и крутится: туда-сюда. Получаются периодические движения. Каждый раз системе даётся некий механический импульс, который потом уходит в силу трения. Так вот это коромысло туда-сюда вращается.

Естественно, что период вращения этой системы очень сильно зависит от того, как хорошо смазали ось вращения, от того, как хорошо натянута там верёвочка, которая связана с грузиком, который даёт толчки, от всяких деформаций механизма, связанных как с его работой, так и с температурой окружающей среды, и т. д. Такая поступательно-возвратная система (называется она билианец) давала ошибки около получаса на протяжении суток.

Такие часы, естественно, были крайне редкими, максимум одни на большой город, и их, естественно, ставили в соборах, на колокольнях, на башнях крепостей. Стрелка на часах этого периода была только одна — аналог тени Солнца на солнечных часах, то есть часовая стрелка. Напомним, что в ту эпоху день начинался с рассвета и, соответственно, отсчёт часов шёл с утра, то есть считались часы дневные (по порядку), а потом часы ночные. Полдень появился (в нашем понимании) существенно позже, при создании уже качественных часов Гюйгенса.

Именно такими — без подвесного маятника — были и первые часы московского Кремля, установленные в 1404 году. (У них даже не было циферблата — механизм 1 раз в час ударял в колокол.)

Почему мы рассмотрели конкретно этот пример — Солсберийского собора, именно этот экземпляр часов. Действительно эта механическая система была создана в 1386 году. Она отнюдь не самая старая в своём роде. Наверняка были более старшее — они просто не сохранились (многие часы впоследствии были просто усовершенствованы — билянцевый механизм заменялся на маятниковый, а стрелки и всё остальное оставалось прежним; увы, в результате большинство таких механизмов было утрачено). Но вот спасибо англичанам — они сумели эти часы сохранить. Естественно, что часы не работали непрерывно в течение 600 лет — они многократно ремонтировались и реставрировались. Многие элементы у них воспроизведены по аналогии. Сейчас, по-видимому, это единственные в мире действующие догалилеевы часы, которые можно посмотреть.

Галилей был выдающимся математиком, механиком, и вообще учёным очень разносторонних интересов. К тому времени (конец 16 века) стало понятно, что время нужно мерить точнее, чем это могли делать часы, о которых мы рассказали выше. И Галилей, очевидно, задумывался над этим вопросом.

По легенде в 1583 году во время посещения собора в городе Пиза (Италия — там, где Галилей жил и работал профессором в Пизанском университете) учёный обратил внимание на колебания под действием ветра люстр этого собора и заметил, что период колебаний этих люстр не зависит от амплитуды их качания. (Эту легенду непременно расскажут всякому, кто придёт в собор на экскурсию.) Если маятник отклоняется не слишком сильно, его период, действительно, почти не зависит от амплитуды.

Тут произошёл некий исторический казус. Благодаря тому, что маятниковые системы могут иметь период колебаний существенно более точный, чем, например, балансирующие системы, которые тоже были созданы Гюйгенсом примерно в то же время, исторически несколько веков в Европе доминировали именно маятниковые механические часы. Собственно, они и есть галилеевы часы. Хотя балансирующие системы взяли свой реванш потом, когда потребовалось иметь носимые часы.

А когда потребовалось — это произошло ещё спустя 200–300 лет — часы носить с собой — тут уже балансирующие системы вышли вперёд. Балансир — это крутильный маятник с пружинкой. Если у кого ещё сохранились вместо электронных механические часы — можно открыть и посмотреть — там именно такой балансирующий механизм и работает.

Этот же балансирующий механизм нашёл своё революционное применение в морских хронометрах. Когда потребовалось для интересов судо-

вождения иметь время на корабле (маятниковые часы на корабле не поставишь — они там не будут работать), как раз именно балансирующие системы стали основой для создания морских хронометров. Располагая точным временем, по астрономическим наблюдениям можно точно определять свою долготу (для определения широты точное время не требуется). И, соответственно, плыть туда, куда нужно, а не туда, куда ветер несёт.

Отметим, что в современной физике колебаниями обычно называют процессы, происходящие с периодическим перераспределением энергии из одной формы в другую. Например, для подвешенного маятника это потенциальная и кинетическая энергия, для пружинного (который используется в часах балансирующей системы) — это кинетическая энергия вращения и потенциальная энергия упругой деформации пружины.

Движения билянцевого маятника в строгом смысле слова не являются колебательными (хотя это слово и употребляется в тексте вопроса). Здесь основное взаимодействие определяющее величину периода «колебаний», происходит только в короткие промежутки времени в крайних положениях системы. Соответственно, усилия, возникающие в эти моменты, существенно больше тех, которые возникают в «настоящих» колебательных системах такой же массы и с таким же периодом. Поэтому для достижения сравнимой точности хода часов билянцевую систему следует изготавливать с существенно более жёсткими требованиями по точности и свойствам материалов, чем маятниковую.

В конце 16 века (да и в последующие столетия) такие требования были технически невыполнимыми, что и предопределило преимущества использования в часовых механизмах маятниковых и других колебательных систем.

## Критерии оценок и награждения

Было предложено 7 заданий. Каждое задание оценивалось в баллах по примерным критериям, приведённым в конце раздела.

Следует отметить, что приведённые критерии являются достаточно примерными, и решение о выставлении окончательной оценки принималось жюри. При этом наиболее типичными были две ситуации.

1) Школьник перечисляет объекты, имеющие отношение к ответу на поставленный вопрос, но не даёт пояснений, позволяющих убедиться в том, что автор ответа верно понимает рассмотренную в задании ситуацию и текст своего ответа. В этом случае решение о выставлении баллов жюри приходилось принимать в существенной степени произвольно.

2) Школьник хорошо разбирается в поставленном вопросе и даёт грамотный подробный ответ. При этом он, естественно, получает большое количество баллов. Но сколько именно баллов следует выставить — определить не очень просто, учитывая большое количество перекрёстных логических связей между различными элементами ответа. К тому же в этой ситуации подсчитанное в точном соответствии с формальными критериями количество баллов не отражает реальных успехов школьника в выполнении задания.

В связи с этим жюри была разработана система награждения, по возможности устраняющая названные проблемы.

При награждении учитывалась сумма баллов по всем заданиям, количество засчитанных заданий, а также класс, в котором учится участник.

Задания считались выполненными успешно (засчитывалось), если: за задания с 1 по 6 было поставлено 3 балла или больше, за задание 7 было поставлено 4 балла или больше.

Оценки «v» (грамота за успешное выступление на в конкурсе по астрономии и наукам о Земле) и «e» (балл многоборья) ставились в соответствии с таблицей (нужно было или набрать сумму баллов не меньше указанной в таблице, или количество засчитанных заданий не меньше указанного в таблице).

При оценивании в баллах каждого задания использовались следующие примерные критерии. (Разумеется, правильные ответы могли быть построены любым выбранным автором разумным способом, не обязательно точно совпадающим с приведённым, также оценивались все приведённые в ответах примеры, в том числе и непосредственно не указанные в критериях.)

Класс	«e» (многоборье)		«v» (грамота)	
	сумма баллов	количество заданий	сумма баллов	количество заданий
≤5	5	—	10	1
6	6	—	11	1
7	6	1	12	2
8	7	1	12	2
9	8	1	13	2
10	9	2	14	3
11	10	2	14	3

(В случае, если поставлена оценка «v», оценка «e» не ставится.)



<i>Тезисы ответов</i>	<i>Баллы</i>
-----------------------	--------------

1. На каких планетах есть облака, а на каких — ясное небо?

Облако — пространственно выделенная часть газовой/жидкой среды, в которой находятся частички иного фазового/химического состава.	2
Планеты с мощной атмосферой.	1
В Солнечной системе — Венера, Земля, Марс, все планеты-гиганты.	по 1

От чего это зависит?

Дегазация планетных тел — образование атмосферы — вулканизм и газо-пылевые выбросы.	2
Масса планеты — удержание атмосферы.	2
Стратификация атмосфер — фазовые переходы — конденсат (Земля — $H_2O$ , Венера — $H_2SO_4$ ).	2
Приповерхностные движения атмосферы — вовлечение частиц с поверхности (пылевые бури пустынь, на Марсе, смерчи, торнадо и др.)	2

Почему облака не падают?

Капельки и пылинки падают, как и все тела, например — выпадение дождя.	1
Скорость установившегося падения в вязкой среде для малых частиц меньше, чем скорость турбулентных движений среды — облако «висит».	2
Примеры: облачные слои Венеры, гигантов; устойчивые вихри — Красное пятно Юпитера и др.	2

2. Всем известны вулканы, из которых изливается магма. А какие ещё вулканы бывают?

Вулканизм — как проявление дегазации недр планеты.	2
----------------------------------------------------	---

Подводные вулканы — «чёрные курильщики».	2
Грязевые вулканы.	2
Гейзеры.	2
Фонтанирующие скважины.	1
Вулканы на других планетах (Венера, Марс, Ио, кометные ядра).	3

3. Почему у одних планет много спутников, а у других — мало или совсем нет? Откуда у нас Луна?

Образование: протопланетный газо-пылевой диск — рои планетезималей.	2
Концентрация массы — конкуренция зародышей планет и выпадение.	1
Внутренние планеты — сильные гравитационные возмущения орбит и устранение всех маломассивных фрагментов.	2
Гиганты — мощная гравитация и собственные субпланетные системы.	2
Астероиды — гравитационный захват новых спутников (Фобос и Деймос).	2
Транснептуновые тела — незавершённость формирования планетных тел.	1
Луна — теория ударного (катастрофического) образования из материала Земли.	1
«Закон Кеплера»: Венера — 0, Земля — 1, Марс — 2?, Юпитер — 4, Сатурн — 8?	1

4. Последние годы во всём мире развернулся бум строительства сверхвысоких башен — небоскрёбов. Чем, по Вашему мнению, это вызвано?

Концентрация людей и капитала — экономия места, рост цен.	1
Изменение форм труда — офисные помещения.	2
Демонстративность (компании, города, государства).	1

Какие существуют ограничения на подобные сооружения?

«Башня» ( $H < 1$ км, $L \ll H$ ): конструктивные ограничения прочности и усталости материалов; геологическое основание (оползни, карст, пльвуны, и др.); сейсмические, ветровые и собственные колебания, внутренние вибрации; полёты самолётов; пожар; сложность и избыточность коммуникаций и обслуживающих систем.	по 1
«Гора» ( $H < 10$ км, $L \approx H$ ): непомерность материальных затрат; чрезмерный срок сооружения; бесполезность основного объёма; проседание земной коры; сейсмическое разрушение; ограничение на численность Человечества. (Сравнить: коралловый риф.)	по 1
«Космический лифт» ( $H > 36000$ км, $L = 0$ ): прочность наноматериалов; ближние ИСЗ.	по 1

## 5. Вокруг чего вращается небо?

Видимый эффект — вращение Земли.	1
Ось вращения Земли — Полюс мира.	1
Полярная звезда — отстоит от полюса больше, чем на 0,5 градуса.	2
Вариации оси вращения Земли — прецессия и нутация.	3

## 6. Какие Вы знаете природные и искусственные лабиринты? Как они образовались? С какой целью лабиринты создавались людьми?

Природные пещеры — карстовые — водная эрозия (исключение — пещеры в остывших лавовых потоках).	2
Использование: убежище, первобытное жилище (дом — как искусственная пещера).	2
Природные лабиринты: муравейник, норы животных.	по 1
Искусственные пещеры и лабиринты: религиозные и сакральные (дольмены, пещерные монастыри); декоративные (садовые и орнаментальные); военные (мины и контрмины, бункеры); инженерные и транспортные (подземные коммуникации, метро). Мегалополис — лабиринт улиц.	по 1

7. Часы собора города Солсбери (Великобритания) действуют с 1386 года и за это время совершили уже более 500 млн. колебаний. Между тем, Г. Галилей установил изохронность маятника только в 1583 году, а первые маятниковые часы были созданы Х. Гюйгенсом в 1658 году. Как же действуют эти самые старые в мире часы в городе Солсбери?

Система без собственной частоты колебаний: билянец — механическое устройство с возвратно-поступательным движением за счёт периодических встречных импульсов в крайних положениях маятника системы. Очень низкая точность периода движений.	5
Колебания — периодическое изменение состояний системы, связанное с попеременным превращением энергии из одной формы проявления в другую форму.	5
Другие часы: солнечные, водяные, огненные, песочные.	по 1

## Оглавление

Предисловие . . . . .	3
Конкурс по математике . . . . .	12
Задания . . . . .	12
Решения к заданиям конкурса по математике . . . . .	13
Критерии проверки и награждения . . . . .	17
Конкурс по математическим играм . . . . .	19
Условия игр . . . . .	19
Решения математических игр . . . . .	21
Критерии оценок . . . . .	23
Инструкция проводящим устный конкурс «Математические игры» . . . . .	25
Конкурс по физике . . . . .	28
Задания . . . . .	28
Ответы и решения к заданиям конкурса по физике . . . . .	30
Критерии проверки и награждения . . . . .	39
Конкурс по химии . . . . .	40
Задания . . . . .	40
Решения задач конкурса по химии . . . . .	42
Критерии оценок и награждения . . . . .	49
Конкурс по биологии . . . . .	52
Задания . . . . .	52
Ответы на вопросы конкурса по биологии . . . . .	53
Критерии проверки и награждения. . . . .	73
Конкурс по лингвистике . . . . .	75
Задачи . . . . .	75
Решения задач конкурса по лингвистике . . . . .	77
Критерии проверки и награждения . . . . .	80
Конкурс по литературе . . . . .	82
Задания . . . . .	82
Ответы и комментарии к заданиям конкурса по литературе . . . . .	85

Конкурс по истории . . . . .	103
Вопросы и задания . . . . .	103
Ответы, решения и комментарии к заданиям конкурса по истории . . . . .	107
Обзор результатов . . . . .	119
Конкурс по астрономии и наукам о Земле . . . . .	125
Вопросы . . . . .	125
Ответы и комментарии к вопросам конкурса по астрономии и наукам о Земле . . . . .	125
Критерии оценок и награждения . . . . .	151

30-й Турнир им. М. В. Ломоносова 30 сентября 2007 года.  
Задания. Решения. Комментарии.

Ответственный за выпуск, составитель *Кулыгин Алексей Кириллович*

Лицензия ИД № 01335 от 24.03.2000 г. Подп. к печати 25.01.2008.  
Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная. Объём 10 печ. л.  
Заказ . Тираж 7000 экз.

Издательство Московского центра непрерывного математического образования.  
119002, Москва, Большой Власьевский переулок, дом 11.  
Тел. (495)241–05–00, (495)241–12–37, (495)241–72–85.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ФГУП «Полиграфические ресурсы»

ISBN 978-5-94057-355-5



9 785940 573555 >



# XXX Турнир

имени М. В. Ломоносова



30 сентября 2007 года

Задания. Решения. Комментарии