

## Примерни задачи за втория етап на ученическото състезание

„Пътешествие в биологията”, 21. 03. 2020 г.

### I. Кратко описание на типовете учебни задачи

Учебните задачи за втория отборен етап на състезанието са практически-ориентирани и са съставени върху учебното съдържание, изучавано в обучението по учебния предмет „Биология и здравно образование” 9. – 12. клас (общообразователна и профилирана подготовка). Основа за конструиране на задачите са теоретичните знания (понятия, закони, закономерности, хипотези, теории), които са регламентирани в учебните програми по предмета и съответстват на различни области на биологичните науки – клетъчна и молекулярна биология, биохимия, микробиология, генетика, ембриология, екология, еволюция и др. Всички тези области са включени в следните тематични направления, разписани в действащите учебни програми по „Биология и здравно образование” 9. – 12. клас:

- *Химичен състав на живата материя;*
- *Надмолекулни комплекси;*
- *Структура и процеси в клетката;*
- *Възпроизводство на клетката;*
- *Приложение на знанията за клетката.*
- *Многоклетъчен организъм – наследственост и изменчивост, размножаване, растеж и индивидуално развитие;*
- *Биосфера – популация, биоценоза, екосистема, екологични фактори;*
- *Биологична еволюция – произход и развитие на живата материя; произход и еволюция на човека; доказателства за биологичната еволюция.*

За решаването на задачите от учениците се изисква не само да владеят конкретни биологични знания, но и да могат да ги прилагат в разнообразен контекст, за което се очаква те да притежават съответни интелектуални и практически умения, заложиени в стандартите за общообразователна и профилирана подготовка по учебния предмет: да прилагат правила, закони, закономерности или алгоритми в описани ситуации, да моделират биологични структури, процеси или явления по дадени признаци, да формулират изследователски въпрос и хипотеза, да планират и осъществяват научен експеримент по предоставен набор от материали и/или процедури, да тълкуват данни от извършен експеримент или наблюдение, в т.ч.

микроскопско, да оценяват аргументирано валидността на направени изводи, да използват информация и знания интерактивно (чрез работа в екип) и др.

Практическите задачи, включени във втория етап на състезанието, са групирани в **три типа**, според водещия акцент, поставен в изискването (търсеното) на задачата:

**1. Задачи, изискващи конструиране на модели на биологични структури, процеси или явления (вж. по-долу Пример 1).** Този тип задачи изискват от учениците да изградят по съществени признаци модели на биологични системи и структури с различно ниво на организация (от молекулно и клетъчно до биосферно), както и на процеси или явления, протичащи в дадена система (напр. транспорт на вещества през клетъчната мембрана, пренос и реализация на генетичната информация, анаболитни и катаболитни процеси и др.). Учебните задачи насочват към построяване на различни видове модели – структурни (отразяващи елементите на биологична система и връзките между тях), функционални (отразяващи последователността на етапите и измененията в хода на даден процес или явление) и структурно-функционални. Основните средства, предвидени за изграждане на моделите, са графични и материални (главно снимки и графични изображения, предоставени на хартия). В част от задачите, съставянето на конкретен модел изисква предварително математическо изчисление на определени параметри (напр. на количествен състав на нуклеотиди в даден фрагмент от полинуклеотидна верига и др.). В други от задачите, моделирането е обвързано с изграждане на прогноза от учениците за възможни промени в състоянието на дадена система или в хода на даден процес под влияние на различни фактори (напр. промени в състоянието на популация или биоценоза под влияние на екологични фактори и др.).

**2. Ситуационни задачи, изискващи анализ и решаване на казуси от областта на генетиката и молекулярната биология (вж. по-долу Примери 2 и 3).** Тези задачи изискват анализ на конкретна ситуация, взета от клиничната практика, научно-изследователската дейност или много близка до реалния живот. Въз основа на информацията в описания случай, учениците трябва да установят характера на унаследяване на даден признак (или признаци), да определят вероятността за поява на определен фенотип и генотип в потомството или по даден фенотип да определят генотипа на индивидите. Поради вероятностния характер на унаследяване на признаците, при някои от казусите е възможен повече от един вариант на решение. Част от задачите включват разпознаване на видове мутации (геномни, хромозомни, генни) по предоставена информация (напр. фрагмент от ДНК, иРНК или белтък в норма и след мутация). Други от казусите изискват определяне на генотипове и тип

унаследяване на дадени признаци по схематично представено родословно дърво, установяване на бащинство по предоставени данни от ДНК-анализ и др. За изпълнение на задачите от тази група е необходимо използване на общоприетата в генетиката и в молекулярната биология символика.

**3. Задачи, изискващи планиране и извършване на лабораторно изследване (вж. по-долу Пример 4).** Този тип задачи изискват организиране и извършване на реален лабораторен експеримент или микроскопско наблюдение от учениците. За всяка задача е предоставена допълнителна информация, набор от материали, реактиви и апарати, необходими за извършване на изследването, както и частични указания за хода на експерименталната работа. В доминиращата част от задачите, учениците трябва да планират лабораторен експеримент като формулират въпрос и хипотеза на изследването, изберат подходящи средства и процедури за опитна проверка на хипотезата, преценят кои величини да променят и кои да останат непроменени, а след отчитане на получените резултати, трябва да аргументират доколко валидни и надеждни са заключенията от изследването. За успешното изпълнение на тези задачи, са необходими базисни умения на учениците за лабораторна работа – умения за микроскопско наблюдение, за изготвяне на нетраен микроскопски препарат, за схематично представяне на наблюдаван обект с рисунка, за работа с основни лабораторни прибори при извършване на опит (напр. пипетиране, филтруване и др.). Освен посочения тук пример, учителите могат да използват в подготовката на своите ученици учебните задачи, които са предвидени за лабораторни упражнения и са включени в повечето учебници по „Биология и здравно образование” 9.-10. клас.

## **II. Примери на практически задачи от трите типа с решения към тях**

**Пример 1.** Ученици от 10-ти клас, имали задача да представят модел на хранителна мрежа, илюстрираща разнообразните трофични взаимоотношения в една горска биоценоза. Те открили в Интернет изображения на различни организми, обитаващи горски биоценози, но без обозначения и подробна информация за взаимоотношенията между организмите. В ролята на експерти по екология, като се основават на знанията си за състава и структурата на биоценозата, помогнете на учениците да решат как да използват тези изображения, за да изпълнят поставената задача.

A/ Конструирайте модел на хранителна мрежа в една горска биоценоза, като използвате всички организми, илюстрирани със снимков материал в работните листове

(вж. фиг. 1). Всяка от снимките, означаваща даден вид организми, монтирайте върху по-голям лист (постер), като ги подредите в зависимост от трофичните взаимоотношения, които съществуват между посочените организми. Означете със стрелки посоката на пренос на хранителните вещества в биоценозата.

Б/ Определете трофичните звена в съставената хранителна мрежа и направете предположение коя от популациите на посочените видове организми изглежда най-стабилна в тази биоценоза.

**Фиг. 1. Видове организми, обитаващи една горска биоценоза (всеки от посочените организми е представен на отделна снимка)**

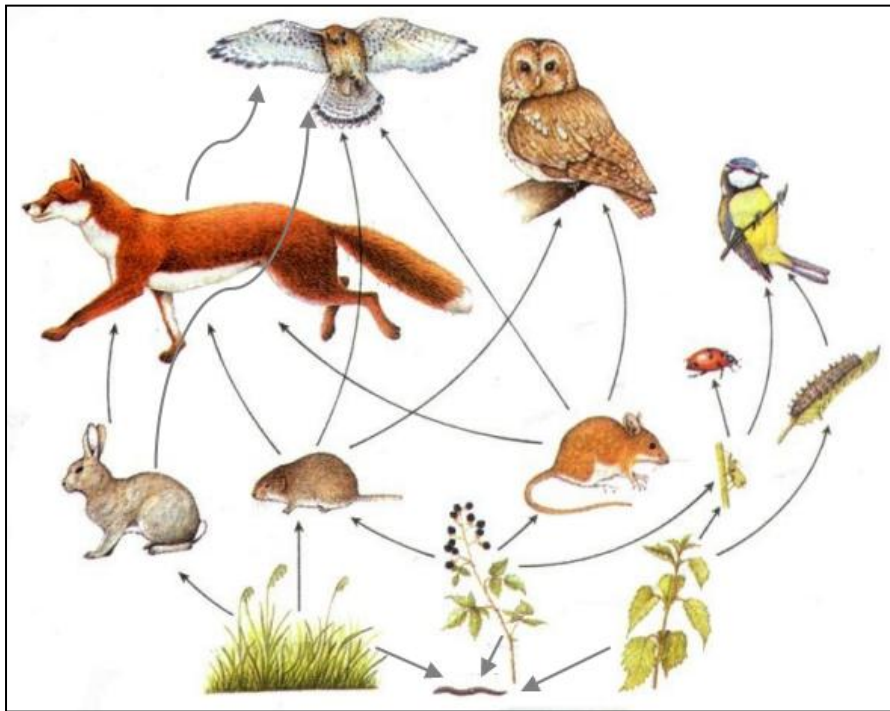


**Решение:**

А/ Изграденият модел на хранителна мрежа е представен на фиг. 2 по-долу. Стрелките, означаващи посоката на пренос на хранителните вещества в биоценозата, трябва да започват от организма, който бива изяден към този, който го изяжда.

Б/ Продуценти – трева, къпина, храстово растение; Консументи 1 ред – заек, обикновена полска мишка (полевка), горска мишка, скакалец, гъсеница; консументи 2 ред – калинка, синигер, лисица, сова, ястреб; консументи 3 ред – ястреб. Редуценти – червей. Може да се допусне, че най-стабилна (в рамките на тази хранителна мрежа) изглежда популацията на ястреба, тъй като има най-много преки хранителни източници (заек, горска мишка, полевка и лисица); при намаляване на някой от тях, ястребът може да се пренасочи към друг източник на храна.

**Фиг. 2. Модел на хранителна мрежа в горска биоценоза**

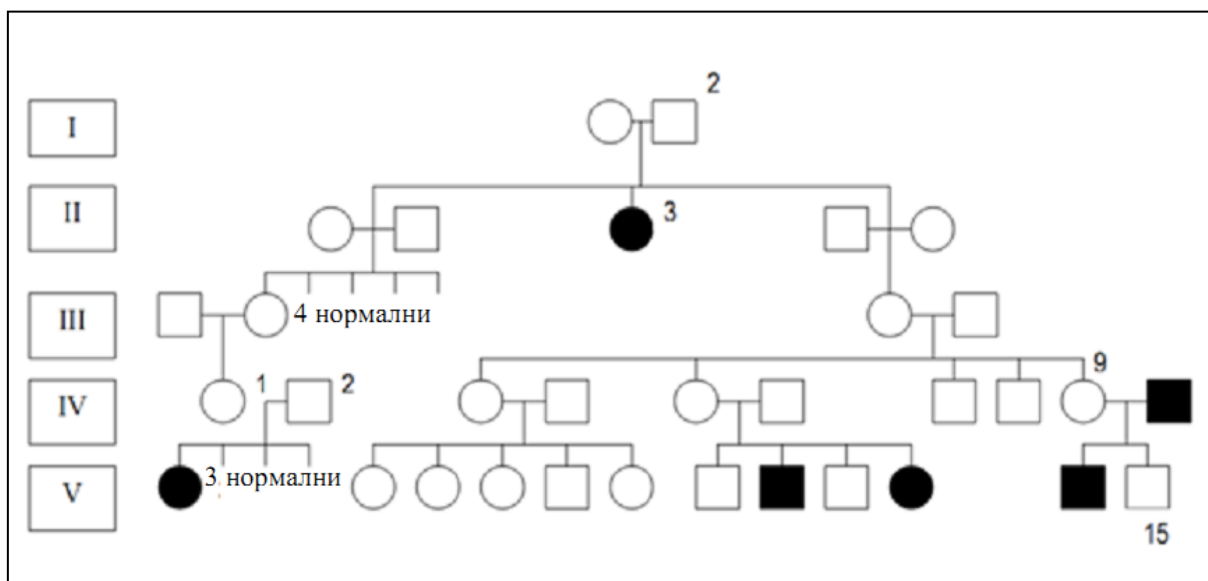


**Пример 2.** Когато не може да се използва хибридологичен анализ (например при малобройно потомство), учените прилагат генеалогичен метод – съставят родословно дърво и извършват генетичен анализ на няколко поколения родственици. Чрез този метод, генетиците изследват природата на даден белег (наследствена или ненаследствена), както и типа, по който се унаследява даден признак или заболяване (доминантен, рецесивен, автозомен, свързан с пола). На схемата е илюстрирано родословието на едно семейство, в което се среща албинизъм (маркиран с тъмен цвят).

*Анализирайте информацията, която се съдържа в представеното родословно дърво(вж. схемата по-долу) и определете:*

А/ Възможните генотипове на посочените индивиди (I-2, II-3, IV-1, IV-2, IV-9 и V-15), където с римски цифри са означени поколенията, а с арабски – индивидите в съответните поколения.

Б/ Типа на унаследяването на албинизма.



**Решение:**

А/ Генотиповете на посочените индивиди са:

I-2 Aa; II-3 aa; IV-1 Aa; IV-2 Aa; IV-9 Aa; V-15 Aa

Б/ Унаследяването е от автозомно-рецесивен тип.

**Пример 3.** Хемофилията е заболяване, при което е нарушено кръвосъсирването. Най-разпространен е класическия тип хемофилия А, свързана с недостиг на кръвосъсирващ фактор VIII. По-рядко срещана е хемофилия Б, предизвикана от недостиг на фактор IX. И в двата случая, хемофилията се унаследява като рецесивно, свързано с X-хромозомата заболяване, предизвикано от генни мутации в X-хромозомата.

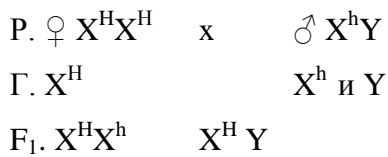
*Ситуация:* Мъж, който е болен от хемофилия, сключва брак с жена, която има нормално съсирване на кръвта. В семейството се раждат здрави дъщери и синове, които встъпват в брак с лица, които не страдат от хемофилия.

*Каква е вероятността да се родят страдащи от хемофилия деца в семействата на дъщерите и на синовете?*

**Решение:**

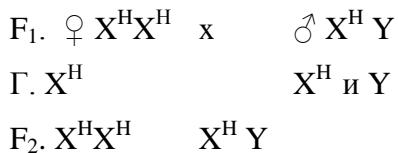
Според условието, генотипът на болния мъж лесно може да бъде определен –  $X^hY$ , поради рецесивния тип унаследяване, свързано с X-хромозомата. Тъй като жената не страда от хемофилия, тя задължително трябва да има доминантен алел на гена, определящ нормалното съсирване на кръвта –  $X^H$ . Вторият алел на този ген е също доминантен ( $X^H$ ), в противен случай децата биха били болни от хемофилия.

Следователно, генотипът на жената е  $X^H X^H$ . Възможните генотипове на децата от този брак са дадени по-долу.

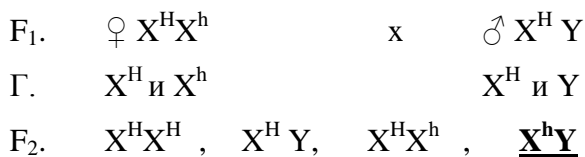


Всички момчета ще бъдат здрави, а всички момичета ще са хетерозиготни и ще носят рецесивния алел на гена за хемофилия (h).

Да допуснем (първо допускане), че всички момчета от  $F_1$  ( $X^H Y$ ) впоследствие сключат брак със здрави по гена за хемофилия жени ( $X^H X^H$ ). Тогава при внуците в тази фамилия няма да се прояви хемофилия:



Да допуснем (второ допускане), че дъщерите от  $F_1$  с генотип  $X^H X^h$ , встъпят в брак със здрави мъже ( $X^H Y$ ). Вероятността за проява на хемофилия при внуците в същата фамилия е  $1/4$ , или 25%, както е показано в схемата по-долу:



**Пример 4. Доказване на наличието на белтъци в биологични проби чрез качествени цветни реакции.**

**Информация:** В лабораторната практика често се използват качествени реакции, за да се установи наличието на белтъци в живи тъкани и хранителни продукти. Една от тези реакции е биуретовата, получила названието си от производното на карбамида – биурет. Той се получава при нагриване на сух карбамид, при което се отделя амоняк. В алкална среда, в присъствието на  $\text{Cu}^{2+}$  йони, всички вещества, съдържащи пептидни групи, дават синьо-виолетово или червено-виолетово оцветяване, което се дължи на образувалия се медно-биуретов комплекс. Биуретовата реакция е характерна за всички белтъци и е положителна при наличието на не по-малко от две пептидни връзки – в

алкална среда и в присъствието на медни соли, белтъчните разтвори също се оцветяват червено-виолетово.

*Планирайте и извършете експеримент, чрез който да определите коя (кои) от предоставените ви пет проби в епруветките съдържа белтък.*

*За експеримента разполагате със следните материали и реактиви: 5% разтвор на  $\text{CuSO}_4$ , 10% разтвор на  $\text{NaOH}$ , изследвани проби в епруветки, номерирани с № 1 до № 4, пипета, дестилирана вода, статив с епруветки.*

*За провеждане на експеримента, са посочени частични указания по хода на изследването. Прочетете и следвайте тези указания, а след завършване на изследването, отговорете на въпросите:*

А/ В коя (кои) от епруветките с пробите се съдържат белтъци?

Б/ Как ще обясните получените резултати и формулираните изводи? (В обяснението си представете устно основния въпрос и хипотезата на изследването, опишете действията за опитна проверка на хипотезата и аргументирайте надеждността на изводите).

**Указания по хода на изследването:**

1. В 5 епруветки се поставят (с пипета) по 5 мл от изследваните проби;
2. Биуретовата реакция изисква внимателно прибавяне (с пипета) на 2 мл 10% разтвор на  $\text{NaOH}$  към изследваните проби, след което към всяка от тях се добавят по 1-2 капки 5% разтвор на  $\text{CuSO}_4$  ;
3. След прибавяне на реактивите, епруветките внимателно се разклащат;
4. Избягва се прибавянето на допълнително количество разтвор на  $\text{CuSO}_4$ , тъй като синият цвят, получен от образувалия се  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , може да замаскира характерното оцветяване при биуретовата реакция.

*Забел. Пробите, които учениците ще тестват с Биуретова реакция само са номерирани с цифри. Пробите в епруветките могат да съдържат например: 1. белтъчен разтвор (разтвор на яйчен белтък), 2. прясно мляко; 3. разтвор на захароза; 4. натурален сок от ябълка, 5. вода.*

**Решение:**

А/ Само в епруветките, които съдържат р-р на яйчен белтък и прясно мляко, се установява наличие на белтъци, за което се съди по промяната в оцветяването на пробите при Биуретовата реакция – от полупрозрачно или белезникаво в червено-виолетово (Препоръчваме учениците да отбеляват точно получените резултати за всяка от пробите, като използват таблица).



Б/ Примерна хипотеза и възможно обяснение на резултатите от изследването:  
Допуска се, че разтворът, съдържащ белтък ще дава червено-виолетово оцветяване при Биуретовата реакция. Въпросът е коя от пробите съдържа белтък. За проверка на хипотезата, към всяка от пробите (от 1-ва до 5-та) съгласно дадените указания, се прибавя по 2 мл 10% разтвор на NaOH и по 1-2 капки 5 % разтвор на CuSO<sub>4</sub>. Следи се за промяна на оцветяването във всяка от епруветките. Появата на червено-виолетово оцветяване е индикатор (показател) за наличието на белтъци. Оцветяването се дължи на комплексно съединение, което се образува между медните йони (Cu<sup>2+</sup>) и азотните атоми на пептидно- свързаните аминокрупи (-CO—NH—) в алкална среда, в присъствието на медни соли.

### **III. Допълнителни указания за протичане на втория, практически етап на състезанието.**

Съгласно регламента на ученическото състезание, **всеки екип, съставен от по трима ученици решава по три практически задачи за деветдесет минути** (1 ч. 30 мин.). Решенията на задачите се представят пред публика и пред комисия, която оценява работата на отборите. Оценяването и класирането на отборите се извършва от комисия по критериите, описани в регламента на състезанието.

По време на официалното представяне на резултатите, **всеки един участник в отбора трябва да представи решението на една от трите задачи**. Не се допуска един и същ ученик в отбора да представя решението на повече от една от задачите. Всеки от състезателите трябва да представи **решението на една задача за не повече от 3 (три) минути**. Формата за представяне на решението се избира от ученическия отбор, в зависимост от съдържанието на практическата задача.