

## Всесибирская олимпиада по биологии 2015-16. Заключительный этап

6 марта 2016

### Ответы на задания

#### 10-11 класс

#### Часть 1. Задания на сопоставление и по рисункам.

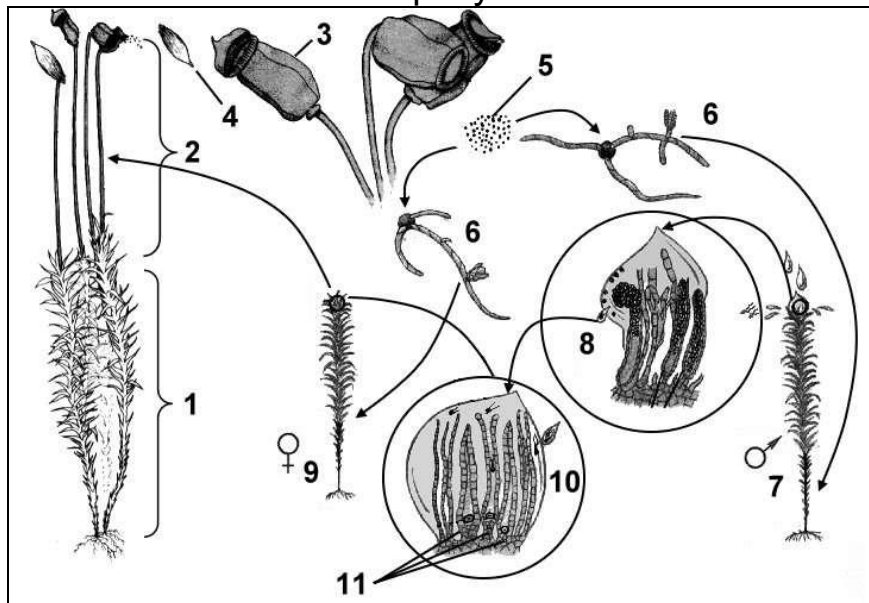
1. **Жизненный цикл.** (15 баллов). На рисунке представлен цикл развития растения *Polytrichum commune*.

Каково его русскоязычное название?

К какому отделу относится это растение?

Какое поколение преобладает в его жизненном цикле?

Для структур, перечисленных в бланке ответов, укажите их номер на схеме и название.



#### ОТВЕТ

Русскоязычное название	Кукушкин лён	
Отдел	Моховидные / Мхи	
Преобладающее поколение	Гаметофит / гаплоидное	
	<b>Номер</b>	<b>Название</b>
Бесполое поколение	2	Спорофит
Половое поколение	1	Гаметофит
Клетки для бесполого размножения	5	Споры
Место образования мужских гамет	8	Антеридий
Женские гаметы	11	Яйцеклетки
Стадия развития, указывающая на родство этих растений с нитчатými водорослями	6	Протонема / проросток

Система оценки: по 1 баллу за клеточку

2. **Кровь.** (8 баллов) Сопоставьте участки кровеносной системы лягушки и характеристику крови, текущей в них

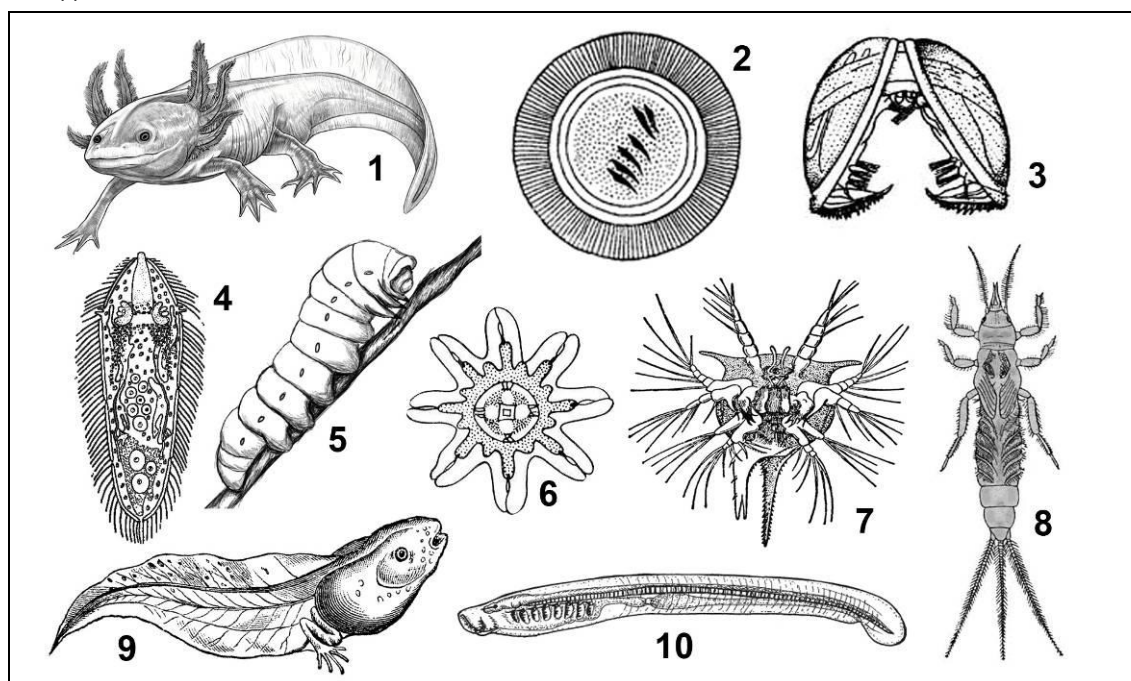
Участки кровеносной системы		Тип крови
1. кожно-легочная артерия	5. левое предсердие	А – Артериальная или почти артериальная В – Венозная или почти венозная С – Смешанная
2. брюшная аорта	6. легочная вена	
3. сонные артерии	7. кожные вены	
4. правое предсердие	8. венозный синус	

#### ОТВЕТ

Участки кровен. системы	1	2	3	4	5	6	7	8
Тип крови	В	С	А	С	А	А	А	С

Система оценки: по 1 баллу за клеточку. Ошибка в пункте 8 исправлена.

3. **Личинки** (20 баллов). На рисунке изображены личинки животных. Для каждой личинки найдите ее название в списке справа. Укажите также тип, класс и пример животных, для которых характерен данный тип личинок.



**Названия личинок:**  
 Аксолотль  
 Головастик  
 Гусеница  
 Глохидий  
 Мирацидий  
 Науплиус  
 Нимфа  
 Онкосфера  
 Пескоройка  
 Эфира

**ОТВЕТ**

№	Названия	Тип животных	Класс	Пример
1	Аксолотль	Хордовые	Земноводные (амфибии)	амбистома
2	Онкосфера	Плоские черви	Ленточные (цестоды)	Бычий, свиной цепень
3	Глохидий	Моллюски	Двустворчатые	Беззубка, перловица
4	Мирацидий	Плоские черви	Сосальщики (Трематоды)	Печёночный сосальщик
5	Гусеница	Членистоногие	Насекомые	бабочки
6	Эфира	Кишечнополостные	Сцифоидные	Цианея, аурелия др. медузы
7	Науплиус	Членистоногие	Ракообразные	креветки
8	Нимфа	Членистоногие	Насекомые или Паукообразные	Любое насекомое с неполн. превр, клещ
9	Головастик	Хордовые	Земноводные (амфибии)	Любая бесхвостая амфибия
10	Пескоройка	Хордовые	Круглоротые	минога

Система оценки: по 0.5 балла за клеточку. Примеры могли быть другими.

4. **Видоизмененные зубы.** (15 баллов) Известно, что зубы могут выполнять не только функцию захвата и измельчения пищи. Видоизменённые увеличенные зубы встречаются в разных систематических группах млекопитающих. Отметьте знаком «+» тип зубов, видоизменённых у перечисленных ниже видов. Для каждого вида укажите его отряд.

**ОТВЕТ**

Вид	Клыки	Резцы	Отряд	Вид	Клыки	Резцы	Отряд
Морж	+		Ластоногие	Олень	+		Парнокопытные
Кабарга	+		Парнокопытные	Кабан	+		Парнокопытные
Бегемот	+	+	Парнокопытные	Нарвал		+	Китообразные
Слон		+	Хоботные				

Система оценки: по 1 баллу за строчку с плюсиками, кроме бегемота (2 балла), и по 1 баллу за отряд.

5. **Органелла.** (7 баллов). В тексте описан процесс формирования одной из клеточных органелл. О какой органелле в нем идет речь? Заполните пропуски.

\_\_\_\_\_ синтезируются в цитоплазме. Затем через \_\_\_\_\_ они направляются в ядро. Там, в области, видимой в микроскоп как \_\_\_\_\_, они встречаются с синтезируемыми в ядре молекулами \_\_\_\_\_, и происходит самосборка субъединиц \_\_\_\_\_. Готовые субъединицы транспортируются в \_\_\_\_\_, где осуществляют свою основную функцию – синтез \_\_\_\_\_.

**ОТВЕТ**

**Белки рибосом** синтезируются в цитоплазме. Затем через **ядерные поры** они направляются в ядро. Там, в области, видимой в микроскоп как **ядрышко**, они встречаются с синтезируемыми в ядре молекулами **р-РНК**, и происходит самосборка субъединиц **рибосом**. Готовые субъединицы транспортируются в **цитоплазму**, где осуществляют свою основную функцию – синтез **белков**.

**Система оценки:** по 1 баллу за верно заполненный пропуск.

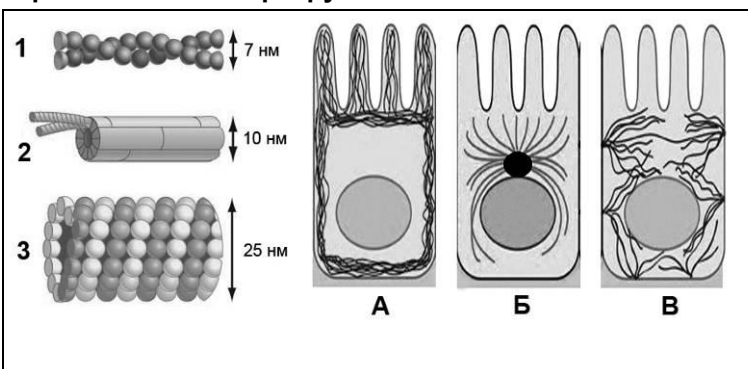
6. **Элементы цитоскелета.** (21 балл)

Белковые волокна, формирующие цитоскелет, делят на три класса в зависимости от их размера (диаметра) – **микрофиламенты, промежуточные филаменты и микротрубочки.**

На рисунке справа найдите для каждого из этих элементов 1) его изображение – и внесите цифру в бланк ответа, и 2) схему расположения в клетке – в бланк внесите букву.

Далее сопоставьте каждому элементу 3) **белки**, 4) **процессы** и 5) **структуры** из списков ниже и внесите цифры или буквы в бланк ответов.

В этих заданиях «лишних» белков, процессов и структур нет, т.е. все они должны быть сопоставлены какому-либо из элементов цитоскелета.



<b>3) Белки, из которых состоит этот элемент:</b>	I. десмин II. актин III. тубулин IV. кератин V. миозин
<b>4) Процессы, обеспечиваемые этим элементом:</b>	1. Образование псевдоподий 2. Аксонный транспорт в нейронах теплокровных 3. Поддержание клеточной и тканевой целостности 4. Передвижение органелл в гигантских аксонах кальмара; 5. Расхождение хроматид в митозе 6. Мышечное сокращение
<b>5) Образованные структуры:</b>	К – адгезионные контакты между клетками Ц – центриоли Ж – жгутики и реснички Д – десмосомы В – веретено деления М – микроворсинки

**ОТВЕТ**

		Микрофиламенты	Промежуточные филаменты	Микротрубочки	Баллов за строчку
1)	Изображение (впишите цифру)	1	2	3	1.5
2)	Схема расположения в клетке (впишите букву)	А	В	Б	1.5
3)	Вещества (римская цифра)	II (V)	I, IV	III	5
4)	Процессы (цифра)	1, (4), 6	3	2, 4, 5	6
5)	Образованные структуры (буква)	К М	Д	Ц Ж В	7

**Система оценки** указана в таблице. Если цифра или буква повторялась в одной строчке более, чем один раз, то она не учитывалась. Цифры в скобках считались верным ответом, как и их отсутствие.

**Примечание к пункту 3.** Миозин не входит в состав микрофиламентов. Это фибриллярный моторный белок. Обычно он ассоциирован с микрофиламентами. Поэтому оба варианта ответа (сопоставление с микрофиламентами или несопоставление ни с каким элементом цитоскелета) засчитывались как верные.

Примечание к пункту 4. Аксонный транспорт обеспечивается движением по микротрубочкам и у кальмара, и у теплокровных. Однако в некоторых источниках есть упоминание об участии в этом процессе в гигантских аксонах кальмара микрофиламентов, поэтому такой ответ тоже принимался.

**7. Белки и другие организаторы матричных синтезов.** (20 баллов) Все матричные синтезы в клетке идут не сами по себе, а их осуществляют специализированные белки при участии других молекул, например, матриц. На схеме приведены четыре матричных синтеза (обозначены цифрами).



- 1) запишите названия этих синтезов.
- 2) один из этих синтезов не является универсальным, т.е. происходит не во всех клетках – какой?

3) в списке молекул ниже поставьте соответствующую синтезу цифру, если эта молекула в нем участвует (не как синтезируемая, а как «организатор» процесса). В списке могут быть и лишние молекулы, не осуществляющие ни один из перечисленных синтезов – возле них поставьте 0.

Белки		Другие молекулы
ДНК-зависимая ДНК-полимераза	Праймаза	ДНК-матрица
РНК-зависимая ДНК-полимераза (ревертаза)	Теломераза	РНК-матрица
Геликаза	Эндонуклеазы рестрикции	т-РНК
РНК-полимераза	Лигаза	р-РНК

**ОТВЕТ** на вопросы 1, 2

Номер	1	2	3	4	Не является универсальным
Название	Репликация	Транскрипция	Трансляция	Обратная транскрипция	4 (обратная транскрипция)

Система оценки: за названия синтезов – 4 балла, за неуниверсальный – 2 балла.

**ОТВЕТ** на вопрос 3

Белки	№ синтезов	Белки	№ синтезов	Другие молекулы	№ синтезов
ДНК-зависимая ДНК-полимераза	1	Праймаза	1	ДНК-матрица	1, 2 (26)
РНК-зависимая ДНК-полимераза (ревертаза)	4	Теломераза	0 (или 4 или 1)	РНК-матрица	3, 4 (26)
Геликаза	1	Эндонуклеазы рестрикции	0	т-РНК	3
РНК-полимераза	2 (или «2 и 1»)	Лигаза	1	р-РНК	3

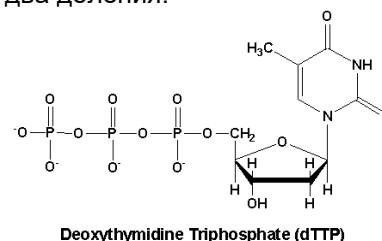
Система оценки за вторую часть – по 1 баллу за клеточку кроме тех, где указано 2 балла, всего за вторую часть – 14 баллов. Там, где написано «или», все перечисленные ответы считались верными.

**8. Эксперимент с бактериями.** (12 баллов)

К культуре растущих бактериальных клеток вы добавляете радиоактивно меченный нуклеотид дТТФ (на рисунке). После этого вы пересаживаете клетки в свежую среду (без метки) и берете образцы клеток I, когда клетки пройдут одно деление, и образцы II, когда клетки пройдут два деления.

Ответьте на вопросы в бланке ответов про клетки из проб I и II.

- 1) Будет ли радиоактивная метка во всех клетках или только в части?
- 2) Нарисуйте схематично молекулу, в которую включится метка, и отметьте звездочками, где в этой молекуле будут располагаться меченые нуклеотиды у клеток из образцов I и II.



**ОТВЕТ**

	I. клетки, прошедшие одно деление	II. клетки, прошедшие два деления
1) Будет метка во всех клетках или в части?	во всех	в половине

2) Нарисуйте схематично молекулу, в которую включится метка, и отметьте звездочками, где в ней будут располагаться меченые нуклеотиды	Рисунок двух цепей ДНК, на котором видно, что метка в одной цепи	В половине клеток – как в предыдущем случае, в половине клеток метки не будет (должно быть два рисунка)
---	--	---

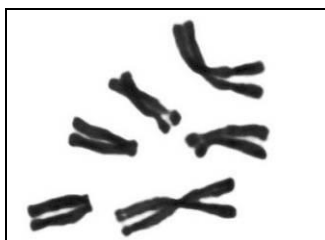
Система оценки. По 2 балла за вопрос 1 и по 4 балла за клеточку с рисунком, всего 12 баллов.

Ход решения (от участников не требовалось его приводить).

Меченый дТТФ будет включаться в ДНК во время ее репликации. Репликация **полуконсервативна**, поэтому он включится только в одну цепочку из двух. Каждая клетка после первого деления содержит молекулу ДНК, где одна цепь старая, а вторая новая, поэтому метка будет во всех клетках.

Перд вторым делением опять происходит репликация, но метки в среде уже нет. Поэтому вновь синтезированные цепи будут без метки, а из старых – одна с меткой, одна без. Соответственно, после второго деления ДНК, содержащую меченую цепочку, получит только половина клеток.

**9. Хромосомы.** (10 баллов) На летней практике студент изучал кариотипы редких животных. Для одного из видов он получил такую фотографию хромосом:



Ответьте на вопросы.

- 1) На какой стадии деления находится эта клетка?
- 2) Сколько хромосом в кариотипе данной особи?
- 3) Какая это клетка – соматическая или половая и почему?
- 4) Для клетки, приведенной на рисунке, нарисуйте вид хромосом в телофазе митоза – в одном из образовавшихся дочерних ядер.

5) Какие хромосомы увидит студент в клетке ооцита этого же животного, закончившей первое деление мейоза и вступающей во второе? Нарисуйте. (Рисунок должен быть максимально реалистичным, т.е. отражать число хромосом, их форму и размеры).

ОТВЕТ и система оценки:

		Баллы указаны в скобках	Одно ядро в телофазе митоза 3 балла	Клетка, вступающая в мейоз 2 3 балла
1)	Стадия деления	метафаза митоза (1 балл) ответ «профаза» тоже считался верным	РИСУНОК: Хромосом должно быть 6, но из одной хроматиды. Отражены различия в их размерах.	РИСУНОК: должно быть нарисовано 3 хромосомы из двух хроматид. Оражены различия в их размерах и расположении центромеры.
2)	Число хромосом	6 (1 балл)		
3)	Какая это клетка и почему	соматическая (хромосомы парные → клетка диплоидная) 16 за название 16 за объяснение		

## Часть 2. Задачи.

**10. Палеонтология в метро.** (10 баллов)



В Московском метро в мраморных стенах станций и переходов сохранились целые окаменевшие палео- и мезозойские экосистемы.

На снимке – окаменелость с одной из станций. Раковина этого моллюска была распилена вдоль практически точно пополам. Хорошо видны перегородки между камерами в раковине.

Появившись в палеозое, этот род моллюсков существует на Земле и в настоящее время.

- 1) Назовите род и класс этого моллюска.
- 2) Перечислите основные эволюционные преимущества этого класса над остальными классами моллюсков.
- 3) Объясните, для чего моллюски этого рода используют камеры в раковине.

#### ОТВЕТ

1. Наутилусы относятся к классу Головоногих моллюсков (Cephalopoda).
2. Основные преимущества этого класса:  
Головоногие обладают наиболее сложно устроенными и развитыми нервной системой и органами чувств в типе моллюски. Особенно сильно развито обоняние (осфрадии, либо обонятельные ямочки) и органы зрения: глаза головоногих обладают аккомодацией (приближение/отдаление хрусталика от сетчатки). Также есть приспособления к видению при более ярком/более слабом освещении.  
Для многих головоногих характерно наличие реактивного движения и наличие особой железы – чернильного мешка, с помощью которых головоногие способны избегать хищников. Кроме того, покровы головоногих способны быстро менять цвет при помощи изменения формы пигментных клеток (хроматофоров).
3. Функции камер. В последней, ближней к устью камере моллюск прячет свое тело – это жилая камера. Остальные камеры заполнены газом и небольшим количеством жидкости. При изменении соотношений объемов газа и жидкости животное может погружаться на глубину или всплывать к поверхности. Раковина с камерами – своеобразный гидростатический аппарат.

#### Система оценки:

Вопрос 1 – 2 балла,

вопрос 2 – 5 баллов,

вопрос 3 – 3 балла.

#### 11. Арбузы. (20 баллов)

Юный исследователь Григорий, отдыхая у своего дедушки-генетика, вырастил гибридные арбузы. Арбузы оказались значительно крупнее исходных сортов. Когда Гриша отведал один из поспевших плодов, то обнаружил, что он не только очень вкусный, но в нем полностью отсутствуют семена. «Без косточек» оказались все гибридные арбузы. Расспросив дедушку, он установил, что один из исходных сортов был тетраплоидом ( $4n = 44$ ).

- 1) Для семян обычного и тетраплоидного сортов укажите пloidность следующих частей: 1. зародыша 2. семенной кожуры и 3. эндосперма.

#### Ответ и система оценки:

Обычный: зародыш  $2n$  семенная кожура  $2n$ , эндосперм  $3n$  – 3 балла

Тетраплоидный: зародыш  $4n$  семенная кожура  $4n$ , эндосперм  $6n$  – 3 балла

- 2) Объясните, почему у гибридных арбузов отсутствуют семена, с нарушением какого клеточного процесса это связано и из-за чего это нарушение не позволяет сформироваться семенам? Ответ поясните рисунком.

#### Ответ и система оценки:

Гибриды триплоидны

У триплоидов мейоз идет неправильно: триваленты (рисунок) расходятся как 2 и 1 случайным образом, поэтому образуются анеуплоидные гаметы и, следовательно – анеуплоидные семена.

5 баллов за полный ответ с рисунком тривалента и схемы расхождения.

- 3) Изучая исходный тетраплоидный сорт, Григорий обнаружил, что количество семян в нем меньше, чем у обычных диплоидных сортов. В чем причина этого явления? Ответ поясните рисунком.

#### Ответ и система оценки:

Нарушения мейоза: тетраваленты (рисунок) не всегда расходятся как 2 и 2, а иногда – 3 и 1, а это ведет к анеуплоидии части семян.

5 баллов за полный ответ с рисунком тетравалента и схемы расхождения.

- 4) Гриша решил, что будет сам получать арбузы без косточек. Что для этого надо сделать и сможет ли он получить такие арбузы на следующее лето?

#### Ответ и система оценки:

Для этого надо снова скрестить диплоидный и тетраплоидный сорта. В этом году Григорий это сделать уже не успеет (раз он уже ест спелые арбузы). Значит скрещивание надо проводить в начале следующего лета, тогда к осени в них вызреют гибридные семена  $3n$ . Высадив их на следующий год, он получит арбузы без косточек. **4 балла**

12. Какова вероятность, что родители гетерозиготного ребёнка имели разный генотип? (Частоту аллелей в популяции никак не учитывайте) (10 баллов)

**Решение:**

Предположим, что генотипы AA, Aa и aa встречаются в популяции с одинаковой частотой.

Рассмотрим сочетания этих генотипов у родителей.

Таблица 1. Все возможные типы семей.

		♀		
		AA	Aa	aa
♂	Генотипы родителей	AA	Aa	aa
	AA	1/9	1/9	1/9
	Aa	1/9	1/9	1/9
aa	1/9	1/9	1/9	

В таблице белым отмечены сочетания, где родители имеют разный генотип, желтым – где одинаковый. Вероятность каждой ячейки – 1/9.

Как видно из таблицы, вероятность встречи родителей с одинаковыми генотипами (AA x AA, AA x Aa, aa x aa) составляет по 1/9, а с разными генотипами (AA x Aa, AA x aa, Aa x aa) – по 2/9.

Гетерозиготный ребенок может получиться в результате следующих скрещиваний (в скобках - вероятность получения Aa):

- 1) AA x Aa (1/2) (в таблице выделено светло-зеленым)
- 2) Aa x aa (1/2) (в таблице выделено светло-зеленым)
- 3) AA x aa (1) (в таблице выделено светло-зеленым)
- 4) Aa x Aa (1/2) (в таблице выделено темно-зеленым)

Таблица 2. Вероятность рождения гетерозиготы в семьях (доля гетерозигот показана зеленым цветом)

		♀		
		AA	Aa	aa
♂	Генотипы родителей	AA	Aa	aa
	AA	0	1/2	1
	Aa	1/2	1/2	1/2
aa	1	1/2	0	

У родителей разные генотипы в случаях 1,2,3.

Гетерозиготы у нас могут родиться во всех семьях 1-4. Значит, чтобы найти искомую вероятность того, что у этого ребенка родители с разными генотипами, надо посчитать всех гетерозиготных детей ( $P_H$  – все зеленое в таблице) и найти среди них долю тех, у кого родители с разными генотипами ( $P_{H1}$  - все зеленое, исключая темно-зеленых).

Вероятность всех гетерозиготных детей  $P_H$  считаем так: умножаем вероятность семьи на вероятность, что в ней родится гетерозиготный ребенок. Для перечисленных выше типов семей это будет:

- 1) AA x Aa –  $1/2 \times 2/9 = 1/9$
- 2) Aa x aa –  $1/2 \times 2/9 = 1/9$
- 3) AA x aa –  $1 \times 2/9 = 2/9$
- 4) Aa x Aa –  $1/2 \times 1/9 = 1/18$  (в таблице выделено темно-зеленым)

Искомая вероятность равна сумме вероятностей гетерозигот в семьях 1-3 поделенной на сумму вероятностей гетерозигот во всех четырех типах семей.

$$P = (4/9) : (9/18) = (8/18) : (9/18) = 8/9.$$

**Ответ задачи: 8/9**

### Система оценки в 10-11 классе.

Если не учитывались вероятности встречи разных генотипов у родителей, решение оценивалось в 8 баллов.

Если не учитывались вероятности рождения гетерозигот в каждом случае, решение оценивалось в 6 баллов.

Если найдены все случаи генотипов родителей гетерозиготного ребенка, посчитана вероятность разных генотипов, при этом не учитывались ни вероятности встречи разных генотипов у родителей, ни вероятности рождения гетерозигот в каждом случае, решение оценивалось в 5 баллов.

За каждый неучтенный случай снималось по 1 баллу. Также баллы снимались за биологические ошибки.

### **13. Число видов (10 баллов)**

Крупные систематические группы очень неравноценны по числу входящих в них видов. Так, только один отряд жуков включает около 400 тысяч видов, а весь класс млекопитающих – всего 5 тысяч. Чем можно объяснить такую разницу для приведенных групп?

#### **Ответ.**

Здесь надо было оценить факторы, обеспечивающие быстрое видообразование (адаптивную радиацию) группы.

1) Главное – это разнообразие экологических ниш. Оно гораздо больше для мелких животных, чем для крупных. Мелкие многочисленные ниши (например, специализация по пище, по обитанию в почве или на определенных растениях) позволяют сосуществовать без конкуренции многим видам.

Для крупных животных число возможных ниш существенно меньше по причинам изложенным ниже (п.3)

2) Скорость эволюции таксона зависит от скорости смены поколений, общей численности популяций и количества производимого потомства (точнее, доли выживающих потомков среди всех). Чем выше численность и чаще смена поколений, тем быстрее закрепляются изменения. (Интенсивность естественного отбора напрямую зависит от доли выживающих потомков).

3) Возможности экосистемы по поддержанию определенной численности группы зависят от ее размера (по-другому говоря, где бы обитали еще тысячи видов млекопитающих?)

Многие в ответах приводили в обоснование экологическую пирамиду численности консументов разных уровней, но она имеет к вопросу отдаленное отношение, т.к. среди жуков много хищников, а среди млекопитающих – растительноядных.

4) План строения насекомых с четко разделяемыми сегментами и автономностью развития отдельных сегментов (об этом свидетельствует наличие мутаций *bithorax* и *antennapedia* у дрозофилы) допускает больше вариаций частей – они меньше зависят друг от друга, чем части тела и системы органов млекопитающих. (это рассуждение оказалось самым редко встречающимся в ответах)

5) Время эволюции (жуки возникли раньше, а значит у них было больше времени на дивергенцию)

#### **Система оценки:**

По 1-2 балла ставилось за все перечисленные в ответе факторы, если было объяснено, как они влияют на видообразование. Если просто приводились какие-то из отличий жуков и млекопитающих без объяснения их влияния на эволюцию, то ответ не засчитывался. Также баллы могли быть добавлены за логику в рассуждениях и за оригинальные идеи.

Мысль о том, что млекопитающие – более прогрессивная по строению группа, чем насекомые, встречающаяся во многих работах, неверна. Обе приведенные группы находятся в своем эволюционном расцвете, поэтому за это обоснование баллы не ставились.



#### 14. Запрограммированная смерть (15 баллов)

Существуют организмы с «запрограммированной» смертью — в определенный момент жизни запускается генетически заложенная программа, которая приводит к смерти организма.

1. Приведите по одному примеру из беспозвоночных и позвоночных животных.
2. С чем связано появление такой жизненной стратегии, какие преимущества для вида она дает?
3. Виды с какой стратегией размножения могут иметь такую «запрограммированную» смерть?

На вопросы 2 и 3 дайте обоснованный развернутый ответ.

##### Ответ и система оценки:

Ответ

1. Поденки, некоторые пауки. Пожалуй, наиболее известны несколько видов лососевых, которые массово гибнут после нереста.
2. Основных преимущества два:
  - 1) уменьшение конкуренции последующего поколения с предыдущим
  - 2) увеличение эффективности размножения.

Пояснения по второму: обычно организмы с запрограммированной гибелью погибают сразу после / во время размножения, и часто это связано с тем, что организм всю энергию вкладывает в размножение (например, лососевые часто доходят до крайней степени истощения в ходе нереста, после которой выжить уже не возможно). Такое интенсивное размножение позволяет оставить больше потомков, нежели более "умеренный" вариант.

3. У особей разных видов, в зависимости от среды обитания (доступности кормовой базы, наличия хищников/паразитов и т.д.) есть определенная вероятность дожить до следующего сезона/раунда размножения. Если эта вероятность очень низкая, то выгодно вложить максимум в первый же случившийся раунд размножения, чтобы оставить больше потомков (см. предыдущий пункт), т.к. шансы дожить до следующего слишком малы. Таким образом, запрограммированная смерть характерна **для r-стратегов**, у которых высокая вероятность смертности взрослых особей и сезонное размножение с длительными интервалами между благоприятными сезонами.

##### Система оценки:

Вопрос 1 – 4 балла,  
вопрос 2 – 7 баллов,  
вопрос 3 – 4 балла.

Засчитывалось из примеров: головоногие (хотя правильнее – самки осьминогов), подёнки, миаидские жуки; лососи (хотя и не все), миноги. Так же считались случаи поедания самца самкой (хотя это спорно).

Не считались – альтруистическая гибель пчёл, миграции леммингов, не считались бабочки, так как гибель вскоре после откладки яиц не является для них распространенной стратегией.

Оценка снижалась, если приводился ряд, содержащий правильные и неправильные примеры.

#### 15. Белковые экстракты. (10 баллов)

Перед исследователем стоит задача отделить белки цитоплазмы, ядра и митохондрий. Он провел все необходимые манипуляции для получения белковых экстрактов именно этих органелл, однако перед проведением эксперимента надо удостовериться, что в препаратах нет примесей белков других исследуемых органелл (в препаратах митохондриальных экстрактов нет белков ядра и цитоплазмы и т.д.) Предложите белки, характерные только для каждой из этих частей клетки – 1) митохондрий, 2) ядра и 3) цитоплазмы, которые не встречаются в других местах и которые поэтому можно использовать в качестве маркеров загрязнения.

##### Ответ и система оценки:

- 1) В качестве белка, встречающегося только в митохондриях, надо использовать белки, кодируемые в митохондриальной ДНК. Они никак не могут появиться в цитоплазме и ядре.  
За ответы «белки цикла Кребса», «цепи переноса электронов» (но только с указанием конкретного примера, напр. цитохромы, АТФ-синтаза и др. ставился неполный балл.
- 2) Для ядерных белков напрашивается определение белков структуры хроматина (гистоны, ламины) – этих белков в ядре больше всего.

Но все белки синтезируются в цитоплазме, поэтому следовые количества этих белков могут все-таки определяться и в экстракте белков цитоплазмы. Нужно искать модифицированные формы ядерных белков, которые модифицируются только в процессе работы (фосфорилированные, метилированные и ацетилированные)

Ответ «хроматин» не оценивался (хроматин – не белок). «Ферменты репликации» тоже, т.к. клетка не обязательно делилась.

- 3) Для цитоплазмы можно использовать белки тубулины и другие белки цитоскелета.  
Нельзя белки рибосом, так как сборка рибосом в ядре.

#### Система оценки:

Вопрос 1 – 3 балла,

вопрос 2 – 4 балла,

вопрос 3 – 3 балла.

Максимальный балл ставился за полный ответ без биологических ошибок.

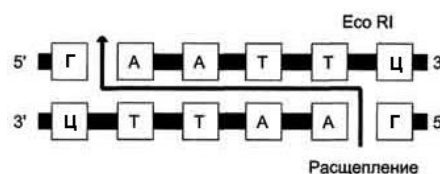
### 16. Построение рестрикционной карты. (15 баллов)

Эндонуклеазы рестрикции (рестриктазы) – ферменты, узнающие небольшие последовательности в ДНК и разрезающие их по специфической для каждой рестриктазы последовательности – сайту рестрикции.

Например, рестриктаза *EcoRI* узнает и разрезает последовательность Г'ААТТЦ (см. рис. справа).

Рестриктаза *ClaI* – последовательность А'ТЦГАТ, а рестриктаза *HindIII* – А'АГЦТТ.

(Штрихом в последовательностях показано место разреза).

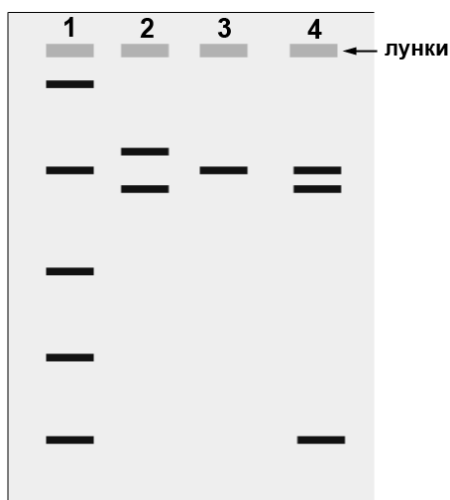


- 1) Какая особенность есть у сайтов рестрикции и зачем она нужна?

#### Ответ на вопрос 1 и система оценки:

Это палиндромные последовательности (засчитывались формулировки «зеркально комплементарные», «симметрично комплементарные» и т.п.). В результате разреза по обоим цепочкам получаются одинаковые концы, по которым потом можно эти фрагменты сшивать.

3 балла за полный ответ на эту часть.



Исследователь выделил из культуры бактерий плазмиду (большое количество копий), затем поставил реакции рестрикции и провел анализ продуктов расщепления методом электрофореза. Во время электрофореза более короткие молекулы движутся сквозь гель быстрее, чем более длинные.

Исследователь нанес:

в **первую** лунку маркер молекулярных масс – смесь фрагментов ДНК известной длины (0,3, 0,5, 1, 3 и 5 тысяч пар нуклеотидов).

Во **вторую** лунку – продукты одновременного расщепления плазмиды рестриктазами *EcoRI* и *ClaI*,

в **третью** – продукты одновременного расщепления плазмиды рестриктазами *EcoRI* и *HindIII*,

и в **четвертую** – продукт одновременного расщепления всеми тремя рестриктазами.

Результаты электрофореза схематически изображены на рисунке.

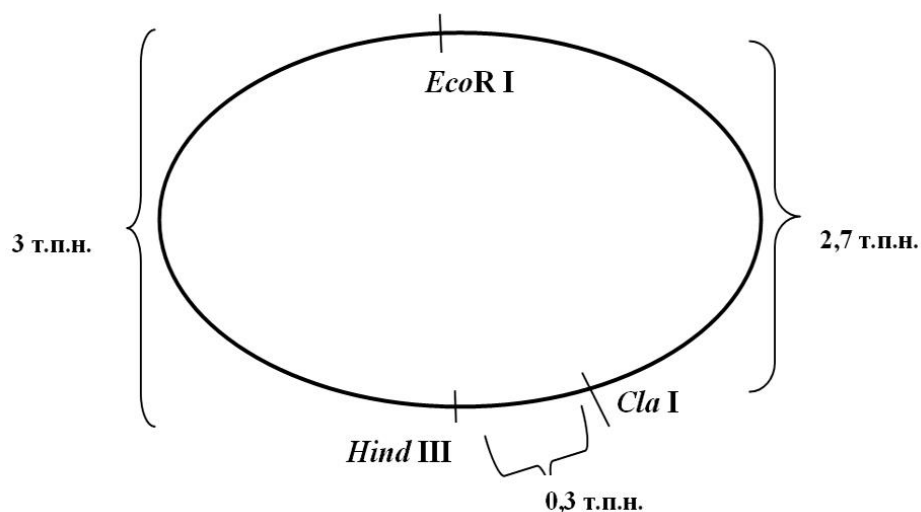
Постройте рестрикционную карту плазмиды: изобразите схематически плазмиду и отметьте на ней взаимное расположение сайтов рестрикции. Укажите расстояния между ними в тысячах пар нуклеотидов, кратко изложите ход своего решения.

#### Ответ на вопрос 2:

Маркер молекулярных масс распределится по первой дорожке так: сверху полоска соответствует фрагменту размером 5 кб, далее 3 кб, далее 1кб, 0,5 кб и 0,3 кб - нижняя. – 2 балла

Если судить по маркеру, то на второй дорожке видны фрагменты размером чуть больше 3 и чуть меньше 3 кб. На третьей дорожке - одна полоска, которая точно соответствует по длине фрагменту маркера 3 кб, что означает, что плаزمида имеет размер 6 кб, а сайты рестриктаз находятся на расстоянии ровно 3 кб

друг от друга. На последней дорожке видны полосы 3, 0,3 и чуть меньше 3, а именно - 2,7 кб (что следует из размера плазмиды = 6 кб).



Отсюда следует такая карта сайтов рестрикции плазмиды:

### Система оценки вопроса 2:

2 балла за подписи к дорожке с маркером, 4 балла за правильную картинку (1 — за кольцевую плазмиду, еще 3 — за правильно расположенные сайты), 2 — за правильные расстояния, 4 — за объяснение хода решения, всего за эту часть 12 баллов.