

*Исправления не допускаются.*

Итоговый балл \_\_\_\_\_  
(подпись председателя жюри)

Шифр \_\_\_\_\_  
(заполняется оргкомитетом)

**Межрегиональные предметные олимпиады КФУ  
профиль «Биология»  
заключительный этап  
2025-2026 учебный год  
10 класс**

**Задание 1 (20 баллов)**

Двое однояйцевых близнецов Вася и Петя до 23 лет в рамках плановых осмотров периодически сдавали кровь на анализы, в том числе, производилось определение количества эритроцитов. На протяжении последних лет жизни, эта величина у обоих братьев колебалась в районе  $4.7E^{+12}$  -  $5.0E^{+12}$  на литр. После 23 лет братья закончили обучение и разъехались из дома по разным местам жительства. Так получилось, что они по-прежнему продолжают сдавать кровь и определение числа эритроцитов входит в стандарт ОАК. Через 3 года у Васи количество эритроцитов в его крови выросло до  $6.5E^{+12}$  на литр, у Пети оставалось на прежнем уровне.

С какими изменениями в жизни первого близнеца могут быть связаны такие изменения в анализе крови? Если считать, что причина связана с окружающей средой, подумайте, чем теперь отличаются места проживания близнецов? Опишите кратко цепь событий в организме, приведших к увеличению эритропоэза у одного из близнецов. А могут ли данные изменения в анализе крови быть не связаны с окружающей средой? Опишите и данный вариант событий.

1) Увеличение количества эритроцитов без изменения других показателей крови возможен в нескольких случаях: систематическая сдача крови – донор, пребывание в местности с пониженным парциальным давлением кислорода в воздухе (*до 4 баллов*).

2) Если считать только изменение окружающей среды, то брат, у которого повысилось содержание эритроцитов на литр крови, по-видимому, переехал в местность с пониженным парциальным давлением кислорода в воздухе. Вероятнее всего новое место жительства расположено где-то в высокогорных регионах. В связи с пониженным парциального давления кислорода в воздухе у человека развилась гипоксия. Из-за того, что он остается в этой местности длительное время, гипоксия спровоцировала снижение распада гипоксического индуцибельного фактора (HIF), который, соответственно, способствовал усилению синтеза эритропоэтина в печени и, далее активации эритропоэза в костном мозге (*за правильное описание механизма – до 8 баллов*).

3) Если не считать только изменение окружающей среды, то первый брат мог стать донором крови, причем сдавать ее систематически в течение всех 3 лет, что наблюдались изменения в анализе крови. У доноров крови также наблюдается активизация эритропоэза. После сдачи крови в почках наблюдается снижение кислорода/гипоксия, связанная со снижением давления, в результате почки вырабатывают больше эритропоэтина, что стимулирует костный мозг к производству новых эритроцитов, компенсируя потери (*до 8 баллов*).

**Исправления не допускаются.**

**Задание 2 (15 баллов)**

Студент Института фундаментальной медицины и биологии КФУ Русин Максим принял решение участвовать в весенней спартакиаде. Для этого он начал регулярно тренироваться и бегать по утрам в стадионе рядом с домом. После непродолжительных пробежек он очень сильно уставал, а на следующий день у него болели мышцы, и он чувствовал слабость в ногах. Какие процессы лежат в основе потери Максимом работоспособности мышц и усталости?

У Русина Максима возникало мышечная усталость, в основе которой лежит истощение запасов гликогена (*до 5 баллов*), накопление в мышцах метаболитов, таких как лактат (*до 5 баллов*), нарушение нервно-мышечной передачи из-за истощения запасов нейромедиатора в синаптических контактах (*до 5 баллов*).

**Задание 3 (15 баллов)**

Одной из популярных пород коров на Африканском континенте является Ватусси. Отличительной чертой этих животных являются гигантские рога (до 2,5 м в размахе). При этом животные данной породы обладают не слишком высокими целевыми параметрами, которые могли бы быть интересны фермеру, они медленно растут, дают совсем немного молока (не более 1,5 л с одной коровы). С чем может быть связана высокая популярность такой непродуктивной породы? Ответ обоснуйте с биологической точки зрения.

Главной причиной популярности этой породы коров является то, что они устойчивы к высоким температурам (*до 5 баллов*). В огромных рогах располагается густая сеть кровеносных сосудов, благодаря которым рога становятся хорошим радиатором для рассеивания тепла (*5 баллов*). Подобными приспособлениями пользуются и другие крупные тропические животные, для которых актуален отвод лишнего тепла (*3 балла*), например слоны, у которых радиатором для отвода тепла являются насыщенные кровеносными сосудами большие уши (*за обоснованный пример/примеры 2 балла*)

*Исправления не допускаются.*

**Задание 4 (25 баллов)**

После посещения контактного зоопарка с экзотическими животными у Ивана Исследователя развились симптомы неизвестного науке заболевания. Вскоре подобные симптомы были отмечены у его сестры Марианны, которая зоопарк не посещала, что позволило предположить инфекционную природу нового недуга. Предложите алгоритм идентификации природы возбудителя и механизмов его передачи. Ответы (в виде последовательности действий) обоснуйте.

Задачу можно разбить на две части, а именно выяснение механизма передачи и природы возбудителя. Логичнее начать с выяснения природы возбудителя и далее определить возможный путь передачи. Здесь можно идти классическим путем и молекулярно-биологическим.

1) Согласно постулатам Коха, Штамм микроорганизма должен быть выделен из организма больного в чистой культуре, Введение культивированного штамма в здоровый организм вызывает болезнь в эксперименте. (2 балла за упоминание постулатов Коха).

Поэтому необходимо взять пробы (мазок, мокроту, кровь и тп.) с затронутых воспалением органов, сделать суспензию и попробовать ввести опытным животным (2 балла) или к культуре клеток (2 балла), но с добавлением антибиотиков для подавления собственной микробиоты животного (4 балла). При развитии заболевания (а оно может не развиваться, если болезнь вызывается вирусом, специфичным к клеткам человека), далее можно провести серию фильтраций суспензии через фильтры с разным размером пор, пропускающих простейших/грибы-микровицеты, бактерий, вирусы и далее определить природу возбудителя по размеру (2 балла). Если чужеродный агент не развивается в культуре клеток, скорее всего это бактериальная инфекция, и можно сделать посеvy на общие среды для выделения патогена, но будут сложности с отделением от нормофлоры (2 балла). Если заболевание развивается и в культуре клеток в присутствии антибиотика, то можно ожидать что это либо вирус, либо простейшие/грибы-микровицеты, при этом последних можно выявить путем микроскопирования. Если посторонних клеток в культуре не обнаруживается, тогда скорее всего возбудитель – вирус (2 балла).

2) Более короткий путь – использование молекулярных методов.

Для этого можно провести секвенирование ДНК или РНК с пораженных органов и/или мазков с них, жидкостей, и сравнить профиль ДНК и РНК такими же пробами, полученными у здорового человека, лучше всего у родителей, не страдающих заболеванием (за упоминание контроля 2 балла). Наличие чужеродных последовательностей ДНК позволит определить принадлежность их к тому или иному классу патогенов (простейшие/грибы-микровицеты, бактерии, вирусы) – 2 балла.

Путь передачи заболевания может контактный, бытовой, воздушно-капельный, либо через физиологические жидкости (кровь, слюна). (За указание возможных путей – 2 балла). Последний путь с высокой вероятностью можно отсечь, так как для этого нужны укусы или попадание крови болеющего человека в кровь здорового, что в домашних условиях маловероятно.

Поэтому возбудитель скорее всего передается либо воздушно-капельным путем, либо бытовым. Для выяснения этого нужно в первую очередь обратить внимание на пораженные органы и симптомы. Если поражены покровы (кожа), тогда путь передачи контактный и бытовой. Если симптомы системные, то путь передачи может быть воздушно-капельный, контактный и бытовой. (3 балла).

*Исправления не допускаются.*

**Задание 5 (25 баллов)**

Среди коренного населения Европы, особенно во Франции, Германии и Австрии бытует легенда о Вольпертингере, или рогатом зайце, помеси зайца с оленем, которого когда-то видели охотники в местных лесах. Однако у этой легенды есть и реальные прототипы: зайцев и кроликов с выростами на голове, напоминающими рога, регулярно встречаются в дикой природе Европы, а также Североамериканского континента. Что может быть причиной формирования подобных структур? С какими заболеваниями человека и животных они имеют больше всего сходства?

Вероятнее всего основой для легенды о рогатых зайцах или кроликах стали животные, зараженные вирусом кроличьей папилломы Шоупа (вирус CRPV) и подобными ему. Таким образом, формирование наростов, похожих на рога, является болезнью вирусной этиологии (до 10 баллов, если упомянута вирусная природа, а также указан пример вируса).

В результате заражения формируются доброкачественные опухоли соединительной ткани (папилломы), покрытые толстым слоем ороговевшего эпителия. Несколько расположенных рядом очагов заражения сливаются в один большой нарост, напоминающий рог (до 5 баллов за объяснение сути явления).

Папилломавирусы кроликов являются популярной моделью для изучения патогенеза других папилломавирусов, в том числе вируса папилломы человека, который является онкогенным. Вирус CRPV сыграл важную роль в разработке вакцин против ВПЧ (до 10 баллов)