
БИОЛОГИЯ **в вопросах и ответах**

Выпуск 2



Товарищество научных изданий КМК

Москва ❖ 2013

УДК 57(079)
ББК 28я72-43
Б63

Биология в вопросах и ответах. Выпуск 2. Методическое пособие. — М., Товарищество научных изданий КМК, 2013. — 52 с.

В пособии разобраны задачи последней (XLII) Школьной Биологической Олимпиады МГУ. Может использоваться для самообразования, а также для подготовки к следующим олимпиадам.

Жюри Школьной Биологической Олимпиады МГУ



ISBN 978-5-87317-896-4

© Товарищество научных изданий КМК, 2013

Оглавление

Предисловие	4
Глава 1. Вопросы Школьной Биологической Олимпиады МГУ	5
1.1. Школьная Биологическая Олимпиада	5
1.2. Принципы составления и проверки вопросов	6
1.3. Основные требования к вопросам	10
1.4. Классификация вопросов: основные группы	10
Глава 2. Вопросы на эрудицию	13
Глава 3. Вопросы на формальную логику	15
3.1. Вопросы на описание причин и следствий	15
3.2. Вопросы на снятие или установление противоречий .	30
Глава 4. Вопросы «про эксперимент»	38
Глава 5. Вопросы на структурную логику	48
Глава 6. Вопросы на системную логику	50
Литература о вопросах олимпиады	52

Предисловие

Двадцать лет назад, в 1993 году, вышло второе и последнее издание книги «Биология в вопросах и ответах». До сегодняшнего дня она оставалась почти единственным печатным изданием, обобщающим гигантский опыт проведения школьных биологических олимпиад МГУ (см. список литературы в конце книги). Чтобы восполнить этот пробел, Жюри олимпиады решило возобновить публикацию подобных сборников.

В предлагаемом вашему вниманию пособии разобраны задачи XLII (и частично XLI) Олимпиады. Задачи расположены не по разделам биологии и не по возрастам школьников, которым они были предложены, а в соответствии с классификацией, объяснённой в первой главе.

Глава 1

Вопросы Школьной Биологической Олимпиады МГУ

1.1. Школьная Биологическая Олимпиада

Школьная Биологическая олимпиада в Московском Государственном Университете имени М.В.Ломоносова (ШБО) — одна из старейших предметных школьных олимпиад СССР и России. За шестьдесят с лишним лет существования через эту олимпиаду прошли тысячи и тысячи интересовавшихся биологией школьников, и многих она укрепила в выборе их пути, помогла стать биологами, а у других просто осталась в памяти, как интересное дело и место встречи с единомышленниками.

Олимпиада проходит на биологическом факультете Московского Университета с 1951 года. У её истоков стояли такие известные среди зоологов люди, как В.Е.Флинт и К.Н.Благосклонов, бывший главным организатором первых олимпиад, председателем Жюри олимпиады в 50-х — 60-х годах — и не оставлявший эту деятельность до самой своей кончины в 1985 г. Председателем оргкомитета ранних олимпиад был крупный зоолог беспозвоночных, академик Л.А.Зенкевич. Олимпиада начиналась в своё время как соревнование юннатских биологических кружков, что определило в основном натуралистическую направленность первых её лет. С развитием биологии, возникновением и укреплением таких важнейших её направлений, как молекулярная биология, биохимия, биофизика, менялся и облик олимпиады. Окончательная его смена произошла в 1970-х годах. Она связана с именами людей, когда-то участвовавших в олимпиадах, а потом перешедших к их организации: С.Э.Шноля, Г.М.Длусского, М.В.Миных, В.И.Лапина, М.Б.Беркинблита. С начала 70-х годов начал формироваться и студенческий оргкомитет олимпиады, взявший на себя организационные вопросы её подготовки и быстро ставший также сообществом добровольцев-энтузиастов (лет через 15 перестроечная пресса станет таких людей называть «неформалами»).

В те же 70-е годы Олимпиада вышла за пределы Москвы. Первый тур открыли для всех желающих, и в нём стали участвовать школьники из Центрального региона; появилась практика приглашения на II тур иногородних делегаций — сначала через личные контакты с кружками биологов при дворцах пионеров, станциях юных натуралистов и т.п.; в 80-х годах возник Выездной турнир — когда уезжающие на каникулы в родные города студенты Биофака снабжались «параллельными» вариантами и проводили на местах подобие I тура «большой» олимпиады (победители Выездного турнира приглашались в Москву на II тур). В 2000 году Жюри олимпиады попробовало и сам I тур провести одновременно в 5 городах, результаты эксперимента были признаны обнадеживающими, и с тех пор такие «иногородние филиалы» первого тура практикуются регулярно.

Долгие годы плодотворного сотрудничества связывали организаторов ШБО с Заочной Биологической Школой при МГУ (сейчас Биологическое отделение ВЗМШ), — собственно, и там, и тут зачастую работали одни и те же люди. В недрах оргкомитета олимпиады зародилась идея проведения летних экологических школ, давшая прекрасные результаты. И, что не менее важно, туры олимпиады давно стали тем местом, где заинтересованные школьники могут получить полезнейшую информацию о «школьно-биологической» жизни Москвы, пообщаться с людьми, имеющими те же интересы, убедиться, что ты не одинок(а) со своими увлечениями, возможно, кажушимися странными одноклассникам и учителям в «обычной» школе.

1.2. Принципы составления и проверки вопросов

Сейчас набор задач олимпиады («вариант») содержит вопросы из разных биологических дисциплин: не только тех, что школьники проходят в текущем году, но и всех предыдущих лет, так что биохимия и генетика не вытесняет полностью, скажем, зоологию. Важным требованием является и то, что каждый вопрос должен допускать широкую гамму ответов (подробнее об этом — в следующем разделе), и, кроме того, выявлять не только выученные сведения из учебника, а умение отвечающего думать, предлагать и отвергать гипотезы, разрабатывать схемы экспериментов, и так далее. Не оказались забытыми и натуралистические корни олимпиады — посещение соответствующих кабинетов, работа с зоологическими и ботаническими коллекциями остаются неременным условием прохождения школьником II (практического) тура олимпиады (наряду с обязательным посещением кабинетов «общебиологического» профиля). За долгие годы

Жюри олимпиады остановилось на том, что в варианте должно быть семь вопросов (в младших классах их иногда пять или шесть).

Специфика биологических задач состоит в том, что на них зачастую невозможно получить одного-единственного правильного ответа типа « $2 \times 2 = 4$ » или «требуется 5 моль H_2O ». Для объяснения биологических явлений обычно — почти всегда! — можно предложить несколько различных «идей», каждая из которых может быть верной при определённых обстоятельствах. Часто эти несколько разных объяснений не противоречат одно другому, а «работают» вместе: например, растение встречается преимущественно возле упавших стволов деревьев потому, что а) ему необходима гниющая древесина, б) бревна задерживают летящие семена, в) под бревнами влажнее, чем вокруг (список можно продолжить). Это дает возможность задавать вопросы, при ответе на которые требуется умение искать различные объяснения или естественные пути решения биологических проблем и не успокаиваться на первом найденном решении, пусть даже и правильном. На ШБО практикуются вопросы на выявление взаимосвязей, анализ функционирования органов и систем, поиск «плюсов» и «минусов», классификацию, на постановку либо трактовку результатов эксперимента. Последние весьма полезны, ибо заставляют задуматься о том, что в получаемых исследователем данных возможны ошибки и погрешности. Допустимо (и практикуется) включение в вариант вопросов, истинные ответы на которые еще не известны.

А вот вопросы на знание отдельных, пусть даже ярких и интересных, фактов о животных и растениях (например, «у какой рыбы меч на носу?»), с которых начиналось существование олимпиады, ныне практически не предлагаются на первом письменном туре. Они мало подходят для целей турнира, ибо, во-первых, здесь велик элемент случайности (участник олимпиады не знал, у кого меч, зато знал, у кого пила — что ничем не хуже, но вот ведь не спросили), и, во вторых, имея однозначный результат «ответил/не ответил», такие вопросы дают меньше возможностей провести «тонкую» оценку уровня подготовки школьника. Напротив, разнообразие высказываемых школьниками правильных идей повышает разрешающую способность оценок, то есть даёт возможность объективно сформулировать критерии не только для «двоечного» и «пятёрочного» ответов, а и для каждой оценки (на олимпиаде действует система баллов от нуля до пяти). Поэтому задачи выбираются так, чтобы число ожидаемых идей (то есть тех, что могут предложить авторы задачи) было не меньше трёх-четырёх. Практика показывает, что школьники порой придумывают разумные гипотезы, не пришедшие в голову авторам.

Непривычные к такому характеру задач, школьники часто не рискуют высказывать все свои мысли, опасаясь ошибиться, и в итоге огра-

ничиваются банальностями. Чтобы снять этот психологический барьер, на первом туре олимпиады ошибочные ответы не учитывают вовсе: за неправильную гипотезу не дадут ни одного очка, но и не уменьшат общую оценку. О таком подходе участников обязательно оповещают перед туром. Само собой разумеется, однако, что уровень базовых фактических знаний также выявляется на первом туре — без него не справиться ни с пониманием вопроса, ни с примерами, которые часто требуется привести. Для ответа школьнику должно хватать материала, включенного в школьную программу (по биологии и другим предметам), а если необходима дополнительная информация, она включается в формулировку вопроса, позволяя частично компенсировать различия между программами и учебниками, принятыми в разных школах. Конечно, школьники, имеющие углублённые знания, получают преимущество, что естественно для предметной олимпиады. При составлении набора задач для олимпиады следят, чтобы ответ на вопрос не содержался в целом виде в каком-либо учебнике, в популярной литературе, или не высказывал на самом вершине в поиске по интернету. В варианте должны присутствовать как относительно сложные вопросы, так и один-два более простых, «утешительных», на которые сможет ответить почти всякий пришедший на турнир школьник.

Проверка задач олимпиады — дело, требующее основательной подготовки. В результате постепенных улучшений выработался подход к проверке, позволяющий достаточно объективно оценить ответы. Для каждой задачи подбирается проверяющий, который обладает знаниями в данной области биологии. Сначала этот проверяющий случайным образом выбирает часть работ (специальные исследования показали, что 50–100 работ на этой стадии достаточны), читает ответ на данный вопрос во всех этих работах и по ходу дела выписывает каждую идею, высказанную школьниками, и подсчитывает, в каком количестве работ такая идея встречена.

Затем определяется «цена» или «вес» каждой идеи в баллах или долях балла. При выработке этих весов проверяющий учитывает несколько показателей — в первую очередь, правильность идеи и частоту, с которой она встречается. Например, правильные, но встреченные во многих работах идеи обычно оцениваются ниже, чем правильные и редкие. Гипотезы и объяснения, не наблюдавшиеся в природе, но не противоречащие основным законам биологии, засчитываются как верные. Ошибочные идеи, как уже говорилось, приравниваются к нулю (но при наличии в них «разумной составляющей» последняя оценивается положительно). По тем же принципам оцениваются приводимые примеры. В результате этих процедур проверяющий составляет детальный критерий проверки, который лучше все-

го привести к окончательному виду путём вторичного прочтения той же самой выборки ответов — при этом, если нужно, «веса» некоторых гипотез можно слегка увеличить или уменьшить. После всего этого проверяющий показывает критерий проверки члену Жюри — специалисту в той же области биологии, который обладает научным и педагогическим опытом — и член Жюри утверждает критерий. Теперь проверяющий может проверять данный вопрос во всех работах, регистрировать все идеи, высказанные школьником, и оценивать их согласно критерию. Сумма оценок идей по критерию и есть оценка за вопрос. Кроме того, проверяющий имеет право добавить небольшой (обычно 0,5 балла) приз за «общее впечатление», например, особую ясность изложения, понимание связи между разными объяснениями одного и того же феномена, и т.п. Интересно, что в работе одного школьника практически никогда не встретятся все имеющиеся в критерии идеи, и поэтому сумма оценок в критерии может превышать максимальные пять баллов и равняться, например, восьми. Если при проверке встречается не учтенная идея, критерий можно дополнить, но такое бывает нечасто и, по построению, не влияет отрицательно на оценку подавляющего большинства работ. Каждый проверяющий выставляет отдельную оценку за свой вопрос (обычно от 0 до 5 баллов). Общий результат школьника — это сумма оценок за отдельные вопросы. Заметим, что «единица» или «двойка» за решение одной задачи не имеют ничего общего со школьными неудовлетворительными оценками, а показывают, насколько далеко продвинулся участник олимпиады в разумном обсуждении возможных решений. За многие годы накопились данные о проходном балле на следующий тур олимпиады: обычно 14–15 баллов, то есть в среднем чуть более двух баллов за вопрос, оказываются вполне достаточными для попадания на второй, устный тур.

Хочется подчеркнуть, что принципы составления и проверки задач по любой научной дисциплине, и, в частности, по биологии — а также принцип разбиения всего «корпуса» биологических задач на типы и применимость подобных задач в разных ситуациях (не только на олимпиадах) — всё это важные, не до конца решённые исследовательские и образовательные проблемы, над решением которых работают не только организаторы школьных олимпиад в МГУ, но и многие исследователи и педагоги-практики во всём мире.

1.3. Основные требования к вопросам

Выше мы кратко описали существующий подход к организации школьных биологических олимпиад МГУ, а теперь опишем в рабочем порядке одну из возможных классификаций биологических задач.

- Вопрос должен проверять не только знания, которые в уже готовом виде записаны в учебнике, но и, главным образом, умение применять имеющиеся сведения, эрудицию и смекалку для решения задач, которые раньше школьнику вряд ли встречались.
- Вопрос должен быть интересен школьнику, но не слишком легок.
- Вопрос должен находиться в рамках биологии.
- Вопрос должен быть обучающим.
- Вопрос не должен толкать на биологически неправильный ответ.
- Вопрос должен иметь четкие критерии проверки с учетом необходимости дифференцировки школьников.
- Вопрос не должен быть викторинным (исключение делается для младших классов): на него должно быть несколько (не менее 3) возможных ответов или ответ должен быть неоднозначным.

Все эти разнообразные требования, предъявляемые к хорошему вопросу для письменного тура олимпиады, можно суммировать так: вопрос должен проверять не только знания, которые в уже готовом виде записаны в учебнике, но и, главным образом, умение применять имеющиеся сведения, эрудицию и смекалку для решения задач, которые раньше школьнику вряд ли встречались.

1.4. Классификация вопросов: основные группы

Вопросы на эрудицию

- Вопросы на наблюдательность.
Есть ли разница в том, как пьют воду собака и лошадь? (1971.9.4)
- Вопросы на подбор примеров по данным из формулировки вопроса.
Назовите животных разных систематических групп, участвующих в процессе образования почвы (1971.9.5)

- Вопросы на поиск ошибок во вводных.

«...Это ужас вод Амазонки — гигантская китовая акула, пожирающая людей при каждом удобном случае. Я метнул гарпун и попал ей в грудь, пробив легкие. Струя горячей крови ударила мне в лицо. На запах крови уже собирались пираньи и аксолотли...» Нет ли в этом рассказе бывшего путешественника каких-либо неточностей? (1981.5–6.7)

Вопросы на формальную логику

Для ответа на вопрос нужны в основном логические конструкции.

- Вопросы на описание причин и следствий вводных.

Зачем млекопитающим нужен хвост? (1980.5–6.1)

- Вопросы на анализ противоречий во вводном.

В лабораторных исследованиях установлено, что выделения корней черники подавляют прорастание семян сосны. В то же время в природе очень часто встречаются сосняки-черничники с довольно обильным возобновлением сосны. Как Вы можете это объяснить? (1977.8.1)

- Вопросы на обоснование или опровержение гипотез, как данных, так и возникших в ходе рассуждения.

Какие косвенные доказательства можно привести в пользу существования или несуществования Лох-Несского чудовища? (1984.8.2)

Вопросы «про эксперимент»

В формулировке вопроса содержится просьба придумать эксперимент. Во многом аналогичны предыдущей группе.

Какие опыты Вы могли бы предложить, чтобы определить, как муравьи находят дорогу домой? (1979.8.6)

Вопросы на структурную логику

Для ответа нужно построить или проанализировать (сравнить и т.п.) какие-либо структуры (классификации). Ответ заключается в переборе осмысленных комбинаций вводных или данных, подразумеваемых во вводных.

Перед Вами список из 7 растений: ландыш, просо, рябина, желтая акация, белена, горчица, береза. Попробуйте несколькими различными способами разделить эти растения на две группы. Группы должны различаться по какому-либо важному признаку (признак укажите). (1994.7–8.3)

Вопросы на системную логику

Для ответа нужен целостный, системный анализ данных. В формулировке содержится условие анализа.

- Вопросы на системный анализ данных.

Лосось вырос за год с 10 до 11 кг, а килька с 10 до 15 г. Как сравнить их рост? Кто рос быстрее? (1976.7.2)

- Вопросы на построение моделей.

Представьте себе, что Вы посеяли на питательную среду в чашке Петри некий микроорганизм. Нарисуйте график изменения биомассы этого микроорганизма с течением времени. Ход графика поясните. (1980.10.4)

Глава 2

Вопросы на эрудицию

В этой и последующих главах будут разобраны вопросы Школьной Биологической Олимпиады МГУ, отобранные для этого сборника. Для всех вопросов приведен спектр реальных ответов школьников, многие содержат также комментарии членов Жюри.

1. Вспомните как можно больше животных (или групп животных), в названия которых входит числительное. Кратко поясните, кто они такие (например, «десятикрыл — самый страшный из драконов»). (2012.6.5)

Ответ. Вот примеры правильных ответов:

- Диплодок
- Сороконожка
- Парнокопытные
- Многоножка
- Осьминог
- Тридакна
- Шестижаберная акула
- Двустворчатые моллюски
- Вторичноротые
- Трицератопс
- Трилобит
- Двоякодышащие
- Трёхпалый дятел и трёхпалый ленивец

Не учитывались версии с верными, но не существующими в науке названиями (человека иногда называют «двуногое», но такой группы в систематике не существует), версии с мифологическими животными, вроде единорога, n -голового дракона.

Примеры неправильных ответов:

- Тритон — происходит от имени бога, а тот от греч. «море»
- Сорока — происходит не от числительного
- Сорокопут — происходит не от числительного, буквально «преследующий сороку»
- Тысячелистник — растение, не соответствует условию

Глава 3

Вопросы на формальную логику

3.1. Вопросы на описание причин и следствий

2. Какие биологические свойства комаров можно использовать для защиты людей от этих насекомых, и как это можно сделать? (2012.6.1)

Ответ. Самые распространенные версии:

- Использовать запахи (защититься репеллентом, дымом, каким-нибудь растительным экстрактом или сильно пахнущей частью растения, так как комары не любят резких запахов)
- Использовать тепло (комары воспринимают человеческое тепло и летят на него, значит, человека надо как-нибудь теплоизолировать)
- Использовать холод: охладить местообитание человека, чтобы комары впали в анабиоз (так как комары не летают при достаточно низкой температуре)
- Переманить комаров на что-то неживое (так как комары чувствуют тепло, то можно рядом с человеком положить что-нибудь большое и теплое, тогда человека не будут кусать)
- Использовать физическую защиту (так как у комаров довольно тонкий и не очень прочный хоботок, надо как-то защитить кожу человека от протыкания - возможны разные варианты)
- Уничтожить только самок (так как кровь пьют только они — тогда самцы умрут сами.)
- Избежать (уехать из ареала обитания комаров)
- Уничтожить (скажем, осушить водоем) среду обитания комаров или сделать ее непригодной (временно или постоянно) для их обитания (скажем, залить водоем маслом или бензином).

Дополнительные баллы начислялись, если школьники очень удачно аргументировали свои версии, или если в последней писали, что такое уничтожение водоемов может привести у нарушению экосистемы, в которой личинки комаров играют важную роль.

3. Как узнать, как распространялись плоды и семена какого-нибудь вымершего растения? (2012.6.2)

Ответ. Наиболее удачные ответы:

- Экстраполировать: посмотреть на ныне живущие родственные виды, сделать выводы
- Использовать известные нам связи между формой и функцией: сделать выводы исходя из строения плодов/семян, чей способ распространения мы знаем (например, крылатые плоды)
- Использовать животных: исследовать на наличие семян окаменевшие фекалии животных того времени, или посмотреть на сохранившиеся шкуры животных того времени на предмет зацепившихся семян

Школьники нередко не различали растения доисторические (которые и имелись в виду) от растений, которые могли вымереть уже в историческое время и предлагали, например, «Найти жизнеспособное семя, посадить, вырастить растение, посмотреть» или «Найти описание растения в каких-нибудь древних источниках». Такие ответы тоже учитывались, потому что формулировка вопроса оставляет и ту, и другую возможности.

4. У животных, плавающих в воде, и животных, летающих в воздухе, встречаются сходные приспособления. Назовите как можно больше таких приспособлений. Как вы думаете, почему эти приспособления похожи? (2012.6.3)

Ответ. Водоплавающие и «воздухоплавающие» животные похожи потому, что их среды обитания имеют много общего — из-за этого некоторые их органы выполняют похожие функции, а стало быть, часто сходны по строению. Что же у них похожего?

- Хвосты, используемые как руль
- Плавники и крылья, ласты, перепончатые лапы
- Обтекаемая форма тела

- Покровы: перья и чешуя
- Аэродинамическая форма головы: клюв у птиц и узкая голова у рыб
- Веки, перепонки для защиты глаз
- Воздушные полости (облегчают вес)

5. Есть организмы, которые питаются почти исключительно каким-то одним видом пищи, и организмы, которые способны питаться разнообразной пищей. В чем сравнительные преимущества каждого из этих способов? (2012.6.4)

Ответ. Организмы, питающиеся исключительно одним видом пищи (**стенофаги**) хорошо приспособлены к тому виду пищи, которым они питаются, и им не требуется поддерживать приспособления, необходимые для питания другими типами пищи, им нет необходимости тратить энергию и вещество на синтез ферментов для усвоения разнообразной пищи и так далее. Они более устойчивы к специфическим токсинам, содержащимся в данном виде пищи, меньше рискуют получить отравление (в отличие от животных, питающихся разнообразной пищей, особенно молодых особей, которые еще не научились «выбирать» пищу). При узкой специализации организмов они меньше испытывают на себе негативное влияние межвидовой конкуренции за пищевые ресурсы.

Организмам, питающимся разнообразной пищей (**эврифаги**) легче приспособиться к какому-либо новому виду пищи при исчезновении старого или возникновении нового. Если численность каждого из видов пищи в среднем не очень сильно различается, этим организмам легче встретить подходящий пищевой объект. Им легче мигрировать на большие расстояния (потому что могут находить подходящую им пищу непрерывно во время миграции). Они могут получить больше разнообразных питательных веществ, витаминов и ионов. Такие организмы менее подвержены внутривидовой конкуренции. Организмы могут использовать разнообразные источники питания во время различных стадий онтогенеза, что может снизить конкуренцию между взрослыми и молодыми особями.

6. Мальчику Жене стало жалко кустик за окном, который мёрз каждую зиму на улице, и он уговорил папу построить над ним маленький домик с отоплением и прозрачной крышей. Как вы думаете, какие проблемы могут возникнуть у этого растения в домике? (2012.7.1)

Ответ. Ответы сводились к следующим основным идеям:

- Недостаток или избыток определенных газов (скажем, избыток кислорода и недостаток углекислого газа)
- Проблемы с температурой (слишком высокая, что может вызвать несвоевременное пробуждение растения от зимней спячки)
- Проблемы с освещением (недостаток ультрафиолета, мало света после снегопада)
- Проблемы взаимодействия с другими организмами (например, могут появиться теплолюбивые фитофаги, нет опылителей и распространителей семян т.п.)

7. Многие наземные позвоночные размножаются, откладывая яйца, у других же имеется живорождение. Как вы думаете, какие сравнительные преимущества и недостатки есть у каждого из этих способов размножения? (2012.7.2)

Ответ. Ответы можно разделить на четыре группы:

- Плюсы яйцерождения:
 - Самка более независима
 - Можно произвести больше потомства («больше влезает»)
- Минусы яйцерождения:
 - Ограниченность ресурсов в яйце
 - Яйца сильнее зависят от внешних условий
 - До вылупления из яйца потомки беззащитны
 - Яйца необходимо греть
- Плюсы живорождения:
 - Постоянство (контролируемость) условий развития
 - Возможность потомству перемещаться (вместе с матерью и иногда даже сразу после рождения)
- Минусы живорождения:
 - Тяжело носить

- Сильная зависимость от матери (если ее убьют, то погибнет и потомство)
- Роды сами по себе могут быть проблемой, потому что рожают детенышей (как правило) более крупных, чем яйца

8. Цветовод-энтузиаст, желающий вырастить у себя на участке какое-нибудь иноземное растение, может, сам того не желая, положить начало инвазии (вселению и распространению) нового сорняка. Как предотвратить такой исход? (2012.7.3)

Ответ. Ответы можно разделить на три основных блока:

- Профилактический:
 - Ограничивать распространение (изолировать растение в целом или хотя бы изолировать от распространителей семян или плодов)
 - Ограничивать размножение (удалять цветки, плоды, изолировать от опылителей)
 - Ограничивать количество высаживаемых растений
- Остановить уже начавшуюся инвазию (это наиболее тривиальная группа идей):
 - Использовать ядохимикаты
 - Использовать биологические средства борьбы
 - Использовать механические средства борьбы: выжигать места посадки, перекапывать землю, не оставляя подземных частей
- Информационный (может рассматриваться как добавление к уже названным):
 - Выяснить, каковы особенности произрастания и взаимодействия с другими растениями в естественных условиях, не было ли оно сорняком на родине
 - Экспериментально выяснить особенности распространения, размножения и взаимодействия с другими растениями: сначала выращивать изолированно
 - «Изучить предков», то есть, говоря современным языком, сделать филогенетический анализ, чтобы установить возможные «склонности» вида к инвазивности.

9. Все знают, что умывание с мылом, чистка зубов и иной уход за кожей, ногтями и волосами — не прихоть воспитателей. Это важно для того, чтобы предотвратить разнообразные инфекционные и паразитарные болезни. А какие аналогичные адаптации есть у животных? (2012.7.5)

Ответ. Наиболее распространенные и биологически правильные ответы:

- Вылизываются, чистятся, используя лапы, клюв и т. д.
- Чешутся
- Чистят друг друга
- купаются, обливаются водой
- Используют для чистки грязь, песок
- Используют симбиотические организмы
- Линяют
- Используют слизь и слюну
- Моют пищу
- Зарывают фекалии

10. Наверное, все вы замечали, что кора взрослой сосны выглядит по-разному на одном дереве. У основания ствола она более серая, толстая и вся в трещинах, а на ветвях кроны — медная и тонкочешуйчатая. Как вы думаете, почему это так? Напоминаем, что слово «почему» имеет разные смыслы: и «отчего», и «зачем». (2012.8.1)

Ответ. В ответах школьники писали как про толстую, так и про тонкую кору:

- Тонкая кора:
 - Вес (сохранение гибкости и легкости веток)
 - Дыхание (лучше пропускает газы)
 - Рост (толстая расти не позволяет)
 - Светлый цвет — защита от чрезмерного нагревания

- Толстая кора:
 - Защита от повреждений (внизу защищать важнее и повреждающих факторов больше)
 - Защита от испарения лишней воды
 - Защита от пожаров

Как видно, большинство лучших ответов были на вопрос «зачем», анатомию коры сосны школьники представляют себе значительно хуже, чем ее возможное значение.

11. Существует много внутриклеточных паразитов: вирусов, бактерий и простейших. Предложите механизмы, которые могут использоваться этими паразитами для распространения от клетки к клетке внутри организма-хозяина. (2012.8.4)

Ответ. Очень широкий вопрос, касающийся, по сути, всех аспектов паразитологии. Наиболее удачные идеи можно разделить на две группы:

- Особенности распространения между клетками:
 - Подавление иммунной системы
 - Используя естественные токи или «пути» организма
 - С кровью / лимфой / межклеточной жидкостью
 - По пищеварительной системе
 - По межклеточным контактам / каналам / плазмодесмам / порам
 - С помощью организма-переносчика
- Особенности проникновения в клетку:
 - Крючки, зацепки, липучки, реснички, шипики и прочие механические приспособления
 - Делением (и самого паразита, и зараженной клетки хозяина)
 - Прокалывание покровов клетки, выделение веществ, нарушающих целостность мембраны
 - Диффузия через мембрану (если размер очень маленький)
 - Введение в клетку ДНК или РНК для образования там новых копий генома или встраивания в хозяйскую ДНК (это, в первую очередь, касается вирусов)

12. Наблюдения за некоторыми стадными животными показали, что роды у всех самок стада протекают почти в одно время, даже если это приводит к небольшим отклонениям от среднего срока беременности для некоторых из них. Какие преимущества может давать такая синхронизация родов? (2012.9.1)

Ответ.

- Существуют сезонные условия, более подходящие для выращивания всех детенышей в один период, например:
 - Благоприятный климат
 - Наличие подходящего корма для самок или детенышей
- Преимущества, связанные с миграциями стада:
 - Сокращается время вынужденной стоянки для родов;
 - Все детеныши успевают подрасти к моменту миграции
- Защита от хищников и паразитов:
 - Нападение хищников преимущественно на детенышей — чем больше одновозрастных детёнышей, тем больше останется
 - Наличие сезонных хищников и необходимость подрастить детенышей до этого сезона
 - Сезонная активность распространения инфекций, специфических для данного вида
- Можно организовать «детский сад»:
 - Организация обучения и кормления группы одновозрастных детенышей группой самок, которые могут друг друга заменять
 - Возможно «усыновление», выкармливание одной из родивших самок млекопитающих детёныша погибшей самки
 - Коллективная организованная защита самцами детенышей и недавно родивших самок во внутреннем круге стада

13. В учебниках ботаники можно подробно прочесть про преимущества опыления цветковых растений насекомыми. А есть ли у этого способа опыления недостатки, и, если да, то какие? (2012.9.2)

Ответ. Основные идеи, высказанные школьниками:

- Насекомые садятся на растения разных видов, на них образуется «смесь пыльцы», поэтому шанс правильного опыления сокращается.
- Растение затрачивает энергию и питательные вещества на образование ярких околоцветников, нектара и т.п.
- Насекомые могут механически повредить цветок
- Насекомые могут использовать пыльцу и другие части цветка в своих «личных целях»
- Насекомые могут распространять патогены
- Если растение сильно специфично к виду насекомых-опылителей, то при сокращении численности этого вида растения могут пострадать, ареал растений тоже будет ограничен опылителями
- Насекомые являются пищей для птиц, поэтому пыльца может так и не «дойти» до адресата
- Период цветения должен совпадать с периодом активности насекомых
- Активность насекомых зависит от погодных условий сильнее, чем растение (слишком холодно — не летают и т.п.)
- Яркий околоцветник и запах могут привлечь не только нужных насекомых-опылителей, но и фитофагов
- Яркие красивые растения люди собирают в букеты и дарят на праздники

14. Известны случаи, когда паразиты животных изменяют поведение своих хозяев. Как узнать, что поведение животного действительно не нормально, а видоизменено паразитом, не прибегая при этом к вскрытию или проведению анализов? (2012.9.3)

Ответ. Значимых идей было сравнительно мало:

- Сравнить поведение животного с поведением здоровой особи того же вида либо сравнить поведение животного с тем, какое было до момента предполагаемого заражения паразитом
- Животное совершает действия выгодные паразиту, например, хозяин будет пытаться находиться как можно ближе к другим животным, повышая их шанс заражения

- Ухудшение или даже потеря зрения
- Длительное неучастие в размножении

Школьники называли множество других признаков, но большинство из них либо не специфичны для паразитарных заболеваний (например, «вялость животного»), либо не относятся к поведению («рвота, диарея»).

15. Отставной поручик Алексей Михайлович Чебурков получил письмо от сестры, уехавшей с мужем, посланным по делам в южноамериканскую страну Эквадор, что на самом экваторе.

«Дорогой Лёша», — писала она, — «обустроились мы замечательно, и я даже вполне привыкла к жаре. А здешние попугаи вообще пре-забавны, правда, противно кричат. Дела Николая идут блестяще, и мы, похоже, останемся тут ещё на несколько лет. И всё бы хорошо, но, когда куда ни глянь, видишь только пальмы с бананами, невольно хочется посмотреть на что-нибудь, напоминавшее бы мне наше милое Подмосковье. И я подумала, что хорошо бы сделать садик, в котором можно было бы посадить растения нашей Средней полосы, а то и более северные. В нём я могла бы отдыхать от слишком уж яркой красоты тропиков (а заодно слегка осадила бы мисс Джонс из английской миссии с её драгоценными клумбами, но пусть это будет мой секрет). Однако супруга французского посла расстроила меня, сказав, что в здешних широтах вырастить в грунте растения умеренных краёв совершенно, совершенно невозможно. Неужели это действительно так? Не хочется верить...»

Как вы думаете, смог ли А.М. Чебурков написать сестре что-нибудь утешительное? Действительно, какие проблемы будут возникать, если попытаться культивировать в тропиках на открытом грунте растения средних/высоких широт? И как бы вы попытались их решать? (2012.9.4)

Ответ. Вопрос подразумевает развернутый ответ, поэтому шансы набрать большую сумму баллов были относительно велики. Соответственно, и количество биологически правильных идей тоже было велико. Каждая найденная проблема подразумевала и соответствующее ей решение:

- Избыток влаги:
 - Закрывать от осадков
 - Посадить (местные) растения, испаряющие больше воды

- Осушать участок
- Другая почва:
 - Привезти родной грунт
 - Использовать минеральные удобрения
 - Искать похожий местный грунт
- Высокая температура:
 - Вентилировать
 - Кондиционировать
- Смена сезонов не та:
 - Создать смену сезонов искусственно (малореалистично)
 - Сажать растения с меньшим количеством сезонных адаптаций (хвойные)
- Слишком много света:
 - Притенять
 - Выращивать под крышей, применять только искусственное освещение
- Отсутствуют симбионты (опылители, микориза и пр.):
 - Выращивать только растения, не требующие симбионтов (скажем, осоки)
 - Завести таковых
 - Взять на себя их роль
- Обилие паразитов и фитофагов:
 - Использовать ядохимикаты
 - Удалять вручную
- Конкуренция с местными видами: пропалывать, уничтожать местные растения
- Найти растения, которые завезли к нам оттуда, и завести их обратно или выращивать их предков

16. Известно, что некоторые регионы часто становятся источниками новых инфекций, причём не только человека, но и животных и растений. С какими особенностями этих регионов это может быть связано? (2012.9.6)

Ответ. Вот основные такие особенности, найденные школьниками:

- Жаркий влажный климат
- В регионах с низким уровнем гигиены и медицины в целом
- В регионах, где вместо удобрений используют фекалии
- В регионах с высоким импортом, особенно продуктов и семян
- При применении одной и той же вакцины долгое время
- Много переносчиков заболеваний
- Густо населенные районы, высокая плотность популяции
- Много путей миграции: город, развитая речная система, маршруты перелётных птиц
- Много бездомных животных
- Высокое разнообразие видов
- Частые нарушения грунта, обнажающие захоронения: землетрясения, наводнения, распашка
- Районы активной селекции растений и животных

17. Яд кобр содержит в себе не только собственно нейротоксин, которым кобра убивает жертву. В его состав входит ещё множество разных белков. Как вы думаете, зачем может быть нужна такая смесь и для чего кобре все остальные вещества, кроме самого яда? (2012.9.7)

Ответ. Основные идеи школьников:

- Парализуют жертву, делают безоружной, временно оглушают
- Оказывают помощь в распространении яда по телу жертвы
- Препятствуют инактивации яда или даже активируют его в организме жертвы

- Влияют на свертываемость крови жертвы
- Увеличивают скорость всасывания яда в кровь жертвы
- Инактивация ферментов, расщепляющих нейротоксин (в природе не встречается)
- Кобра — не химическая лаборатория, она не может производить чистый яд, естественно, что вместе с ядом синтезируются и другие вещества — побочные продукты
- Это белки-ферменты, синтезирующие нейротоксин (точнее, их остатки)
- Поддерживают яд в жидком состоянии
- Добавочные яды для того, чтобы отравлять другие виды животных
- Включают какие-то пахучие вещества, чтобы змея могла найти свою жертву после укуса, если та успеет убежать
- Это вещества, которые имеют неприятный для других животных запах и делают добычу непривлекательной для них, либо делает ее отравленной для них
- Усиливают действие яда
- Обеспечивают наружное пищеварение (или по крайней мере какие-то его элементы)

18. Для точной диагностики заболеваний в современной медицине используют маркеры — молекулы, которые гораздо чаще (или в гораздо больших количествах) встречаются у больных, чем у здоровых. Откуда могут браться такие молекулы? Какими свойствами они должны обладать? (2012.10.5)

Ответ. Некоторые типичные ответы:

- Могут быть продуктами защитных реакций иммунной системы (антитела, лимфоциты, киллеры)
- Могут попасть вместе с источником болезни (но сами безопасны)
- Могут быть продуктами отмирания или повреждения клеток

- Появляются в результате нарушения процессов в организме
- Продукты жизнедеятельности возбудителей заболевания, фрагменты возбудителей, сами возбудители
- Такие маркеры должны быть каким-то образом отличимы от других (качественные реакции, взаимодействие с какими-то веществами, окрашивание)

19. Есть такие патогенные бактерии, у которых все гены, отвечающие за их патогенность, расположены в непосредственной близости друг от друга. Какое объяснение этому факту вы могли бы предложить? (2012.10.7)

Ответ. Довольно сложный для школьников вопрос. Было предложено множество неправильных ответов. Наиболее частые правильные ответы:

- Удобство активации/деактивации патогенных генов
- Удобство регуляции экспрессии патогенных генов
- Близкое расположение генов нужно для более быстрого обмена генетической информацией
- Бактерии вставили в свою ДНК плазмиду с патогенными генами или транспозон с информацией о патогенности
- Геном короткий, у бактерий нет возможности «раскидать» гены по всей ДНК, поэтому гены располагаются кластерами

20. Для того, чтобы изучать ферменты, надо сначала их очистить. Интересно, что при этом ферменты часто выделяются в виде разнообразных агрегатов – филаментов, кристаллов и пр. Какую роль способность ферментов к образованию агрегатов может играть в жизни клетки? (2012.11.3)

Ответ. Основные идеи:

- Образование новых сложных клеточных структур
- Осуществление связи между клетками

- Накопление неактивной формы фермента про запас (в клетке очень редко запасаются функциональные белки, но идея, что хранить агрегат удобнее — хорошая)
- Участие в образовании цитоскелета и двигательного аппарата клетки
- Катализ реакции на протяженном участке пространства
- Образование комплекса ферментов для их одновременного участия в реакциях
- Связывание других веществ в комплекс с ферментом
- Удобство для транспорта ферментов
- Так они занимают меньше места

21. Есть плоды, например ананас, папайя и «киви» (актинидия китайская), которые используют в кулинарии для маринования мяса (или как гарнир к мясным блюдам). Мясо от этого становится мягче и легче усваивается, так как они содержат много ферментов, аналогичных по своему действию пепсину желудка человека. А как вы думаете, для чего эти ферменты в плодах могут быть нужны самому растению? (2012.11.5)

Ответ.

- Для повышения усвояемости плодов у распространителей семян
- Для привлечения человека в качестве распространителя семян и растений
- Для размягчения тканей плода и семени (семенной кожуры): облегчение прорастания
- Для расщепления питательных веществ плода (и обеспечения ими зародыша при прорастании)
- Выполняют функции, аналогичные пищеварительным ферментам животных, которые должны пропустить семя через свой пищеварительный тракт, чтобы оно проросло
- Для защиты плода от микроорганизмов

- Для защиты плода от животных, которые съедают мякоть плода, а семена не распространяют
- Ферменты нужны для ускорения пищеварения животных, чтобы они не успели переварить семена
- Используются для расщепления растительных белков
- Используются для переваривания насекомых

3.2. Вопросы на снятие или установление противоречий

22. Малярийные комары водятся в тропиках почти повсюду. Встречаются они и на многих островах. Однако на удалённых от всех материков скалистых островах Сейшельского архипелага их нет. Как вы думаете, почему? Назовите несколько возможных причин. (2012.7.4)

Ответ.

- Ветры дуют не со стороны материков
- На обрывистых гранитных островах мало мест для стоячих водоемов
- Водоемы, которые есть, летом пересыхают
- Мало или вовсе нет млекопитающих
- Есть паразиты или хищники, уничтожающие комаров на разных стадиях развития
- С островов комаров сдувает

Идея вопроса была заимствована из публикации R. Vincent и др. «Why are anopheline mosquitoes not present in the Seychelles?» (Malaria Journal, 2011, 10:31).

23. Фрегат «Железный О.К.» обследовал систему течений Западных ветров, широким кольцом опоясывающих материк Антарктиды. Моряки уже давно не видели берегов. Некое разнообразие в окружающий пейзаж вносили только непременно кружащиеся воз-

ле корабля обильные и разнообразные в здешних водах альбатросы и буревестники разных видов. В свободные от вахт минуты моряки любили рассматривать этих птиц открытого океана, бесстрашно скользящих над высокими волнами. «Вот интересно», — сказал юнга Балин мичману Чебуркову, — «как по-разному раскрашены эти птицы! Я вижу тут и чёрных с белыми пятнами, и чисто коричневых, и коричневых с каймой на крыльях, и белых с чёрными крыльями, и почти совсем белых, и серых... Вот когда мы заходили в Бразилию, мне было понятно, почему в тамошних пёстрых лесах птицы столь разнообразны. Но почему так различается окраска этих птиц, летающих над однообразным Океаном?» Что бы вы ответили юнге на месте мичмана Чебуркова? (2012.8.2)

Ответ. Выше всего оценивались упоминания условий гнездования на берегу. Неплоха также идея про видовые, половые и возрастные маркеры. Дальше уже начинались различные «биологические гипотезы» школьников, которые, теоретически, могли бы иметь место. Кое-кто вспомнил про смену летнего пера на зимнее, но не объяснил, зачем оно нужно в отсутствии резкого изменения окружающих пейзажей. Довольно популярной была идея, что тёмные морфы предпочли подогрев от Солнца маскировке. Массовой идеей было разное окрашивание перьев пигментами из разной пищи. Любопытно, что школьники плохо понимали, что разнообразие окраски для всей местной авиафауны вовсе не исключает её консервативности в пределах отдельных видов, и многие пытались строить схемы, объяснявшие бы именно резкую внутривидовую изменчивость в окраске.

24. Широко распространенные американские семейства Bromeliaceae (бромелиевые, к нему относятся многие популярные культивируемые комнатные растения, а также ананас) и Cactaceae (кактусовые) представлены ещё несколькими видами на небольшой территории в Западной Африке. Как вы думаете, почему растения этих семейств до сих пор не заняли весь африканский материк, как они это сделали с южноамериканским? (2012.8.3)

Ответ.

- Представители данных семейств вселились в Африку недавно и ещё не успели распространиться
- Растения не выдерживают конкуренции с их экологическими аналогами
- В Америке водятся симбионты, опылители или распространители семян, отсутствующие в Африке

- В Африке встречаются патогены, паразиты или фитофаги, которых нет в Америке
- В Америке более подходящие условия для типа фотосинтеза, используемого кактусами
- В Африке больше крупных животных, они будут вытаптывать эти растения
- Эти растения не распространяются дальше из-за географической изоляции
- В остальной части Африки растения были уничтожены человеком, либо уничтожаются им на границах ареала, из-за их вредности/съедобности
- Родина этих растений — Африка, где им мешают распространяться естественные враги. В Америке это инвазивные виды, а потому они захватили весь континент (неверно, но красиво)

25. Североамериканский серый волк — сильный, смелый и агрессивный зверь. Волки живут в организованных стаях и помогают друг другу в охоте, защите территории и молодняка. Волк вынослив и приспособлен хорошо переносить холода. Об этом говорит и то, что из волчих шкур можно делать неброские, но добротные шубы. Американские койоты в среднем мельче и слабее волков. Койоты обычно живут и охотятся поодиночке и не склонны помогать друг другу. Однако уже немало лет выживание серого волка в США волнует зоологов и требует постоянного внимания со стороны защитников окружающей среды и правительства, в то время как ареал койотов растёт, в том числе, за счёт северных районов США. Приведите гипотезы, объясняющие уязвимость серого волка и успех койота в США. (2012.8.5)

Ответ. Причин, по которой волки вымирают и нуждаются в охране, а койоты успешно размножаются, несколько. Во-первых, как следует из условия вопроса, это браконьерство: волков убивают из-за шкур. Но главная причина — в разности их сред обитания. Койот живет на открытых пространствах, а волки — в лесу, уничтожая лес, таким образом уменьшаются среда обитания для волка. Кроме того койот способен жить рядом с человеком, в городах, питаться на свалках, чем ещё больше увеличивает свой ареал обитания. Койоты плодятся лучше, чем волки. Ещё один фактор, к которому приводит уничтожение лесов — исчезновение крупных копытных, на которых охотятся вол-

ки. Они уходят вслед за вырубаемым лесом и распахиваемыми землями. Охотятся на волков и фермеры, считая, что они представляют угрозу для домашнего скота.

26. Известно, что действия животных, проживающих стаей или колонией, часто скоординированы. У некоторых видов (например, у волков) одна особь принуждает остальных к повиновению и на протяжении длительного времени служит источником сигналов, которым подчиняются остальные члены группы. Однако у других животных (например, косяк сельдей или колония коралловых полипов) такая постоянная иерархия отсутствует. Как могут группы организмов координировать своё поведение при отсутствии постоянного лидера? (2012.8.6)

Ответ.

- Внешний стимул, на который может отреагировать любой член группы
- Копирование
- Все одинаковые, поэтому действуют одинаково
- Действуют каждый за себя, но при этом получается случайный успех
- Случайный временный лидер

27. Пищевые отравления и пищевые инфекции являются серьёзной проблемой для людей. Многие особенности инстинктивного поведения человека направлены на избегание несвежей пищи. В то же время разнообразные виды животных специализируются на поедании падали и безнаказанно едят то, что с точки зрения человека является безнадежно испорченным и потому смертельно опасным. Какие приспособления могут позволять им это делать? (2012.9.5)

Ответ.

- Расщепление токсинов
- Невосприимчивость к бактериальным токсинам
- Быстрый обмен веществ
- Развитие печени или ее аналога для аккумуляции ядовитых веществ

- Более развитая выделительная система
- Выработка веществ, убивающих бактерий
- Избирательное поедание
- Аптерии (то есть меньше шансов для бактерий развиваться на теле)

28. Некоторые организмы обладают способностью испускать свет, который сами они, очевидно, не способны увидеть. Какие объяснения такому явлению вы можете предложить? Рассмотрите разные варианты. (2012.10.1)

Ответ.

- Привлечение и освещение симбионтов
- Свет может мешать, поэтому организмы приспособились его не видеть
- Свет — побочный результат метаболизма

29. У многих животных, особенно ведущих одиночный образ жизни, существуют такие поведенческие и анатомические защитные адаптации, что физическое приближение другого животного связано для приближающегося животного с большим риском опасных для жизни повреждений. Однако носители таких адаптаций нередко используют в размножении внутреннее оплодотворение, которое требует физического контакта партнёров. Какие дополнительные адаптации у таких организмов позволяют совместить наличие защитных адаптаций с возможностью размножаться? (2012.11.1)

Ответ.

Сначала о том, как на самом деле спариваются ежи. Влагалище у ежей находится в самом конце тела, а пенис у самца, напротив, в середине живота. Поэтому ежу не нужно полностью взбираться на самку. Да и она, оберегая партнера, старательно приглаживает колючки и изгибает спинку вниз. Теперь о том, как следовало бы ответить на вопрос. Основные версии школьников:

- В сезон размножения защитные адаптации не работают, отключаются, отваливаются или проявляют меньшую активность

- При спаривании защитные адаптации отключаются или отваливаются, или прячутся
- Защитные приспособления не действуют на своих (все особи данного вида, например, устойчивы к яду)
- Определенное строение половых органов
- Спаривание в определенной позе
- Самец приносит самке «подарок», отвлекая ее
- Самец обездвиживает самку (например, ядом)
- Капсула со спермой (сперматофор) передается самке или оставляется у нее на пути
- Самец и самка радикально отличаются размерами
- Чередование полового и бесполого поколений, защищено только бесполое
- Очень быстрое спаривание
- Оплодотворение во время спячки (сна) одного из партнеров

30. У дверей лаборатории профессора Чебуркова собралась шумная группа студентов.

— Посторонним вход воспрещён, — строго сказала вахтёрша Надежда Марковна. — В лаборатории хранится уникальная коллекция вирусов. Ещё совсем недавно люди умирали от этих болезней, но в последнее время заболеваемость удалось снизить до нуля, так что вряд ли найдётся другая лаборатория, которой удалось собрать и сохранить такие образцы.

— Вот потому-то мы и пришли, — заявили студенты. — Зачем хранить опасные вирусы, если этими болезнями никто не болеет? Чебурков наверняка работает над секретным биологическим оружием. Мы требуем уничтожения коллекции!

— Ну что вы! — возмутилась Надежда Марковна. — Профессор Чебурков — известный гуманист и борец за мир. Есть множество мирных причин сохранять и изучать эти вирусы. Если сами не догадываетесь, садитесь на скамеечку и я вам всё объясню.

Как вы думаете, какие доводы могла бы привести Надежда Марковна студентам? (2012.11.2)

Ответ.

Причин для сохранения такой смертельной коллекции может быть несколько:

- На случай вспышки заболевания:
 - Если очаг остался в нетронутых областях Земли
 - Если кто-то сделает биологическое оружие
 - Если новый вирус возникнет в результате эволюции. В этих случаях, особенно последнем из них, имея коллекцию, можно:
 - * Создавать вакцины
 - * Разрабатывать лекарства
 - * Модифицировать изначальный вирус для борьбы с ним
- Вирусы могут быть использованы в генной инженерии (при соответствующей модификации):
 - Как векторы для целенаправленной доставки генов в нужные клетки, или маркировки специфических клеток
 - Некоторые части вируса (белок оболочки) могут использоваться отдельно (для упаковки других молекул, например)
 - Некоторые части вирусов, кроме того, могут использоваться как лекарство или основа для лекарства
 - Можно использовать модифицированные вирусы для уничтожения определённых вредных животных и растений
- Вирусы представляют собой крайне интересный объект с точки зрения науки, поэтому не стоит упускать возможность изучить побеждённый вирус:
 - Можно проводить филогенетические исследования (с целью систематизации и обобщения знаний о вирусах), кроме того, это позволит сделать предположения о возникновении новой инфекции (как это делает ВОЗ на основе данных об уже известных вирусах)
 - Для разработки качественных лекарств для других вирусов необходимо знание о структуре и функционировании ферментов и белков различных вирусов, в том числе и содержащихся в коллекции

- Ферменты и другие белки вируса, запускающие специфические каскады внутри клетки (апоптоз, например, или, наоборот, пролиферацию), можно использовать в научной работе для моделирования этих процессов в культуре клеток или на живом объекте
- Можно изучать фундаментальные принципы взаимодействия клетки с вирусом (проникновение в клетку, механизм взаимодействия с аппаратом транскрипции, трансляции, и т.п.)

Глава 4

Вопросы «про эксперимент»

31. В юности профессор Наплевайт любил подвергать сомнению общепринятые истины. Например, он решил проверить, существует ли фотосинтез. Вот что он написал в своём дневнике:

«Для проверки гипотезы о фотосинтезе я решил добавить растению углекислого газа, чтобы фотосинтез (если он есть) шёл эффективнее. Я упаковал комнатное растение в прозрачный полиэтиленовый пакет. От баллона с углекислым газом провёл трубочку и настроил подачу небольшого объёма углекислого газа в пакет с растением. Другое такое же комнатное растение росло, как обычно. В течение двух месяцев я не обнаружил никакой разницы в развитии опытного и контрольного растений».

Когда Наплевайт рассказал своему однокласснику Аккурату про то, что этот опыт опровергает существование фотосинтеза, тот поднял его на смех. Нам тоже кажется, что эксперимент Наплевайта был далеко не безупречен. Как вы думаете, в чём именно? Обоснуйте свои соображения. (2012.10.2)

Ответ.

- Из уравнения фотосинтеза следует, что на 6 молекул CO_2 расходуется 6 молекул воды, а так же поглощается некоторое количество света. Следовательно, если только увеличить концентрацию углекислого газа, но не увеличить освещенность и полив, то ничего не произойдет.
- Кроме того, рост растения происходит не за счет синтеза большего количества сахаров (они, например, могут запасаться, но это не даст четко видимого эффекта), а за счет образования новых клеток. А клетка не может состоять только из углеводов — следовательно, нужен азот, фосфор, калий, натрий и др. элементы, содержание которых в почве не увеличилось.
- Если бы фотосинтез не протекал, то очень скоро растение бы погибло от недостатка кислорода, так как оно дышало тем O_2 ,

который выделялся в процессе фотосинтеза. Если же оно нормально функционировало, то фотосинтез существует.

- Наплевайт мог некачественно поставить эксперимент: пакет был негерметичным, растения были разными, он мог просто не заметить разницу в развитии растений (например, не проверить, не запаслись ли вещества в корне), условия для роста растений были разными и так далее.
- Сам эксперимент был не очень хорошо спланирован — выборка очень мала (всего 2 растения), описание недостаточно подробно (не указаны условия роста растения, способ полива и проч.)

32. В одной лаборатории изучали различные кормовые среды для выращивания шелковичного червя (гусениц шелкопряда *Bombyx mori*). Опыт проводили в стерильных условиях, и гусениц выращивали в чашках Петри, выстланных фильтровальной бумагой. Молодые гусеницы нормально развивались на предложенном искусственном корме, доходили до возраста окукливания, но вместо того, чтобы окуклиться, погибали. Однажды лаборант забыл положить в чашки фильтровальную бумагу, и личинки внезапно благополучно окуклились и развились в бабочек. Как вы думаете, что произошло в результате ошибки лаборанта? (2012.10.4)

Ответ.

- Для окукливания нужна смена условий
- Нарушилась стерильность и внутрь попали бактерии, вирусы и т.п.
- Гусеницы ели вместе фильтровальную бумагу и еду, а это плохо
- В фильтровальной бумаге есть какое-то соединение, похожее по свойствам на ювенильный гормон гусениц
- Фильтровальная бумага впитывала что-то важное для метаморфоза
- Фильтровальная бумага токсична для гусениц
- К фильтровальной бумаге плохо прикрепляться

33. Профессор Аккурат похвастался:

— Я за несколько поколений с помощью отбора и скрещиваний вывел из крокозябров с серой окраской дикого типа смуглую форму.

— А... — сказал профессор Наплевайт, — я получил такую же форму за одно поколение с помощью радиационного мутагенеза.

— Не уверен, что с точки зрения генетических отличий эти смуглые формы совпадают, — сказал Аккурат.

— А разве это можно проверить? — спросил Наплевайт.

В самом деле, могут ли две этих формы иметь разные генетические отличия и как это проверить? Предложите несколько способов. (2012.10.6)

Ответ. Почему так могло получиться:

- Могли мутировать разные гены, кодирующие ферменты одного каскада реакций
- Один и тот же ген мог сломаться в разных местах

Как проверить:

- Скрестить наплевайтовских с аккуратовскими и проанализировать потомство
- Скрестить и наплевайтовских и аккуратовских с диким типом и проанализировать потомство
- Найти дополнительные физиологические или биохимические отличия
- Проанализировать ДНК (например, при помощи гибридизации с флуоресцентными метками)

34. Аспирант Вася Пупкин поймал в раковине таракана и засунул его в секвенатор (прибор, определяющий последовательность нуклеотидов в ДНК). Когда секвенатор кончил работать, выяснилось, что среди полученных последовательностей имеются такие, которые соответствуют кускам геномов других организмов. Как вы думаете, фрагменты геномов каких организмов обнаружились в результатах, и откуда они там взялись? (2012.11.4)

Ответ.

- В вопросе ничего не написано о том, как готовили таракана к секвенированию. Поэтому можно предположить, что чужеродные фрагменты генома могли принести паразиты и симбионты таракана, какие-то организмы, которые он переносил на себе случайно (случайно осевшая на хитин бактерия) и непереваренные клетки из его пищи.
- Кроме того, неизвестно, насколько «чисто» был проведен эксперимент. Если Вася Пупкин просто приготовил таракана к эксперименту и разлил полученный гомогенат по пробиркам, то мог, например, не помыть заранее пробирки. Вирусы, бактерии, простейшие и мелкие многоклеточные животные могут переноситься воздухом и попадать в пробирки и другие важные части секвенатора. В принципе, «летать» могут даже фрагменты ДНК.
- Геном самих клеток может меняться: может произойти мутация, транспозиция или хромосомная перестройка, встроиться ретровирус или транспозон и так далее.
- Впрочем, отдельная соматическая мутация вряд ли окажет серьезное влияние на результаты секвенирования ДНК. Зато Пупкину мог попасться мутантный таракан, случайно убежавший из другой лаборатории. А ретровирус или транспозон мог попасть в клетки зародышевого пути, изменить геном гамет и впоследствии закрепиться.
- В геноме любого организма наверняка содержатся настолько важные гены, что любое изменение в них может быть смертельным. Например, такие гены могут отвечать за синтез или хранение ДНК. Или это могут быть гены, кодирующие транспортную РНК. Из-за того, что мутации в этих генах летальны, они, скорее всего, будут почти одинаковы и у амёбы, и у таракана или человека.
- Другие, менее важные гены, тоже могут быть очень похожи, например, у таракана и комара. Или у таракана и мечехвоста. То есть, чем ближе к таракану какой-то организм, тем больше этого организма и таракана будет одинаковых генов. Возможно, Вася Пупкин принял за чужеродные гены именно их.

35. Грегор Мендель для своих опытов с горохом использовал семь моногенно наследуемых признаков, а у гороха всего семь пар хромосом. Иногда пишут, что ему попросту повезло и что все отвечающие за эти признаки гены находятся на разных хромосомах, поэтому сцепления генов он и не наблюдал. Однако более поздние иссле-

дования показали, что соответствующие гены локализованы лишь в пяти из семи хромосом. Как вы думаете, каковы могли быть причины того, что сцепление не было обнаружено Менделем? (2012.11.7)

Ответ.

- Человеческий фактор: Мендель на сцепление не наткнулся случайно
- Процент кроссинговера слишком большой, поэтому сцепление плохо выявляется
- Генотип культивируемого гороха изменился со времен Менделя
- Влияние окружающей среды (экспрессивность, пенетрантность) «затеняет» генетические изменения

Основой для вопроса послужила статья Daniel Fairbanks и Bryce Rytting «Mendelian controversies: a botanical and historical review» (American Journal of Botany, 2001, vol. 88, p. 737–752). В целом, набор высказанных школьниками идей не сильно отличается от обсуждаемых в этой статье.

36. Ещё граф Монте-Кристо замечал, что к яду можно привыкнуть, начав с несмертельных доз и постепенно увеличивая дозу приема. Похожий эффект можно наблюдать и у бактерий: если длительное время выращивать бактериальную культуру на богатой питательными веществами среде в присутствии малых, постепенно повышающихся доз яда, то можно получить линию, переносящую в десятки раз большие дозы по сравнению с исходными клетками. Однако генетический анализ выведенных таким образом бактерий иногда показывает дефекты в некоторых важных клеточных ферментах. Почему так получается? Предложите различные варианты объяснений наблюдаемым фактам. (2011.11.5)

Ответ. У описанной проблемы есть много аспектов:¹

- Эволюционные механизмы «привыкания» бактерий к яду.

¹Примечание составителей сборника. Данная задача разобрана намного детальнее, чем остальные — во-первых, потому, что она довольно трудная и подразумевает знание и механизмов действия хотя бы некоторых ядов, и факторов молекулярной эволюции; во-вторых, чтобы более подробно показать, какой логикой руководствуются исследователи — да и некоторые хорошо подготовленные участники олимпиады! — при анализе возможных вариантов ответа.

В отличие от людей и других многоклеточных эукариот, время жизни индивидуальных бактерий намного меньше продолжительности эксперимента. Поэтому в данной ситуации речь идет не о физиологическом эффекте привыкания индивидуума (как в случае с графом Монте-Кристо), а об адаптации на уровне популяции.

Присутствие яда, даже в малых дозах, может приводить к гибели части бактерий или снижению темпов деления и роста клеток (некоторых или даже всех). Таким образом, возникает давление отбора на популяцию, при котором бактерии, генетически менее чувствительные к яду, размножаются быстрее и в конце концов могут полностью вытеснить из популяции более чувствительных родственников (фиксация благоприятных аллелей). Важно отметить, что повышенная приспособленность этих аллелей может проявляться только в присутствии яда, а в нормальных условиях носители аллелей устойчивости к яду могут и уступать в приспособленности бактериям дикого типа.

Также важно соотношение скоростей рекомбинации и давления отбора. Большинство живых организмов имеют механизмы, позволяющие им обмениваться генетическим материалом с другими индивидуумами. Прокариоты используют для этой цели различные механизмы обмена генами, от обмена частями хромосом и плазмидами с живыми партнерами до непосредственного захвата и встраивания в собственный геном фрагментов «голой» ДНК из окружающей среды. Такая рекомбинация сильно повышает вероятность и «удачных» комбинаций мутаций, и избавления от вредных мутаций.

Из рассмотрения описанных условий эксперимента («в присутствии малых, постепенно повышающихся доз яда») можно сделать еще одно наблюдение, важное для дальнейших рассуждений. Если бы все аллели, необходимые для устойчивости к большим дозам яда, присутствовали в популяции с самого начала во всех возможных комбинациях, отбор мог бы произойти очень быстро, и эксперимент мог бы начаться сразу с максимальных доз. Тот факт, что для достижения максимальной устойчивости требуется длительное время и постепенное повышение доз, указывает не просто на отбор ранее существовавших генотипов, но на возникновение новых генотипов путем мутаций или рекомбинации.

- Биохимические аспекты действия ядов. Яды могут нарушать жизнедеятельность клеток, например, следующими способами:

- Непосредственно разрушая различные клеточные структуры (например, нарушая целостность мембраны и клеточной стенки или разрушая хромосомы).
 - Специфически нарушая активность ферментов и иных молекулярных машин (например, ингибируя дыхательные ферменты или блокируя сайты связывания тРНК в рибосоме).
 - Вызывая повышение скорости мутаций до уровня, когда естественный отбор не справляется с накоплением вредных мутаций, что приводит к постепенному вырождению популяции.
 - Активным поражающим действием могут обладать как сами яды, присутствующие в среде, так и вторичные продукты их метаболизма. В последнем случае защита от яда также может быть направлена на промежуточные звенья метаболической цепи с целью не допустить появления токсичных метаболитов.
- Молекулярные механизмы приобретения устойчивости к яду. Бактерии могут приобретать генетическую устойчивость к ядам с использованием следующих механизмов:
 - Механизмы, предотвращающие попадание яда в клетку. Это может достигаться изменением состава и структуры мембран или клеточной стенки, путем изменения свойств (или регуляции активности) ферментов, производящих компоненты этих структур или молекулярных машин, участвующих в их сборке.
 - Механизмы, обеспечивающие удаление яда из клетки. У многих бактерий существуют транспортные системы, выбрасывающие молекулы ядов во внеклеточное пространство. Увеличение эффективности работы этих систем приводит к повышению устойчивости к ядам. Один из простых и быстрых способов увеличить активность какой-то генетической системы — это увеличение числа копий кодирующих ее генов в геноме (амплификация); другой механизм — модификация промоторов этих генов, приводящая к увеличению экспрессии (*сверхэкспрессия*).
 - Механизмы активной нейтрализации яда. Активная нейтрализация яда может осуществляться путем приобретения или усиления фермента, модифицирующего сами яды или активные продукты их метаболизма. Другой способ —

производство продукта, связывающего молекулы яда в неактивные комплексы. Оба механизма могут работать как внутри, так и вне клетки (в последнем случае нейтрализующие продукты секретируются во внеклеточную среду).

- Механизмы, связанные с модификацией мишеней ядов. Если действие яда достаточно специфично, мутации их мишеней (т.е., тех молекул, с которыми молекула яда непосредственно взаимодействует) могут сообщать устойчивость к этим ядам. Так, есть много антибиотиков, которые связывают рибосомальные РНК и тем самым блокируют трансляцию, или связывают фермент РНКполимеразу и блокируют транскрипцию. Известны мутации в рибосомальной РНК и в РНК-полимеразе, которые ослабляют или вовсе снимают способность антибиотиков связывать мишени. Носители таких мутаций устойчивы к соответствующим антибиотикам.
- Механизмы борьбы с последствиями действий яда. Клетка может просто переживать воздействие яда путем увеличения активности систем, борющихся с его последствиями. Например, если яд блокирует фермент, что приводит к накоплению токсичных промежуточных продуктов метаболизма, можно увеличить активность системы, нейтрализующие эти продукты. Если в результате действия яда разрушается ДНК, последствия можно ослабить повышением активности репарационных систем. Если в результате поражения ядом нарушается активность ферментов окислительного фосфорилирования, этот эффект можно частично компенсировать путем перехода на гликолиз. Важную роль в осуществлении этих механизмов играют амплификация и сверхэкспрессия соответствующих генов.
- Механизмы, связанные с метаболизмом ядов. Если активным, поражающим действием обладают не сами яды, а вторичные продукты их метаболизма, одним из возможных механизмов является воздействие на соответствующие шаги их метаболизма. Инактивация одного из ферментов метаболической цепи может предотвратить накопление активного продукта и, соответственно, снижение токсического эффекта.

Большинство из рассмотренных выше механизмов не исключают а, напротив, дополняют и усиливают действие друг друга. Таким образом можно добиться суммарной устойчивости, во мно-

го раз превышающей эффект каждого отдельно взятого механизма. Для этого, однако, необходимы многие изменения в разных генах и сочетание этих мутаций в одном геноме, что требует времени на возникновение или рекомбинацию всех этих аллелей. Последовательное накопление множественных изменений и приводит к эффекту постепенного «привыкания» бактериальной культуры к яду.

Кроме того, большинство описанных генетических изменений являются полезными для бактерий только в присутствии яда и, как правило, вредны в нормальных условиях. Так, амплификация и сверхэкспрессия транспортных систем приводит к неоправданному расходу ресурсов, если удаляемые ими из клетки молекулы не являются ядами. Мутации РНК-полимеразы, сообщающие устойчивость к антибиотикам, часто увеличивают частоту ошибок транскрипции; напротив, мутации, приводящие к увеличению точности репликации ДНК (что может использоваться как механизм устойчивости к ядам-мутагенам), обычно замедляют синтез ДНК в сотни раз. По этой причине в норме не существует популяций сверхустойчивых организмов; в природе такие мутации редки и фиксируются в популяциях только в условиях сильного давления отбора (как, например, являются условия описанного эксперимента). После снятия давления отбора популяция быстро возвращается к исходному состоянию, теряя приобретенные механизмы устойчивости.

- Все эти соображения позволяют предложить следующие гипотезы о связи между приобретенной устойчивостью к яду и генетическими дефектами:
 - Накопление генетических дефектов может быть никак не связано с приобретением устойчивости к яду, если бактерии выращиваются на богатой питательными веществами среде. Дефекты метаболизма, которые бы привели к снижению приспособленности бактерий в дикой природе или при выращивании на бедной среде, будут «не замечены» отбором, если вещества, производство которых нарушено мутациями, доступны непосредственно из среды.
 - Накопление генетических дефектов не связано с приобретением устойчивости к яду, но вызвано присутствием яда в среде. В популяциях, находящихся под воздействием яда, скорость мутаций может возрасть просто как следствие общего стресса и, соответственно, возрастания количества

ошибок репликации и подавления репарационной активности.

- Накопление генетических дефектов - побочный эффект приобретения устойчивости к яду. Например, как было замечено ранее, некоторые мутации РНК-полимеразы, сообщающие устойчивость к ядам, увеличивают частоту ошибок транскрипции; белки, экспрессированные с таких мутировавших мРНК, будут содержать мутации; и если такие белки участвуют в синтезе или репарации ДНК, то это приведет к увеличению общей скорости мутаций. Несмотря на вред этих мутаций, стабилизирующий отбор, который бы в нормальных условиях не допустил бы их распространения в популяции, не в силах противостоять силе движущего отбора, фиксирующего аллели устойчивости к яду.
- Возникновение устойчивости к яду и накопление генетических дефектов являются следствием одних и тех же процессов. Многие ученые рассматривают повышение скорости мутаций в условиях стресса как адаптивное явление. Действительно, снижение точности репликации и репарации ДНК в неблагоприятных условиях приводит к быстрому увеличению генетического разнообразия популяции. Среди множества вновь возникающих мутаций могут найтись те, которые увеличивают приспособленность организма в изменившихся условиях.
- Наблюдаемые генетические дефекты напрямую способствуют повышению устойчивости к яду. Если непосредственная токсическая активность присуща не самому яду, а продукту его метаболизма, или требует взаимодействия этого яда с другими веществами, в норме находящимися внутри клетки, нарушение соответствующих звеньев метаболической цепи может повышать устойчивость к яду. Если метаболический дефект затрагивает стадию превращения яда в токсичный продукт или нарушает синтез соединения, взаимодействующего с ядом, такая мутация в присутствии яда окажется благоприятной.

Глава 5

Вопросы на структурную логику

37. Музей Естественной Истории открывался после ремонта. Рабочих попросили расставить в установленных местах таблички с латинскими названиями экспонатов, которые должны были вскоре принести из хранилища. Во время обеденного перерыва два рабочих делились впечатлениями:

— Я ни слова не понимаю по-латыни, — признался один, — но заметил, что все таблички у нас на втором этаже состоят из двух слов, и весьма часто второе из этих слов одинаково у близкостоящих экспонатов.

— Как интересно! — воскликнул другой. — У нас на третьем этаже всё наоборот — рядом стоят таблички, у которых только первое из двух одинаково. А на некоторых вообще три слова — два одинаковых, а третье отличается. Надо бы прийти сюда после открытия выставки, посмотреть, что затеяли организаторы.

Судя по тому, как сгруппированы образцы, что могут иллюстрировать выставки на втором, а что — на третьем этаже? (2012.7.6)

Ответ.

Животные и растения называют в соответствии с принципами бинарной номенклатуры. Каждое название вида состоит из названия рода и видового эпитета. Иногда к этим двум словам прибавляют название подвида (так принято делать, например, для млекопитающих).

- 2 этаж:

- Разные виды, обитающие на одной территории: видовые эпитеты часто отражают место находки вида (скажем, эпитет *sinensis* — «китайский»)
- Животные, занимающие одну экологическую нишу: видовые эпитеты могут отражать экологические особенности вида (например, *palustris* — «болотный»)

- 3 этаж:

- Экспонаты, относящиеся к разным видам одного рода или к разным подвидам одного вида: первое слово (название рода) у них будет одинаково
- Эволюция: для иллюстрации эволюции часто используют виды, относящиеся к одному роду (например, названия экспонатов по эволюции человека будут часто начинаться с *Номо*)
- На обоих этажах могут встретиться названия, которые появились в честь какого-нибудь знаменитого ученого. В этом случае экспозиция будет, скорее всего, посвящена этому ученому. Сейчас в честь ученых называют обычно виды (то есть видовые эпитеты будут похожи). Роды в честь ученых чаще называли в прошлом (например, Карл Линней назвал немало родов в честь коллег), а сейчас так делают в основном в малоизученных группах (там больше «простора» для творчества) и еще в честь особенно выдающихся исследователей.

Глава 6

Вопросы на системную логику

38. Чем дальше к северу, тем шире экологические ниши видов деревьев. Другими словами, северные виды деревьев приспособлены к выживанию в более широком диапазоне климатических факторов, чем их южные соседи. Как вы думаете, чем обусловлен этот эффект? (2012.10.3)

Ответ.

- Самая распространенная категория ответов — описание различных приспособлений северных растений к суровым условиям. Тут были всевозможные варианты:
 - Запасание веществ
 - Способность к уходу в состояние покоя
 - Короткий сезон вегетации
 - Совершенствование способов размножения
 - Увеличение количества семян
 - Защита семян
 - Более успешное вегетативное размножение и так далее
- Вторая категория самых распространенных ответов — это рассказ о том, почему северным деревьям легко жить на юге, и как тяжело южным на севере:
 - Северным не нужно много света, тепла, воды и пр.
 - Северные живут в более широком диапазоне температур
 - Северные мигрировали с юга с сохранением адаптаций к теплему климату

Основой для вопроса послужила статья Xavier Morin и Martin J. Lechowicz «Geographical and ecological patterns of range size in North American trees» (Ecography, 2011, vol. 34, p. 738–750).

39. В настоящее время распространяется точка зрения, что большие плотины — это зло, и не только новых строить нельзя, но и старые надо разобрать. К каким кратковременным и долгосрочным последствиям для биоценозов могут привести планомерный спуск водохранилищ и разборка плотин? (2012.11.6)

Ответ. Школьники привели множество правильных версий, но количество разумных версий на одну работу редко превышало три. Вот наиболее распространенные и одновременно биологически правильные:

- Изменение химического состава воды
- Гибель животных, обитающих в стоячих водоемах
- Нарушение пределов изоляции видов
- Гибель организмов, для которых важна глубина воды
- Увеличение концентрации кислорода в воде
- Изменение структуры почвы
- Расширение русла реки
- Изменение климата на данной территории

Наиболее часто встречающиеся **ошибочные** варианты ответов:

- Заболачивание территорий
- Вымывание почв
- Гибель наземных видов ниже по течению
- Засуха выше по течению

Вообще, сложилось впечатление, что у писавших олимпиаду разборка плотины прочно ассоциируется с жуткой катастрофой — неудержимыми потоками воды, смывающими и разрушающими все и вся на своем пути. Картины всеобщей гибели и вообще конца света встречались не так уж редко. Отсюда и типичные ошибки при ответе.

Литература о вопросах олимпиады

- Биология в вопросах и ответах: учебное пособие. 1993. М.: МИРОС, Международные отношения. 216 с.
- Браславская Т.Ю., Доброчаев А.Е., Скобеева В.А. 1988. Школьная биологическая олимпиада МГУ как элемент системы дополнительного биологического образования. Ломоносовские чтения — 1998. Секция «Методические проблемы современного образования и современные информационные технологии», 24–28 апреля 1998. Тезисы докладов. Ч. 1. М.: Изд. отдел УНЦ ДО МГУ. С. 47–51.
- Виноградов Г.М. 2000. 50 лет Школьной биологической олимпиаде МГУ. Природа. № 7 (1019). С. 77–78.
- Виноградов Г.М., Голубева М.В., Шипунов А.Б. 1998. Принципы составления и проверки вопросов для письменных турниров по биологии (опыт I-го тура Школьной Биологической олимпиады МГУ). Ломоносовские чтения — 1998. Секция «Методические проблемы непрерывного образования и современные информационные технологии», 24–28 апреля 1998. Тезисы докладов. Часть 1. М.: Изд. отдел УНЦ ДО МГУ. С. 55–57.
- Виноградов Г.М., Шипунов А.Б., Фридман М.В. 2001. Письменная олимпиада по биологии: принципы составления вопросов и проверки ответов. Биология в школе. № 6. С. 33–35.
- Жуков Б.Б. 2000. Откуда крылья растут. Итоги. 2000. № 15 (201). С. 50–51
- Лапин В.И., Беркинблит М.Б., Длусский Г.М., Онипченко В.Г. 1982. XXXII Московская Биологическая Олимпиада МГУ. М. МГУ.
- НТО «Молодые биологи – школе» биологического факультета МГУ. 1987. Задачи XXXVII биологической олимпиады школьников в МГУ. М.: МГУ. 47 с.