

**БИОЛОГИЯ**  
**Задания 2 (очного) этапа**  
**олимпиады школьников «Будущее медицины» 2026 г.**  
**10 класс**

**1 задание (12 баллов)**

Известно, что у женщин репродуктивного возраста концентрация половых гормонов в крови меняется циклически, что регулирует работу яичников и матки. Внезапное прекращение этих циклических изменений у женщины 50 лет (менопауза) приводит не только к угасанию репродуктивной функции, но и к системным изменениям в организме, включая повышение риска остеопороза.

Обусловлены ли данные физиологические изменения сходными гормональными механизмами? Для ответа проанализируйте представленные материалы.

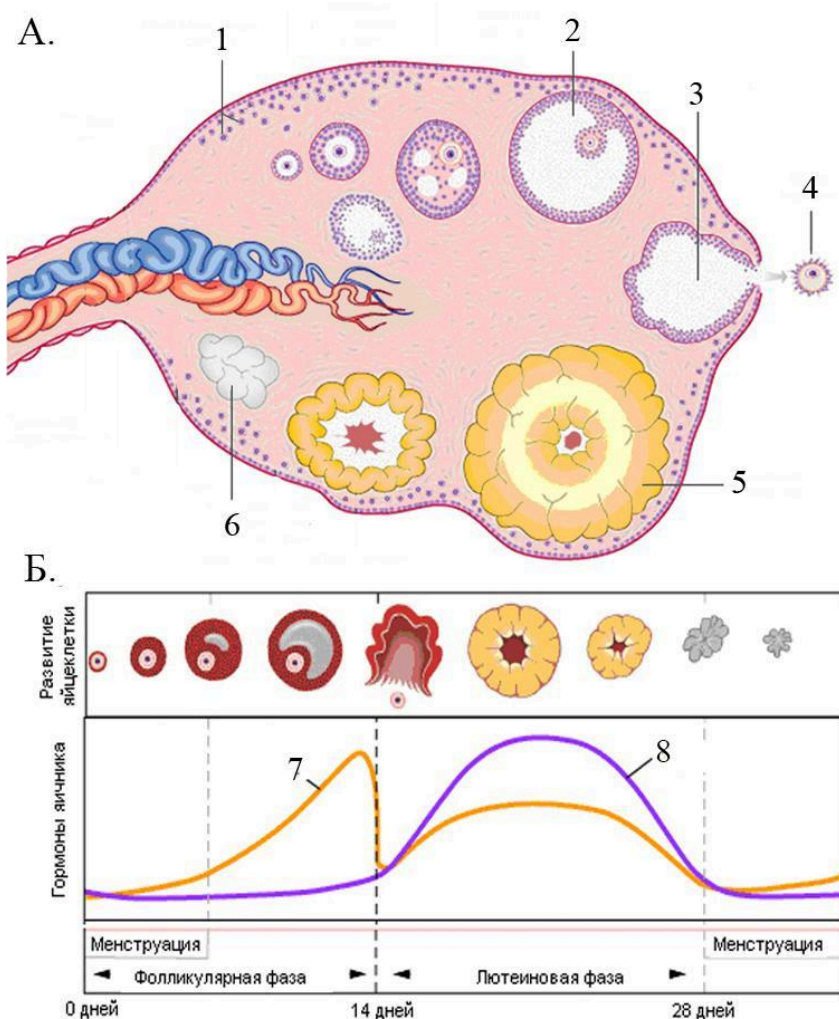


Рисунок к заданию 1.

- А. Схема яичника с развивающимися структурами в разные фазы цикла.  
Б. График, на котором показано изменение уровня ключевых гормонов (7 и 8) в течение менструального цикла.

**Вопрос 1 (1 балл).**

Изучите схему на рисунке А. Назовите структуры, обозначенные цифрами 2 и 4. Какой цифрой отмечена временная эндокринная железа? Как она называется и какой основной гормон секретирует?

*Ответ:*

2 – Везикулярный (граафов) фолликул (0.25 б.).

4 – яйцеклетка, после овуляции (предшественник, созревающая) (0.25 б.).

Временной железой является - 5 – **жёлтое тело** (*corpus luteum*) (0.25 б.).

Оно секретирует **прогестерон** (и, в меньшей степени, эстрадиол) (0.25 б.)

**Вопрос 2 (2 балла).**

По графику на рисунке Б определите, кривые какого гормона обозначены цифрами 7 и 8. Укажите, какое событие в яичнике (название и примерный день цикла) вызывает пик гормона 8.

*Ответ:*

7 – **Эстрадиол** (0.5 б.);

8 – **Прогестерон** (0.5 б.).

Событие: **Овуляция** (разрыв зрелого фолликула и выход яйцеклетки) (0.5 б.), происходящая примерно на **14-й день** (при 28-дневном цикле) (0.5 б.).

**Вопрос 3 (2.5 балла).**

Главным регуляторным центром репродуктивной системы является гипоталамо-гипофизарная ось.

3.1 Какой гормон гипоталамуса (рилизинг-гормон) стимулирует гипофиз к выработке гонадотропинов?

*Ответ:* а) **Гонадолиберин (либерин)** (0.5 б.).

3.2 Назовите два гонадотропных гормона передней доли гипофиза и их **основную мишень** в яичниках.

*Ответ:*

1) **Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)** (0.25 б)

– мишень: клетки фолликулов яичника (0.25 б.).

2) **Лютеинизирующий гормон (ЛГ)** (0.25 б)

– мишень: клетки фолликула (преовуляторного) и жёлтого тела (0.25 б.).

3.3 Как изменится (повысится или понизится) уровень гонадотропных гормонов в крови, если у женщины удалены оба яичника (овариэктомия). Дайте краткое объяснение вашего ответа.

*Ответ: с) Уровень ФСГ и ЛГ повысится (0.25 б.).*

*Объяснение: Яичники являются источником эстрогенов и прогестерона, которые по принципу отрицательной обратной связи подавляют секрецию гонадотропинов гипофизом. После удаления яичников концентрация половых гормонов падает, тормозящее влияние на гипофиз исчезает, и секреция ФСГ и ЛГ возрастает (0.75 б.).*

#### **Вопрос 4 (2 балла).**

Объясните, почему у женщин в постменопаузе повышается риск развития переломов. В ответе необходимо указать: 1) какой именно гормон резко снижается; 2) как этот гормон в норме влияет на клетки костной ткани (назовите тип клеток); 3) к чему приводит отсутствие этого влияния.

Ответ:

*Резко снижается уровень эстрогенов (в частности, эстрадиола) (0.5 б.).*

*Эстрогены в норме **подавляют активность** (0.5 б.)*

***остеокластов** (клеток, разрушающих костную ткань) (0.5 б.).*

*При отсутствии эстрогенов активность остеокластов возрастает, процесс разрушения кости начинает преобладать над её образованием, что приводит к снижению плотности кости (остеопорозу) (0.5 б.)*

#### **Вопрос 5 (3 балла).**

Для оценки репродуктивного здоровья и выявления причин бесплодия применяют различные методы.

5.1 Какой основной метод визуализации позволяет безопасно и неинвазивно оценить структуру матки, яичников, отследить рост фолликула и овуляцию?

*Ответ: **Ультразвуковое исследование (УЗИ) органов малого таза, в частности, фолликулометрия** (1 б.).*

5.2 На 21-23 день цикла женщине назначают анализ крови для определения функции желтого тела. Концентрация какого гормона в этом анализе будет наиболее информативной?

*Ответ: **Прогестерон** (1 б.).*

5.3 Один из современных методов вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) заключается в извлечении яйцеклетки, её оплодотворении «в пробирке» и последующем введении эмбриона в матку. Как называется этот метод?

*Ответ: **Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО)** (1 б.).*

#### **Вопрос 6 (1.5 балла).**

Для профилактики осложнений менопаузы, таких как остеопороз, может применяться заместительная гормональная терапия (ЗГТ).

6.1 Приём препаратов какого основного женского полового гормона составляет основу ЗГТ?

Ответ: *Эстрогены (0,5 б.).*

6.2 Почему для профилактики остеопороза у женщин в постменопаузе также крайне важны достаточное потребление кальция с пищей и физическая активность?

Ответ: *Кальций является основным минеральным компонентом костей (0,5 б),*

*Физическая нагрузка создаёт механическое напряжение, необходимое для стимуляции остеобластов (клеток, строящих кость). (0,5 б.).*

## 2 задание (12 баллов)

Ученые исследовали, как клетки эпителия тонкого кишечника мыши реагируют на пищевой стресс при резком изменении осмотичности среды. Клетки культивировали в трех средах: 1) изотонической (норма), 2) гипертонической (высокая концентрация NaCl), 3) гипотонической (низкая концентрация NaCl). Через 30 минут анализировали состояние клеток и их органелл.

Изучите рисунок и ответьте на вопросы.

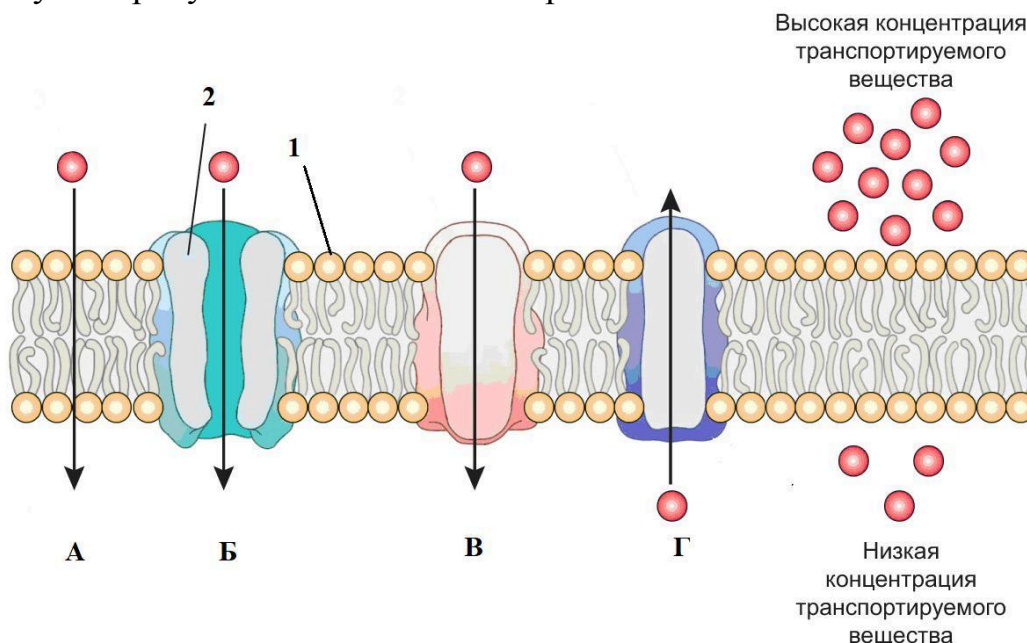


Рисунок к заданию 2. Схема строения плазматической мембраны и основные механизмы транспорта веществ (А-Г).

### Вопрос 1 (2 балла).

1.1 Какие молекулы обозначены цифрами 1 и 2 на схеме мембраны? Как свойство молекулы 1 влияет на текучесть мембраны при изменении температуры?

*Ответ:*

*1 – Фосфолипид (0.25 б.)*

*2 – Белок (интегральный/трансмембранный) (0.25 б.)*

*При понижении температуры увеличение доли ненасыщенных жирных кислот в фосфолипидах **повышает текучесть** мембраны, предотвращая её излишнее «затвердевание» (0.5 б.).*

1.2 Какой из механизмов транспорта (А-Г) используется для быстрого выведения избытка ионов  $\text{Na}^+$  из клетки, попавшей в гипотоническую среду? Какой тип белка осуществляет этот транспорт и какую молекулу он использует в качестве источника энергии?

*Ответ:*

*Механизм Активный транспорт (ионная помпа) (0.5 б.).*

*Его осуществляет  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФаза (натрий-калиевая помпа/насос) (0.25 б.), используя энергию гидролиза АТФ (0.25 б.).*

### **Вопрос 2 (1,5 балла).**

При изучении клеток в гипертонической среде обнаружили их изменение.

2.1 Опишите, что произойдет с объемом цитоплазмы и формой клетки. Как называется это явление?

*Ответ:*

*Объем цитоплазмы уменьшится, клетка сморщится. (0.25 б.)*

*Явление называется **плазмолиз** (у растительных клеток) или **кренация/сморщивание** (у животных клеток) (0.25 б.).*

2.2 Какие две структуры цитоскелета в первую очередь будут поддерживать форму клетки в таких условиях? Ответ обоснуйте.

*Ответ:*

*Форму будут поддерживать 1) **промежуточные филаменты**, так как они наиболее прочные и устойчивы к механическим нагрузкам, (0.5 б.)*

*2) **микрофиламенты (актиновый цитоскелет)**, которые образуют кортекс под мембраной и обеспечивают упругость (0.5 б.).*

### **Вопрос 3 (3,5 балла).**

При изучении клеток из гипертонической среды обнаружили увеличение количества шероховатого эндоплазматического ретикулума (ЭПР).

3.1 Какие два типа белков (по их дальнейшей судьбе) синтезируются на рибосомах шероховатого ЭПР?

*Ответ:*

*1) **Секретируемые белки** (0.5 б.);*

*2) **Мембранные белки** (0.5 б.).*



3.2 Предположите, синтез каких белков (назовите не менее двух типов) мог увеличиться в данных условиях (стресса) и почему?

*Ответ:*

*Увеличится синтез **транспортных белков** (ионных каналов, переносчиков) (0,25 б.)*

*— для активного регулирования ионного состава (0,25 б)*

*и **белков-шаперонов** (0.25 б.)*

*— для правильного сворачивания белков в условиях стресса (0.25 б.).*

3.3 Какой процесс, происходящий в ЭПР, может нарушиться при резком изменении ионного баланса в клетке? К чему это приведет на уровне белковых молекул?

*Ответ:*

*Нарушится **правильное сворачивание (фолдинг) белков** (1 б.).*

*Это приведет к накоплению **неправильно свернутых (денатурированных) белков** (0.5 б.).*

#### **Вопрос 4 (1 балл).**

В клетках из всех трех сред оценивали состояние митохондрий.

4.1 В клетках из какой среды (гипер- или гипотонической) можно ожидать снижение мембранного потенциала митохондрий? Почему?

*Ответ:*

*Снижение можно ожидать в **гипертонической среде** (0.5 б.).*

*Потеря воды приводит к сгущению цитоплазмы, нарушению ионного баланса (0,25 б.).*

4.2 К снижению выработки какого молекулярного «топлива» для клетки приведет нарушение работы митохондрий?

*Ответ: Снизится выработка **АТФ** (аденозинтрифосфата) (0,25 б.).*

#### **Вопрос 5 (2,5 балла).**

Для оценки последствий стресса использовали разные методы.

5.1 Какой метод, основанный на использовании специальных светящихся красителей и обычного светового микроскопа, позволил наблюдать повышение концентрации ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) в цитоплазме клеток во время эксперимента?

*Ответ: **Флуоресцентная микроскопия** (0,5 б.)*

5.2 Чтобы выяснить, насколько стресс повлиял на способность клеток к делению, исследователи добавили в среду вещество **бромид дезоксиуридина (BrdU)**, которое включается в новосинтезированную ДНК вместо тимина.

Через 2 часа клетки обработали антителами к BrdU и флуоресцентной меткой. Какие структуры будут светиться, если клетки успешно прошли S-фазу клеточного цикла во время эксперимента?

*Ответ:*

*Светиться будут ядрышки и хроматин (ядро) в интерфазных клетках (0,5 б) и хромосомы в делящихся клетках (0,5 б), поскольку именно в этих структурах находится ДНК, в которую был включён BrdU. (0,5 б.)*

5.3 Назовите вид микроскопии, позволяющий детально рассмотреть как изменилась внутренняя структура митохондрий (например, кристы) в клетках после стресса. *Ответ: Просвечивающая электронная микроскопия. (0,5 б.).*

### **Вопрос 6 (1,5 балла).**

6.1 Назовите бактериальную инфекцию человека (не менее двух заболеваний), при которой клетки кишечника могут испытывать осмотический стресс, аналогичный описанному в эксперименте?

*Ответ:*

*Осмотический стресс возникает при острой кишечной инфекции (0,25) (например, холере, сальмонеллезе, бактериальной дизентерии (за любую названную острую кишечную инфекцию по 0,25, но не более 0,5 в сумме), сопровождающейся сильной диареей и потерей жидкости и солей (0,25 балл)*

6.2 Какое простое медицинское средство (раствор), используемое при обезвоживании, помогает быстро восстановить осмотический баланс в клетках кишечника?

*Ответ: Регидратационный солевой раствор (например, «Регидрон») (0,5 б.).*

### **3 задание (13 баллов)**

В медико-генетическую консультацию обратилась молодая пара Алексей и Анна с вопросами о планировании беременности. У мужчины диагностирован **гипертрихоз ушной раковины** (избыточный рост волос по краю уха) — признак, сцепленный с Y-хромосомой (голландрический).

Оба будущих родителя имеют **семейную гиперхолестеринемию (СГХ)** (повышенный уровень холестерина в крови).

Кроме того, в семейном анамнезе у обоих есть случаи **агаммоглобулинемии швейцарского типа (АГ)** (тяжёлый комбинированный иммунодефицит).

Все три признака генетически детерминированы, не сцеплены между собой и не взаимодействуют. Врач-генетик должен оценить риски для их будущих детей.

**Определение генотипов родителей по семейной гиперхолестеринемии (Работа с клиническими данными)**

**Вопрос 1 (2 балла).**

Выделяют гетерозиготную и гомозиготную формы заболевания. При гетерозиготной СГХ генетический дефект унаследован от одного из родителей, примерно половина рецепторов ЛПНП не функционирует, уровень холестерина (ХС) составляет 7,5-14 ммоль/л; при гомозиготной - генетический дефект унаследован от обоих родителей, практически полностью не функционируют рецепторы ЛПНП, и уровень ХС в 4-5 раз превышает норму (14 -26 ммоль/л).

Установите генотипы Алексея и Анны по семейной гиперхолестеринемии, если известно, что этот признак наследуется по аутосомно- доминантному типу (использовать буквенное обозначение для гена «А» и «а»).

Обоснуйте ответ, используя данные об их родителях:

Мать мужчины - 9,2 ммоль/л

Отец мужчины - 3,5 ммоль/л

Мать женщины - 2,8 ммоль/л

Отец женщины – 8,4 ммоль/л.

Сами супруги имеют устойчивый повышенный уровень холестерина (>7 ммоль/л).

Ответ:

Алексей: Генотип Аа (гетерозигота) **(0.5 б.)**. Обоснование: Мутантный ген унаследован от матери, так как у неё гетерозиготная форма (Аа). От здорового отца (аа) он получил нормальный аллель **(0.5 б.)**.

Анна: Генотип Аа (гетерозигота) **(0.5 б.)**. Обоснование: Отец женщины имеет повышенный холестерин – гетерозиготная форма (Аа). Мать здорова (аа). Женщина имеет повышенный холестерин, следовательно, она гетерозигота, унаследовавшая мутантный аллель (А) от отца **(0.5 б.)**.

**Вопрос 2 (1 балл).**

Семейная гиперхолестеринемия часто вызвана мутациями в гене рецептора липопротеинов низкой плотности (*LDLR*).

2.1. Почему мутации в этом гене, приводящие к потере функции рецептора, проявляются как **доминантный** признак?

Ответ: Признак доминантный, потому что для нормального захвата холестерина клетками печени необходимо достаточное количество функциональных рецепторов ЛПНП. Даже если половина рецепторов (при



гетерозиготе Аа) не работает, это уже приводит к значительному повышению уровня холестерина в крови, то есть мутантный аллель проявляется не только в гомозиготном, но и в гетерозиготном состоянии (0,5 б.).

2.2. Какое современное молекулярно-генетическое исследование, основанное на амплификации ДНК, можно провести для **точного** выявления конкретной мутации в гене *LDLR* у этих супругов?

Ответ: ПЦР с последующим секвенированием по методу Сэнгера. (0.5 б.).

### Определение типа наследования агаммоглобулинемии швейцарского типа (Работа с родословной)

#### Вопрос 3 (2.5 балла).

3.1. Используя приведённую ниже легенду, постройте родословную семьи, обозначьте римскими цифрами номера поколений, арабскими цифрами – Алексея и Анну.

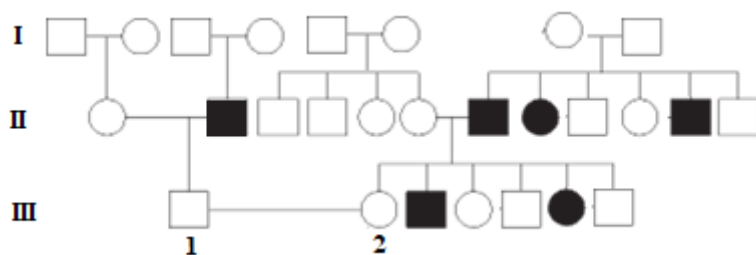
#### Легенда:

Алексей и Анна здоровы.

**Семья Анны:** у Анны одна здоровая сестра, два здоровых брата, один брат и одна сестра больны, мать здорова, отец болен. У матери Анны есть два здоровых брата и здоровая сестра. Бабушка и дедушка, по линии матери здоровы. У отца Анны есть одна больная сестра и больной брат, а также здоровая сестра и два здоровых брата. Бабушка и дедушка по линии отца здоровы.

**Семья Алексея:** Его мать здорова, отец болен. Бабушки и дедушки Алексея со стороны отца и матери здоровы.

Ответ:



Критерий	Что проверяется	Макс. балл	Присвоенный балл (пример)
1.1 Графика	Поколения, связи, символы, фенотипы. Родословная читаема и соответствует условию.	1	1 — всё верно. 0.5 — есть мелкая погрешность (нет нумерации, но структура верна). 0 — структура или фенотипы неверны.

3.2. Укажите тип наследования и обоснуйте его, исходя из анализа легенды (укажите не менее двух характерных признаков этого типа наследования, обнаруженных в легенде).

Ответ: Тип наследования: аутосомно-рецессивный тип. (0,5 баллов). Больные дети рождаются в семье здоровых родителей (0,25 б.); заболевание встречается у мужчин и женщин (0,25 б.)

3.3. Определите генотипы Алексея и Анны, а также их родителей по гену агаммоглобулинемии швейцарского типа (использовать буквенное обозначение для гена «В» и «b»).

Ответ: Алексей – Bb (0,25 б.); Анна – Bb (0,25 б.)

#### Вопрос 4. Молекулярно-генетические основы заболевания. (3 балла)

Тяжёлый комбинированный иммунодефицит (ТКИД), известный также как «швейцарский тип» агаммаглобулинемии, часто вызывается мутациями в гене *ADA*, кодирующем фермент аденозиндезаминазу. Дефект этого фермента приводит к гибели лимфоцитов и полному отсутствию иммунитета у детей. Мутации в этом гене бывают трёх видов, представленных в таблице:

Тип мутации	Пример (размер)	Краткое описание последствия
<b>Крупная делеция</b>	~3200 пар нуклеотидов	Удаление большого участка гена, включая промотор и первый экзон.
<b>Микроделеция</b>	1, 2 или 5 пар нуклеотидов	Удаление небольшого числа нуклеотидов в середине гена.
<b>Точечная миссенс мутация</b>	Замена 1 нуклеотида	Замена одного нуклеотида на другой в кодирующей последовательности.

4.1. Объясните, почему каждая из перечисленных в таблице мутаций приводит к тому, что **фермент аденозиндезаминаза не выполняет свою функцию** в клетке. Дайте объяснение для **каждого** типа мутации отдельно.

Ответ:

-*Крупная делеция приводит к полному отсутствию транскрипции/синтеза фермента (нет гена/промотора).* (0,5 б).

-*Микроделеция –выпадение нуклеотидов не кратно 3-м приводит к сдвигу рамки считывания (frameshift), что ведет к образованию бессмысленной аминокислотной последовательности и/или стоп-кодона, при этом при*

трансляции происходит преждевременная остановка синтеза полипептидной цепи - синтез нерабочего/нестабильного/ нефункционального белка. (0,5 б).

-Точечная миссенс-мутация – замена одной аминокислоты → изменение 3D-структуры фермента → потеря каталитической активности. (0,5 б).

4.2. Для планирования лечения необходимо точно определить тип мутации у пациента. Из приведённого списка методов выберите **по одному наиболее подходящему** для надёжного выявления **каждого** из двух типов мутаций, обоснуйте свой выбор:

А) Крупные делеции (потеря целого фрагмента гена)

Б) Точечные миссенс-мутации (замена одного нуклеотида)

**Список методов:**

ПЦР (полимеразная цепная реакция) в стандартном формате.

Секвенирование ДНК.

Кариотипирование.

FISH (флуоресцентная in situ гибридизация).

Ответ:

**А) Крупные делеции: FISH (0,25 б)**

*Обоснование:* Позволяет напрямую визуализировать отсутствие генного локуса на хромосоме благодаря специфичным флуоресцентным зондам. (0,5 б)

**Б) Точечные миссенс-мутации: Секвенирование ДНК (0,25 б)**

*Обоснование:* Прямо определяет нуклеотидную последовательность гена, что позволяет точно идентифицировать замену одного нуклеотида. (0,5 б)

**Прогнозирование потомства (Решение комплексной задачи)**

**Вопрос 5 (3 балла).**

5.1. Укажите полные генотипы Алексея и Анны по всем трём генам (гиперхолестеринемия, агаммоглобулинемия, гипертрихоз). Для гипертрихоза используйте обозначение: Y\*.

Ответ:

Анна: AaBbXX, (0,25 б)

Алексей: AaBbXY\* (0,25 б)

5.2. Составьте схему скрещивания и решётку Пеннета для определения возможных генотипов и фенотипов детей.

Ответ:

Признак	Ге н
семейная гиперхолестеринемия	A
нормальный липидный обмен	a



# БУДУЩЕЕ МЕДИЦИНЫ

олимпиада школьников

агаммоглобулинемия швейцарского типа (АГ)	b
Здоров по АГ	B
Гипертрихоз	Y*

P ♀ AaBbXX x ♂ AaBbXY\*  
 СГХ, Зд., , нет гип. СГХ, Зд., , гипертр.  
 Г ABX, AbX, aBX, abX ABX, AbX, aBX, abX **1 балл**  
 ABY\*, AbY\*, aBY\*, abY\*

F<sub>1</sub>

	ABX	AbX	aBX	abX	ABY*	AbY*	aBY*	abY*	<b>1 балл</b>
ABX	AABBXX	AABbXX	AaBBXX	AaBbXX	AABBXY*	AABbXY*	AaBBXY*	AaBbXY*	
AbX	AABbXX	AAbbXX	AaBbXX	AabbXX	AABbXY*	AAbbXY*	AaBbXY*	AabbXY*	
aBX	AaBBXX	AaBbXX	aaBBXX	aaBbXX	AaBBXY*	AaBbXY*	aaBBXY*	aaBbXY*	
abX	AaBbXX	AabbXX	aaBbXX	aabbXX	AaBbXY*	AabbXY*	aaBbXY*	aabbXY*	

5.3. Рассчитайте вероятность рождения в этой семье здорового ребёнка (без гиперхолестеринемии, без агаммоглобулинемии, без гипертрихоза).

**Ответ:** 3/32 (0,5 б)

## Клиническое применение знаний

**Вопрос 6 (1,5 балла).**

6.1. Какой современный высокотехнологичный метод позволит за один анализ выявить носительство мутаций по всем трём интересующим признакам (гипертрихоз, гиперхолестеринемия, агаммоглобулинемия), а также проверить сотни других генов, связанных с наследственными заболеваниями? Дайте его полное название и кратко (одним предложением) объясните его принципиальное преимущество перед поочерёдным анализом каждого гена в отдельности.

Ответ:

Полногеномное секвенирование (0,5 б.)

*Преимущество:* Высокая производительность — позволяет одновременно проанализировать миллионы нуклеотидных последовательностей из множества генов за один эксперимент, что экономит время, ресурсы и даёт комплексную картину генетических рисков. **(0,5 б.)**

6.1. Какой простой профилактический метод, доступный уже на этапе планирования, мог бы резко снизить клинические проявления одного из заболеваний в данной семье у будущих детей? Укажите заболевание и метод.

Ответ:

Для семейной гиперхолестеринемии **(0,25 б.)**

раннее назначение гиполипидемической диеты и, при необходимости, препаратов для контроля уровня холестерина с детства **(0, 25 б.)**.

#### 4 задание (13 баллов)

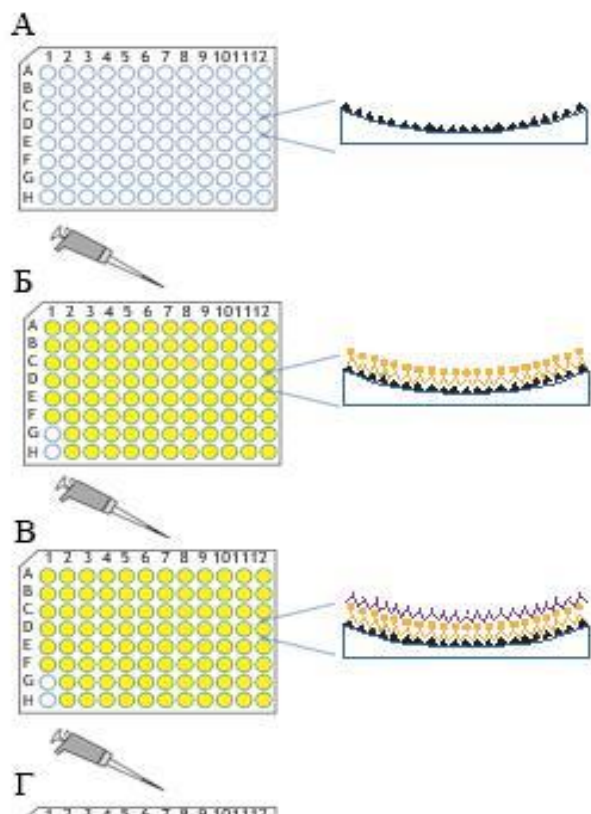
##### Ситуационная задача:

20 мая двое воспитанников сельского детского сада госпитализированы с подозрением на геморрагическую лихорадку с почечным синдромом (ГЛПС). Известно, что 12 мая они играли в лесопосадке. В последующие дни были госпитализированы еще 6 детей из того же сада и воспитательница этой группы.

Для выявления инфицированных хантавирусом (возбудитель ГЛПС) у всех детей и сотрудников учреждения провели **твёрдофазный иммуноферментный анализ (ИФА)** на антитела класса IgM с использованием стандартного набора «ВектоХанта-IgM».

Схема постановки опыта и результаты представлены на рисунке (описание ниже).

##### Схема планшета и результаты:



**1-я колонка:** Контроли. А, В, С — отрицательные контрольные пробы; D, E, F — положительные контрольные пробы; G, H — только раствор для разведения (контроль реагентов).

**2-я и 3-я колонки:** Образцы сывороток сотрудников детского сада.

**4-я, 5-я, 6-я колонки:** Образцы детей младших групп (12 мая играли на детской площадке).



**7-я, 8-я, 9-я колонки:** Образцы детей средних групп (12 мая с воспитательницей гуляли в лесопосадке). Сюда же включены пробы всех 8 госпитализированных детей.

**10-я, 11-я, 12-я колонки:** Образцы детей старших групп (12 мая были в школе).

**Результат:** На планшете визуально наблюдается окрашивание (изменение цвета) лунок. Интенсивность окраски положительных контролей (D, E, F) примерно одинакова. В опытных лунках окрашивание разной степени интенсивности наблюдается **в колонках 3 и 7, 8, 9**. Несколько лунок в этих колонках окрашены так же ярко, как положительный контроль, остальные — слабее. В других колонках окрашивания, сравнимого с контролем, нет.

**Вопрос 1 Анализ постановки опыта и результатов. (3 балла)**

1.1 Опишите принцип непрямого твёрдофазного ИФА для обнаружения специфических антител (например, IgM к хантавирусу) в сыворотке крови. Перечислите ключевые этапы.

*Ответ:*

*Принцип: 1) Адсорбция антигена (хантавируса) на твердой фазе (05,баллов);  
2) Инкубация с исследуемой сывороткой (специфические IgM, если есть, связываются) (05,б.);*

*3) Инкубация с конъюгатом (вторичные антитела против человеческих IgM, меченные ферментом) (05,б.);*

*4) Добавление хромогенного субстрата, который фермент превращает в окрашенный продукт. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации специфических IgM. (05,б.)*

1.2 Проанализируйте полученные результаты. Есть ли связь положительных проб с анамнезом (историей контакта) исследуемых лиц? Свой ответ обоснуйте, ссылаясь на схему опыта.

*Ответ:*

*Да, связь есть (0,2 б.).*

*Положительные пробы сконцентрированы в группах, посетивших лесопосадку (в основном колонки 7-9) — наиболее вероятное место контакта с резервуаром вируса (грызунами) (0,8 б.)*

**Вопрос 2. Интерпретация диагностических данных. (3 балла)**

2.1 Почему для диагностики острой фазы инфекции, особенно в начале вспышки, целесообразно искать именно антитела класса **IgM**, а не IgG? Дайте **два** основных аргумента, исходя из биологии иммунного ответа.

*Ответ:*

*IgM — первые антитела, появляющиеся в ответ на инфекцию (маркер острой фазы) (1 балл).*

*2) IgM указывают на недавнее/первичное инфицирование, в то время как IgG могут отражать давно перенесенную инфекцию (1 б.).*

2.2 Можно ли на основании **только этого анализа** со 100% уверенностью утверждать, что все лица с положительным результатом больны ГЛПС в данный момент? Ответ «нет» — объясните, какой дополнительный лабораторный тест (или подход) повысит точность диагностики активной инфекции.

*Ответ:*

*Нет, нельзя (0,25 б.).*

*Для подтверждения активной инфекции необходимо парное исследование сывороток (взятых с интервалом 10-14 дней) для выявления нарастания титра специфических IgG или использование методов, выявляющих сам вирус/его компоненты (ПЦР на РНК хантавируса) (0,75 б.).*

### **Вопрос 3. Механизм детекции сигнала. (3 балла)**

3.1 В данном наборе используются **вторичные антитела**, конъюгированные с пероксидазой хрена. Против какого объекта (антигена) направлены эти вторичные антитела?

**Ответ:** *Вторичные антитела направлены против человеческих антител класса IgM (являются анти-человеческими-IgM). (1 б.)*

3.2 Каков принцип генерации цветного сигнала в этой системе?

*Ответ: Принцип: фермент пероксидаза хрена катализирует окисление бесцветного субстрата (например, ТМБ) перекисью водорода с образованием окрашенного продукта. (1 б.)*

3.3 В чем главное преимущество **непрямого** метода ИФА (с использованием вторичных антител) перед **прямым** методом (где метка присоединена к первичным антителам)? Ответ дайте одним словом или кратким термином.

*Ответ: Усиление (амплификация) сигнала. (Так как с одной молекулой первичного антитела связывается несколько молекул вторичного). (1 балл)*

### **Вопрос 4. Эпидемиологический прогноз и меры. (4 балла)**

4.1 Инкубационный период ГЛПС составляет от 7 до 49 дней. Можно ли, основываясь на отрицательном результате анализа 20 мая, гарантировать, что обследуемый ребенок из старшей группы (колонки 10-12) не заболеет ГЛПС через 2 недели? Ответ обоснуйте, учитывая эпидемиологические и иммунологические аспекты.

**Ответ:**

*Нет, гарантировать нельзя. (0,25 б)*

*Отрицательный результат 20 мая может быть в период «серологического окна» (антитела еще не выработались), если заражение произошло 12 мая. (1,5 б)*

4.2 Назовите молекулярно-генетический метод, который является «золотым стандартом» для прямого подтверждения присутствия вирусного агента в организме на доклинической стадии.

*Ответ: Полимеразная цепная реакция (ПЦР) (1 б.)*

4.3 Учитывая механизм передачи хантавирусов (резервуар — грызуны, основной путь — воздушно-пылевой, при вдыхании высохших экскрементов) и полученные данные, необходимо ли объявлять **чрезвычайную ситуацию (ЧС) федерального масштаба** и вводить карантин в населенном пункте? Дайте краткое обоснование.

*Ответ: Нет, объявление ЧС федерального масштаба не требуется (0,25 б.).*

*Вспышка носит локальный характер. ГЛПС — природно-очаговая инфекция (0,25 б.) с отсутствием передачи от человека к человеку (0,25 б.).*

*Меры должны быть направлены на дератизацию и санитарное просвещение в очаге, а не на карантин (0,25 б.).*