

# Рекомендации по составлению вопросов для Турнира юных биологов

Кузин И.А., Лимонова Е.Н., Петухова Д.Ю., Пупов Д.В., Шаламов Р.В.

Невозможно подготовить турнир на высоком методическом уровне, не уделяя достаточное внимание составлению задач, которые на нем обсуждаются. При этом очень важно понимать, в чем состоят особенности составления турнирных задач, чем они отличаются от заданий олимпиад. Олимпиадные задания могут иметь различную форму: наиболее часто это задания тестового характера (всероссийская олимпиада школьников), а в некоторых случаях это могут быть задачи открытого типа (школьная биологическая олимпиада МГУ, соросовская олимпиада). Но в любом случае биологическая олимпиада подразумевает **индивидуальное решение** заданий в **ограниченное время, без использования вспомогательных материалов**. Турнир представляет собой совершенно иной тип соревнований: здесь время для решения задач ограничено слабо - задания публикуются заранее, минимум за полгода; решения выполняются коллективно под руководством тренера команды, с использованием разнообразных информационных источников, а зачастую и с привлечением специалистов из той или иной области. Во время боев на турнире каждое решение подвергается критической оценке, дискуссионному обсуждению и рецензированию. Такая специфика турниров предъявляет особые требования к составлению и формулировке турнирных задач. Поэтому не всякая задача, подходящая для проведения олимпиады, может являться хорошей турнирной задачей.

Далее мы приведем основные требования к тому, как должна быть сформулирована корректная биологическая задача, предназначенная для обсуждения на турнире.

Придумывая задачу, всегда необходимо хотя бы в общем виде представлять, какие решения и ответы на поставленные вопросы могут быть получены. Это помогает грамотно сформулировать задачу, разумно ограничить поле последующей дискуссии на турнире, а так же акцентировать внимание на самой интересной и привлекательной для участников стороне вопроса. Хорошая задача должна допускать как несложное решение, доступное среднему школьнику, интересующемуся биологией; так и более глубокое, интересное олимпиаднику и даже специалисту в данной области.

**1. «Научность задачи»** Предлагаемая задача должна быть научной: при ее решении не должна возникать потребность выходить за рамки современных естественнонаучных, в частности биологических, знаний, концепций, методов и подходов. Поэтому тему задачи и основные вопросы, связанные с ней, необходимо подбирать так, чтобы все промежуточные тезисы и обоснования решений могли полностью отвечать критериям научности, базироваться на описаниях правильно поставленных научных экспериментов, подтверждаться различными независимыми источниками.

Примером задачи, не отвечающей данному требованию, является следующая:

*«Media sapiens» Человечество постоянно находится под воздействием информационного поля. Объясните с биологической точки зрения механизм воздействия информационного поля (реклама, PR, политехнологии). Какие меры предложите Вы, дабы избежать пагубного воздействия этого поля?*

К недостаткам формулировки и постановки задачи можно отнести:

- 1) Использование псевдонаучной или до конца не определенной терминологии (информационное поле);
- 2) Необосновано губительное действие информационного поля, нет конкретизации, описания симптоматики, последствий такого влияния;
- 3) Задача выходит за рамки биологии, основной акцент в вопросе поставлен скорее на применении знаний из психологии и социологии (контрпример: задача «Влюбленные» - тематика задачи так же подразумевает применение данных из смежных с биологией

областей, но в формулировке четко задан акцент на выяснение биологических механизмов явления);

- 4) Очень трудно привести полностью обоснованное и доказуемое решение задачи в рамках естественных наук, что может вызвать дополнительные обоснованные претензии оппонентов и рецензентов, хотя докладчик по большому счету не будет виноват в сложившейся ситуации.

Важно так же отметить, что при выборе темы для задачи следует наиболее аккуратно и тщательно обрабатывать формулировки, если речь идет о следующих областях биологии:

- 1) Наиболее плохо разработанных и исследованных разделах, где существует большое количество различных противоречивых гипотез и моделей, недостаточно подтвержденных экспериментально или неполно описанных в доступных литературных источниках (например, исследования механизмов долговременной памяти у человека или взаимосвязанность процессов старения и прионизации)
- 2) В вопросах биологии, традиционно являющихся полем деятельности гипотез сомнительной научности, таких как неоламаркизм, митогенетические излучения, волновая генетика. Опасность связана с наличием большого числа различных недостоверных источников информации, в степени ненадежности которых зачастую под силу разобраться только специалисту (например, по этой причине могут быть неудачны формулировки задач про эпигенетические механизмы наследования, механизмы чтения мыслей и т.д)

**2. «Обучающий характер задачи»** Турнирная задача должна носить обучающий характер, это не научное исследование в полном смысле этого слова, а скорее модель того, как его необходимо осуществлять – «игра в науку». Для решения такой задачи необходимо пройти ряд этапов:

- определение основных вопросов, на которые необходимо ответить;
- поиск информации в различных источниках по теме задачи;
- структурирование и обработка найденного материала;
- создание общей логической концепции по данной теме (основные идеи в виде тезисов);
- построение ответа на задачу.

В соответствии с принципом обучения, при составлении задачи могут быть применены следующие приемы:

- 1) В условии могут быть введены допущения фантастического характера для создания обсуждаемой ситуации (примеры: «Лилипуты» - изобретена машина, мгновенно уменьшающая людей, «Жизнь без вирусов» - на планете исчезли все вирусы, «Сурвивин» - создан препарат, предотвращающий гибель клеток);
- 2) Задача может представлять собой достаточно реалистичное исследование, но по определенным причинам не актуальное для современной науки (примеры: «Дуплетный код» – сейчас нет практической потребности сужать генетический код, а наоборот, проводятся исследования по его расширению; «Биохимклассификация» – для классификации в современной науке часто удобнее использовать деревья, построенные на основании гомологии макромолекул (например, рРНК) а не сходство биохимических путей и химического состава);
- 3) Задача может носить во многом исторический или философский характер, при этом оставаясь в рамках биологии (примеры - «ТОР 10», «Чипполино», «Ревность»)

**3. «Творческий характер задачи»** Турнирная задача должна стимулировать творческую активность – в ходе решения любой задачи школьники, безусловно, учатся работать с литературными источниками. Но при этом условие задачи должно быть таким, что бы ее решение не представляло собой просто реферат на заданную тему. Необходимо заставить участника *применять* знания, полученные в работе с литературой, а не просто пересказывать известные ему факты. При этом участник должен иметь *максимальную свободу* в построении

своих рассуждений и в выборе фактов для подкрепления тезисов, но, конечно, в разумных пределах и в соответствии с научными представлениями.

Как показывает опыт, почти любую реферативную задачу можно актуализировать, сделать максимально интересной и требующей творческого подхода при ее решении. Лучший способ для этого – добавить в задачу какую-то интригу: поставить вопрос так, чтобы участник проявил максимум самостоятельности в выборе пути решения и его обосновании.

Приведем два таких примера:

- 1) **«Старение»** *Каждый человек рано или поздно задумывается о конце своего жизненного пути. Почему человек стареет? Какие гипотезы старения существуют? Какова основная биологическая роль процесса старения?*

Сравните – **«Эликсир жизни»** Великий ученый А.В. Бородач изобрел уникальный эликсир, который, по его мнению, может замедлить процесс старения любого живого существа. Возможно ли создание подобного универсального «эликсира жизни», который бы достаточно хорошо действовал на представителей различных групп живых организмов? Каким бы мог быть его состав?

Творческий компонент здесь – это необходимость сформировать свою точку зрения по вопросу возможности создания такого эликсира и обсудить каким бы мог быть его состав. Прямой ответ в литературе на этот вопрос найти почти невозможно, что потребует от участника самостоятельных рассуждений. Заметим, что хотя тематика несколько изменилась, но при подготовке решения задачи **«Эликсир жизни»** участнику неизбежно придется ответить для себя на все вопросы, поставленные в задаче **«Старение»**.

- 2) **«Термофилы»** *Для некоторых организмов оптимальная температура среды обитания близка к 100°C. Какие особенности строения и функционирования характерны для них?*

Сравните – **«Глобальное потепление»** В далеком будущем в результате сильных климатических изменений температура на поверхности Земли постепенно повысилась и достигла 80–90°C. Большинство видов флоры и фауны погибли, но некоторые представители приспособились к обитанию в таких условиях. Предположите, какие адаптации на клеточном и молекулярном уровне и в каком порядке должны были возникнуть у мезофильных предков таких организмов?

Творческий компонент здесь – необходимость не просто перечислить адаптации термофилов, которые достаточно легко найти в литературе, но так же и предложить порядок их возникновения, т.е. выяснить связи между адаптациями и обосновать логику эволюционного сценария.

4. **«Дискуссионность задачи»** В условии турнирной задачи должна быть заложена возможность для ее широкого обсуждения в ходе дискуссии. Поэтому она обязательно должна предполагать несколько альтернативных решений, а так же содержать значительное количество «узких мест» - этапов решения, для которых необходимо объяснять логику различных действий и шагов, доказывать верность построений и выводов. Все это будет вызывать дополнительные вопросы от Оппонентов, Рецензентов и членов жюри, что, в случае если Докладчик ориентируется в тематике задачи, только поможет ему более полно представить оригинальный вариант решения.

Отсюда следует, что задача не должна быть слишком узкой или специализированной – это позволяет сохранить актуальность темы и не сводить дискуссию к обмену мелкими вопросами с однозначными ответами. Отрицательный пример:

*Печень практически не отторгается при трансплантации из-за иммунной несовместимости. Но пересаживают её намного реже, чем сердце, почки и т.д. С чем могут быть связаны такие особенности?*

Но в то же время задача и не должна быть необъятной – в этом случае заведомо ясно, что Докладчик не в состоянии дать хоть сколько-нибудь полный и обоснованный ответ и дискуссия в таком случае может быть бесконечно долгой и не вполне конструктивной. Например:

*Может ли существовать жизнь, соответствующая определению Войткевича, но не на белково-нуклеиновой основе?*

Таким образом, при составлении задачи необходимо сразу в самой формулировке заложить возможность для достаточно широкого обсуждения решения в дискуссии. Приведем пример, как это можно сделать. Для этого рассмотрим первоначальный вариант следующей задачи:

*«Дуплетный код» Происхождение генетического кода является одной из самых сложных проблем эволюционной биологии. Однако большинство исследователей согласны, что современному триплетному коду предшествовал промежуточный дуплетный код. Почему? Достаточен ли будет набор аминокислот дуплетного кода для построения важнейших белков, в том числе ферментов?*

В ходе авторского обсуждения задача сменила акцент: превратилась из задачи про «самую сложную проблему эволюционной биологии» в задачу изобретательскую и основанную в первую очередь на понимании принципов молекулярной биологии. Дополнительную возможность для дискуссий добавил пункт задачи, в котором участникам предоставили больше свободы в выборе набора важнейших аминокислот. Это неминуемо привело решающих к необходимости глубже обосновывать свой выбор.

*«Дуплетный код» Перед Вами поставлена задача разработать свой вариант дуплетного кода. Ясно, что не все современные протеиногенные аминокислоты могут быть закодированы таким образом. Какие аминокислоты для построения дуплетного кода Вы бы отобрали, чтобы он мог кодировать известные белки и ферменты с минимальными потерями для их функциональности? Какими соображениями Вы будете руководствоваться при таком отборе? Представьте свой вариант дуплетного кода и опишите его преимущества и недостатки по сравнению с триплетным.*

Турнирная задача может не содержать в себе всех данных необходимых для ее решения, в таком случае участникам приходится самостоятельно делать некоторые допущения и выбирать модель. Часто постановка ограничений на модель исследования заложена в задачах, решения которых заведомо объемны и вариативны, например «Химическая эволюция» или «Эукариоты» (участникам как минимум придется оговорить начальные условия для построения своих концепций). Но, в принципе, вынудить участников правильно выбирать модель и ставить ограничения условий можно в каждой задаче, адекватно ее сформулировав. Это можно видеть на следующем примере:

*«Гепард» Считается, что наибольшую скорость при передвижении по земле способен развивать гепард. Какие анатомические и физиологические параметры делают его таким быстрым?*

Сравните, после переработки - *«Самый быстрый» Считается, что наибольшую скорость при передвижении по земле способен развивать гепард. Какими анатомическими, физиологическими и экологическими параметрами определяется максимальная скорость движения наземного животного? Как Вы думаете, могли ли существовать среди вымерших животных более быстрые, чем гепард?*

Для решения задачи можно выбрать две основных модели:

- 1) Рассматривать как самое быстрое животное гепарда и обсуждать, за счет чего он этого достигает. Тогда нужно сравнивать гепарда в первую очередь с близкими родственниками и доказывать, в частности, что в ходе эволюции его скорость достигла предела и не продолжает увеличиваться.
- 2) Построить идеальную модель самого быстрого животного и сравнить его по разным параметрам со всеми претендентами на это звание, в том числе и с самыми дальними родственниками.

Суммировав все вышесказанное, можно подчеркнуть следующие моменты:

- 1) При составлении задачи необходимо ориентироваться на предположительный ответ, который могут дать участники на поставленные вопросы;
- 2) Задача должна быть научной, но носить скорее обучающий характер;
- 3) При формулировке задачи всегда необходимо отдавать предпочтение постановке вопроса, предполагающей максимально творческий подход к решению и обуславливающей возникновение широкой и интересной дискуссии в ходе боя.

## Классификация типов задач Турнира юных биологов

Для задач, встречающихся в практике биобоев, можно предложить следующую классификацию:

### 1. Задачи на выявление причинно-следственных связей:

- 1.1 «Причины» - объяснение природного явления, в том числе построение эволюционных сценариев («Эукариоты» - предложить последовательность возникновения основных эукариотических признаков в ходе эволюции; «Жизнь без железа» - объяснить почему у некоторых организмов функции железа выполняют другие металлы)
- 1.2 «Следствия» - прогнозирование следствий из предлагаемой предпосылки, в том числе фантастической («Жизнь без вирусов» - необходимо дать прогноз развития ситуации, когда на планете исчезли все вирусы; «Хищные бактерии» - необходимо привести особенности строения и функционирования клеток хищных бактерий)
- 1.3 «Эксперимент» - планирование эксперимента и интерпретация его результатов («Растительная нейробиология» - спланировать эксперименты по выяснению природы и свойств электрического потенциала клеток растений)

### 2. Задачи на сравнение:

- 2.1 «Качественное сравнение» («Прямая связь» - сравнить прямые и обратные связи в биологических системах; «Чипполино» - сравнить методы классической селекции и генетической инженерии, выделить преимущества и опасности ГМО)
- 2.2 «Экстремум» - Поиск минимума или максимума и его исследование («Ковчег» - создать минимальный список видов живых организмов, которых необходимо взять с собой при колонизации другой планеты; «Самый быстрый» - выяснить, какими параметрами ограничивается максимальная скорость передвижения наземного животного)
- 2.3 «Оптимум» - Поиск и исследование оптимума («Родственники» - необходимо рассмотреть с различных позиций оптимальную приспособленность растительных организмов; «Шестое чувство» - рассмотреть различные сенсорные чувства, которые не встречаются у человека, и выделить из них наиболее полезное для человека)

### 3. Задачи на перенос материала между областями, в том числе междисциплинарные:

- 3.1 Перенос понятия или принципа («Естественный отбор в истории» - необходимо найти исторические примеры действия движущего отбора в популяциях человека; «Биогенетический закон» - выполняется ли биогенетический закон, сформулированный для животных, в случае развития растительных организмов)
- 3.2 Перенос метода («Влюбленные», «Ревность» - применение физиологического и эволюционного метода к анализу явлений из области психологии)