

ЕГЭ-2023 по биологии. Биологический эксперимент: что надо знать и уметь ученику для решения практических заданий.

Чередниченко Ирина Петровна,
к.п.н, методист-эксперт Центра методической поддержки
педагогов ГК «Просвещение»

Сарычева Наталья Юрьевна,
к.б.н., доцент кафедры физиологии человека и животных
Биологического факультета МГУ,
автор учебников издательства «Просвещение»



Задания линий 23, 24

Проверяют умения:

- исследовать и анализировать биологические объекты и системы, объяснять закономерности биологических процессов и явлений;
- прогнозировать последствия значимых биологических исследований;
- выдвигать гипотезы на основе знаний об основополагающих биологических закономерностях и законах, о происхождении и сущности жизни, глобальных изменениях в биосфере;
- проверять выдвинутые гипотезы экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;
- объяснять результаты биологических экспериментов, решать элементарные биологические задачи.

Шаги к успеху в решении биологических задач

1. Внимательное изучение по тексту и рисункам учебников теоретического материала;
2. Выполнение лабораторных работ; планирование и проведение биологических экспериментов;
3. Отработка умения анализировать ход и результаты биологических экспериментов;
4. Отработка умения анализировать условие биологической задачи, соотносить его с изученным учебным материалом;
5. Отработка умения соблюдать требования/рекомендации при решении задач;
6. Тренировка в формулировании/написании последовательных, полных аргументированных ответов;
7. Решение различных биологических задач, выполнение готовых заданий формата ЕГЭ с учетом критериев.

Еще раз уточним понятия

Нулевая гипотеза

Гипотеза – научное предположение, которое может объяснить наблюдаемое в эксперименте явление.

Эксперимент – это основной метод, позволяющий проверить гипотезу, которую выдвинул Экспериментатор (т.е. изучить влияние независимой переменной на величину зависимой).

гипотеза

Рабочая – независимая переменная влияет на зависимую
(взаимосвязь между переменными есть)

Нулевая – независимая переменная **НЕ** влияет на зависимую переменную
(взаимосвязи между переменными нет)

Как сформулировать нулевую гипотезу?

Для формулировки нулевой гипотезы необходимо, прочитав условия задачи, правильно определить независимую и зависимую переменные.

Далее можно формулировать нулевую гипотезу, ***в которой мы будем утверждать, что нет связи между наблюдаемыми событиями, о которых идет речь именно в этой задаче*** (т.е. нет связи между независимой переменной и наблюдаемой зависимой переменной).

Еще раз уточним понятия

Что такое контроль и зачем его использовать?

В любом эксперименте есть как минимум две составные части (два объекта):

- **Опыт** – на объекты оказывается воздействие (например, вводятся лекарственные препараты)
- **Контроль** - на объекты не оказывается воздействие (например, не вводятся лекарственные препараты, а вводится растворитель)

Сопоставление результатов в опыте и контроле позволяет доказать, что изменение произошло.

Отрицательный контроль – эксперимент, в котором изучаемое изменение не происходит.

Как поставить отрицательный контроль?

– нужно создать условия, при которых ***изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию. Обязательно - при прочих равных условиях!***

Отрицательный контроль: еще одно пояснение

Отрицательный контроль:

Это экспериментальный контроль, в котором *независимая переменная **остается постоянной при прочих равных условиях эксперимента.***

Т.е. экспериментатор создает такие же условия эксперимента, но значение независимой переменной делает неизменной (постоянной).

Цель отрицательного контроля:

Отрицательный контроль *использует для проверки внешних неучтенных факторов, которые могут оказать влияние на результат эксперимента*

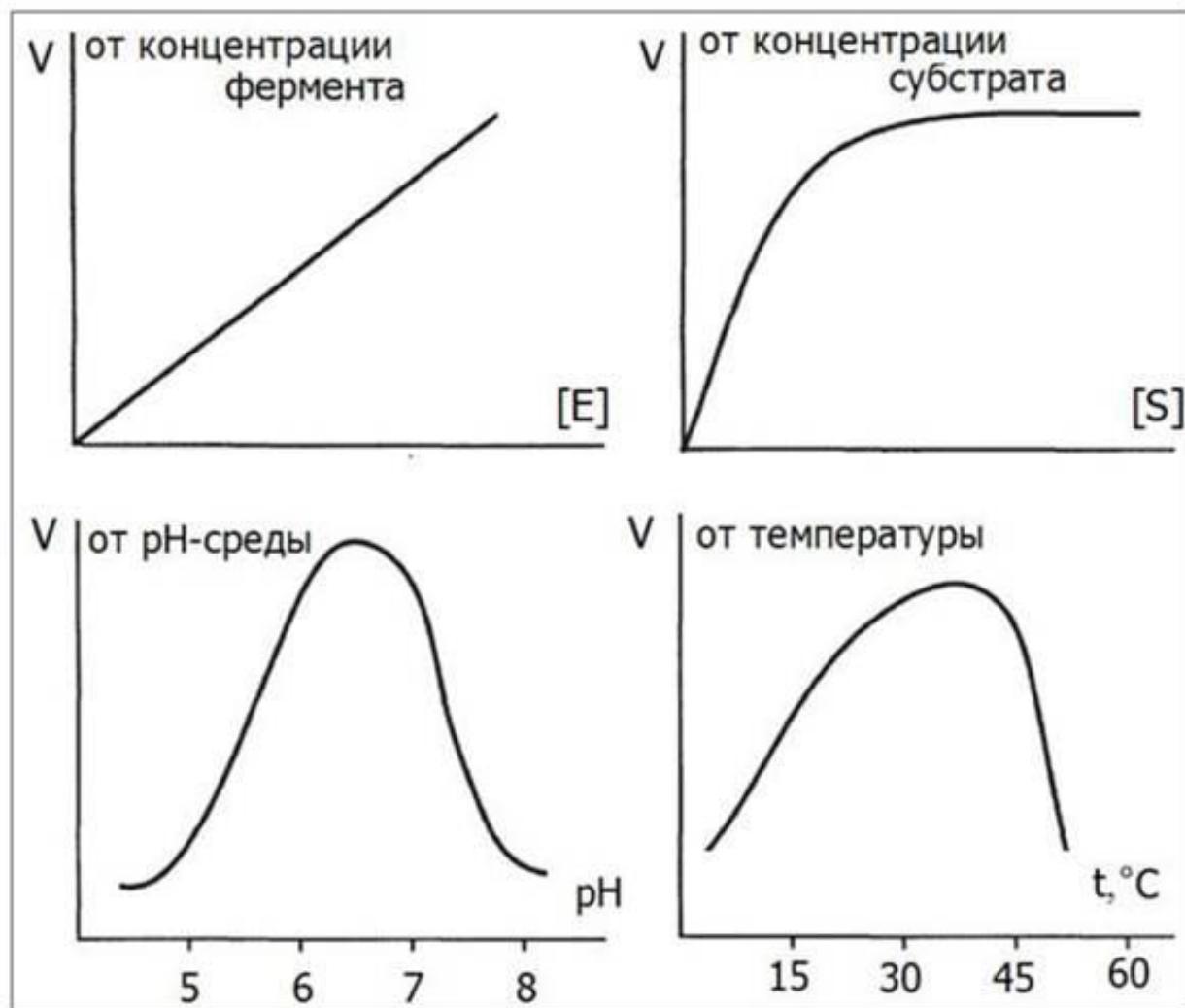
Что нужно для постановки отрицательного контроля?

Необходимо выявить независимую переменную, то есть экспериментальное воздействие и свести его к нулю. Иными словами – создать условия, при которых изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию ПРИ ПРОЧИХ РАВНЫХ УСЛОВИЯХ эксперимента.

Резюме

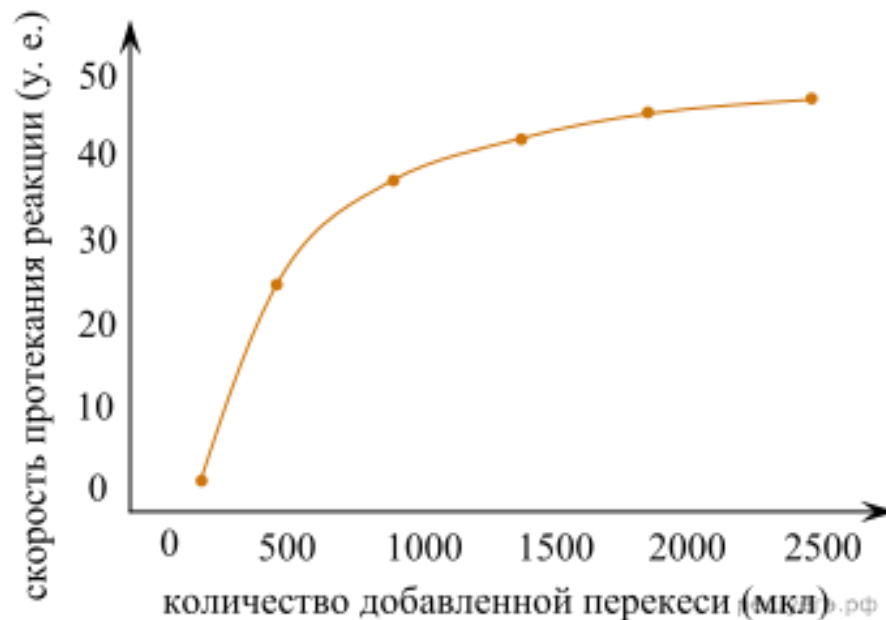
- Независимая переменная – то, что задает экспериментатор
- Зависимая переменная – то, что меняется из-за влияния (действия) независимой переменной.
- Нулевая гипотеза – независимая и зависимая переменные НЕ связаны.
- Рабочая гипотеза - независимая и зависимая переменные связаны.
- Отрицательный контроль – эксперимент, где независимая переменная остается постоянна.
- Зачем нужен отрицательный контроль? или Цель отрицательного контроля?
 - он необходим для проверки: действительно ли независимая переменная влияет на зависимую.

Задания №23, 24 части 2. Исследование активности ферментов



Задание №23 части 2

Для изучения активности фермента пероксидазы, расщепляющей перекись водорода, ученый провёл эксперимент с корнем хрена. Для этого он нарезал корень на кусочки массой по 1 грамму, измельчил их и положил в пробирки. Затем в каждую пробирку он добавил различные объёмы 3%-го водного раствора перекиси водорода. Результаты эксперимента представлены на графике. 1) Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? 2) Предположите, какую нулевую гипотезу можно сформулировать перед постановкой этого эксперимента? 3) Объясните как в этом эксперименте поставить отрицательный контроль.



Задание №23 части 2

Ответ:

- 1) Независимая (задаваемая экспериментатором) — количество (объём) добавляемой перекиси; зависимая (меняется в зависимости от заданной) — скорость протекания химической реакции (должны быть указаны обе переменные).
- 2) Не существует связи между количеством добавляемой перекиси и скоростью протекания реакции.
- 3) Объём добавляемого раствора перекиси не должен изменяться
или нужно добавлять одинаковый объём перекиси к каждому образцу корня хрена.
При прочих равных условиях.

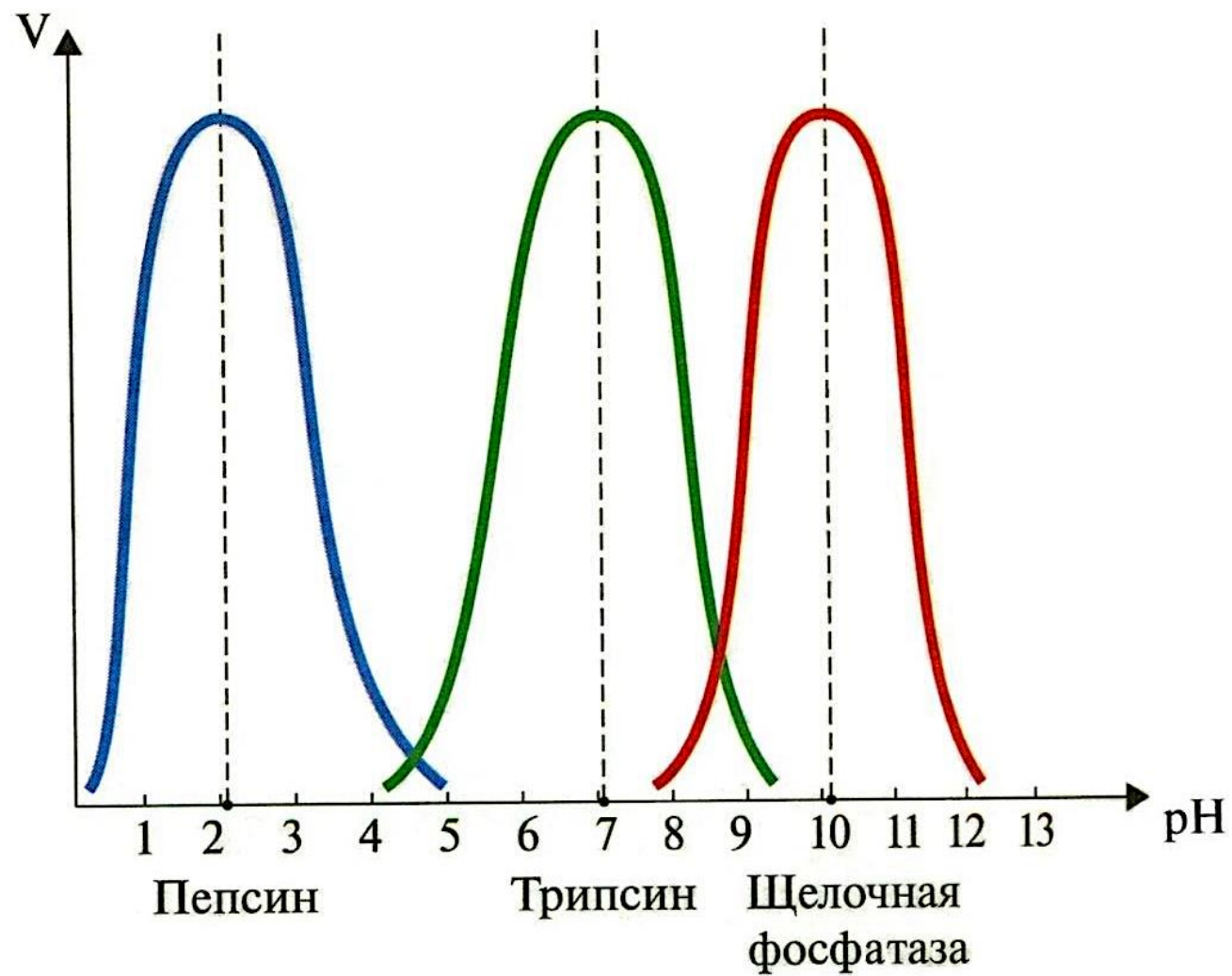
Задание №24 части 2

Экспериментатор в данном эксперименте продолжил добавлять большие количества раствора перекиси водорода к образцам корня хрена и не выявил увеличения скорости реакции. Объясните, почему при увеличении количества добавляемого раствора перекиси водорода от 100 мкл до 1000 мкл скорость реакции, катализируемой пероксидазой, активно растет, а при добавлении свыше 2000 мкл не наблюдается увеличение скорости протекания реакции? Изменятся ли результаты эксперимента, если перед его началом корень вымачивать в концентрированной уксусной кислоте в течение нескольких дней? Ответ поясните.

Ответ:

- 1) Перекись водорода является субстратом для фермента пероксидазы. При добавлении субстрата скорость реакции возрастает, так как к расщеплению молекул субстрата подключаются новые молекулы фермента.
- 2) Количество пероксидазы в клетках растения ограничено.
- 3) При большом количестве субстрата (добавляемой перекиси водорода) все молекулы фермента задействованы и скорость реакции увеличиться не может, потому что она в этом случае максимальна.
- 4) Пероксидаза является ферментом, то есть белковой молекулой.
- 5) Молекулы белка денатурируют при изменении кислотности среды. При длительном воздействии концентрированной уксусной кислоты молекулы фермента денатурируют и реакция не идет.

Задание №23 части 2



Задание №23 части 2

Ученый решил выяснить, как изменяется **активность амилазы слюны в зависимости от T° среды**. Для этого в 4 пробирки он налил крахмальный клейстер. Далее в каждую пробирку добавил по 0,5 мл слюны и затем по 2 капли йода. Пробирки содержал при различных температурах. Результаты эксперимента приведены в таблице. 1) Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? 2) Какой отрицательный эксперимент можно поставить в данном случае. 3) Предположите, какую нулевую гипотезу можно сформулировать перед постановкой этого эксперимента? 4) Объясните, почему в пробирки добавляют капли йода.

№ пробирки	Температура	Окраска с йодом	Степень активности
1	4 °C	проявившееся синее окрашивание со временем не исчезает	нет
2	23 °C	проявившееся синее окрашивание со временем исчезает	11–12 минут
3	37 °C	проявившееся синее окрашивание со временем исчезает	6 минут
4	45 °C	проявившееся синее окрашивание со временем не исчезает	нет

Задание №23 части 2

Ответ:

- 1) Независимая (задаваемая экспериментатором) — температура, при которой содержится пробирка; зависимая (меняется в зависимости от заданной) — активность фермента амилазы (должны быть указаны обе переменные).
- 2) Не существует связи между температурой среды и активностью фермента амилаза.
- 3) Не изменять температуру, в которой содержаться пробирки. При прочих равных условиях.
- 4) Изменение окраски йода является качественной реакцией на крахмал. Исчезновение синей окраски раствора говорит о разложении крахмала.

Задание №24 части 2

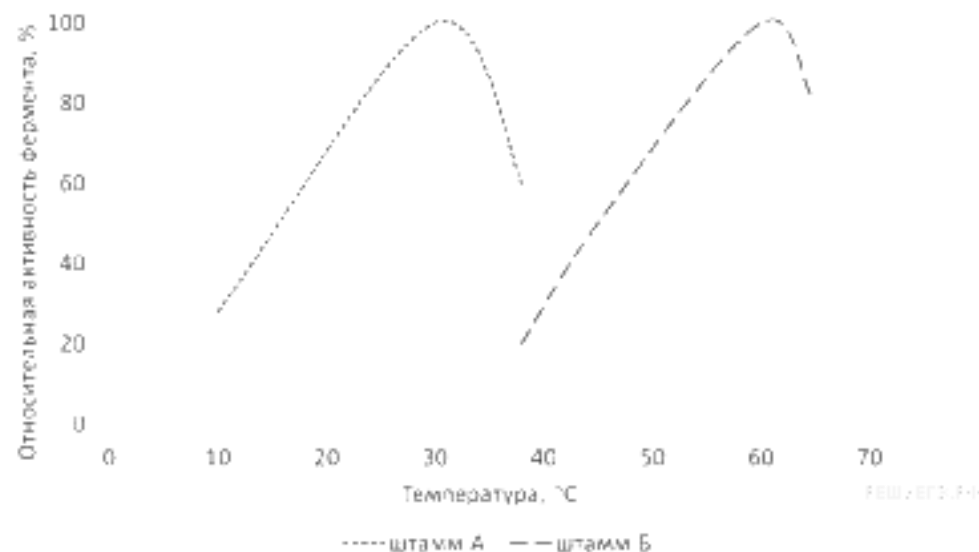
Какие выводы можно сделать на основе анализа полученных результатов, приведенных в таблице? Какая температура является наиболее оптимальной для работы пищеварительных ферментов? Почему не идут ферментативные реакция при температуре 4°C и 45°C ? От каких других параметров зависит активность пищеварительных ферментов в различных отделах ЖКТ? Какие органические соединения они расщепляют? Приведите примеры.

Ответ:

- 1) Активность фермента амилаза слюны зависит от температуры среды.
- 2) Амилаза наиболее активна при температуре 37°C .
- 3) Наиболее оптимальная температура для работы пищеварительных ферментов - 37°C . Это температура тела человека.
- 4) Пищеварительные ферменты – белковые молекулы. При 4°C реакция не идет т. к. происходит разбалансировка процессов и холодовая денатурация фермента. При 45°C градусах реакция не идет, т. к. идет тепловая денатурация ферментов.
- 5) Активность пищеварительных ферментов может зависеть от кислотности среды.
- 6) В ротовой полости реакция слюны нейтральная или слабощелочная. В желудке среда кислая и фермент пепсин активен именно этой среде, расщепляя белки. В 12-ти перстной кишке среда нейтральная или слабощелочная. Фермент поджелудочной железы трипсин активен при такой рН и расщепляет белки и пептиды. Другие ферменты, выделяемые поджелудочной железой, расщепляют полисахариды (амилаза), жиры (липаза), нуклеиновые кислоты (нуклеаза).

Задание №23 части 2

Проанализируйте график «Зависимость от температуры активности фермента ДНК-полимеразы у двух штаммов микроорганизмов». В ходе эксперимента культуры обоих штаммов были помещены в одинаковые чашки Петри и содержались при определенных температурных условиях. Результаты представлены на графике. 1) Какая переменная в этом эксперименте будет зависимой (изменяющейся), а какая независимой (задаваемой)? 2) Объясните как в этом эксперименте поставить отрицательный контроль (отрицательный контроль – это экспериментальный контроль, при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию). 3) Какую нулевую гипотезу мог сформулировать экспериментатор перед постановкой этого эксперимента? 4) Какой вывод можно сделать об активности фермента ДНК-полимераза штаммов А и Б?



Задание №23 части 2

Ответ:

- 1) Зависимой (изменяющейся) переменной будет изменение активности фермента ДНК-полимеразы, а независимой (задаваемой) переменной – температура, при которой содержится чашка Петри с культурой микроорганизмов.
- 2) Надо поместить чашки Петри с каждым из штаммом бактерий в неизменяющиеся температурные условия.
- 3) Активность фермента ДНК-полимераза не зависит от температуры.
- 4) Максимальная активность фермента из штамма А наблюдается при 30°C , а из штамма Б - при 60°C .

Задание №24 части 2

Объясните, от чего может зависеть более высокая термоустойчивость фермента ДНК-полимераза у одного из штаммов микроорганизмов? От каких факторов среды может еще зависеть скорость протекания ферментативной реакции? Приведите не менее 3х причин.

Ответ:

1. Ферменты – это белковые молекулы. У разных белков отличаются последовательности аминокислот (первичная структура). Более высокая термоустойчивость фермента ДНК-полимеразы у штамма Б объясняется его первичной структурой. Первичная структура белка определяет особенности строения других структур и свойства белковой молекулы в целом
2. Термостойкие бактерии имеют оболочки клеток, более устойчивые к высоким температурам.
3. В клеточных мембранах может быть выше содержание липидов, в состав которых входят насыщенные жирные кислоты.
4. Скорость протекания ферментативной реакции может зависеть от pH среды, от количества субстрата, от концентрации самого фермента, от наличия в среде достаточного количества коферментов.

Влияние на организм вегетативной нервной

Орган	Влияние симпатической стимуляции	Влияние парасимпатической стимуляции
Потовые железы	Обильное потоотделение (холинергические волокна)	Потоотделение с ладоней рук
Апокриновые железы	Густой пахучий секрет	Нет эффекта
Кровеносные сосуды	Чаще всего сужаются	Нет эффекта
Сердечная мышца	Увеличение ЧСС	Уменьшение ЧСС
Коронарные сосуды	Расширение (β_2 -рецепторы), сужение (α -рецепторы)	Расширение
Бронхи	Расширение	Сужение
Желудочно-кишечный тракт	Ослабление перистальтики и тонуса	Усиление перистальтики и тонуса
Печень	Выделение глюкозы в кровь	Незначительный синтез гликогена
Желчный пузырь и желчные протоки	Расслабление	Сокращение
Почки	Уменьшение диуреза и секреции ренина	Нет эффекта
Мочевой пузырь — сфинктер — детрузор	Сокращение Расслабление (слегка)	Расслабление Сокращение
Свертывание крови	Усиление	Нет эффекта
Уровень глюкозы крови	Увеличение	Нет эффекта
Уровень липидов в крови	Увеличение	Нет эффекта
Мозговое вещество надпочечников	Увеличение секреторной функции	Нет эффекта
Умственная деятельность	Увеличение	Нет эффекта
Мышцы пилоэрекции	Сокращение	Нет эффекта
Скелетные мышцы	Увеличение силы	Нет эффекта
Жировые клетки	Липолиз	Нет эффекта
Основной обмен	Увеличение до 100 %	Нет эффекта

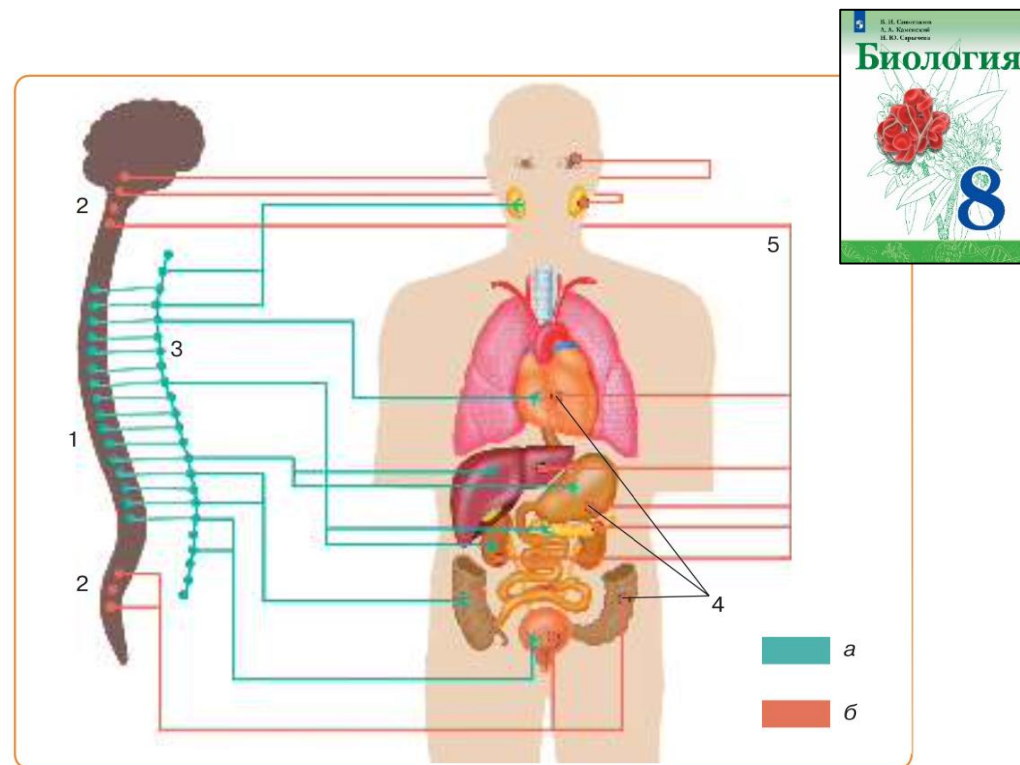


Рис. 37. Симпатический (а) и парасимпатический (б) отделы вегетативной нервной системы: 1 — центры симпатического отдела; 2 — центры парасимпатического отдела; 3 — узлы симпатического ствола; 4 — узлы парасимпатического узла; 5 — блуждающий нерв



Влияние на организм вегетативной нервной системы

Органы	Возбуждение симпатической нервной системы	Возбуждение парасимпатической нервной системы
Сердце	Учащает и усиливает сокращения	Замедляет и ослабляет сокращения
Артерии	Сужаются; повышается артериальное давление	Расширяются; понижается артериальное давление
Кишечник	Уменьшается перистальтика	Усиливается перистальтика
Печень	Расслабляются желчные протоки	Сокращаются желчные протоки
Потовые железы	Усиливают секрецию	Не влияет
Слюнные и слезные железы	Уменьшение секреции	Усиление секреции
Зрачок глаз	Расширяется	Сужается
Бронхи	Расширяются; облегчается дыхание	Сужаются
Мышцы, поднимающие волосы	Сокращаются, волосы "встают дыбом"	Расслабляются
Кол-во сахара в крови	Увеличивается	Уменьшается
Потребление кислорода	Увеличивается	Увеличивается

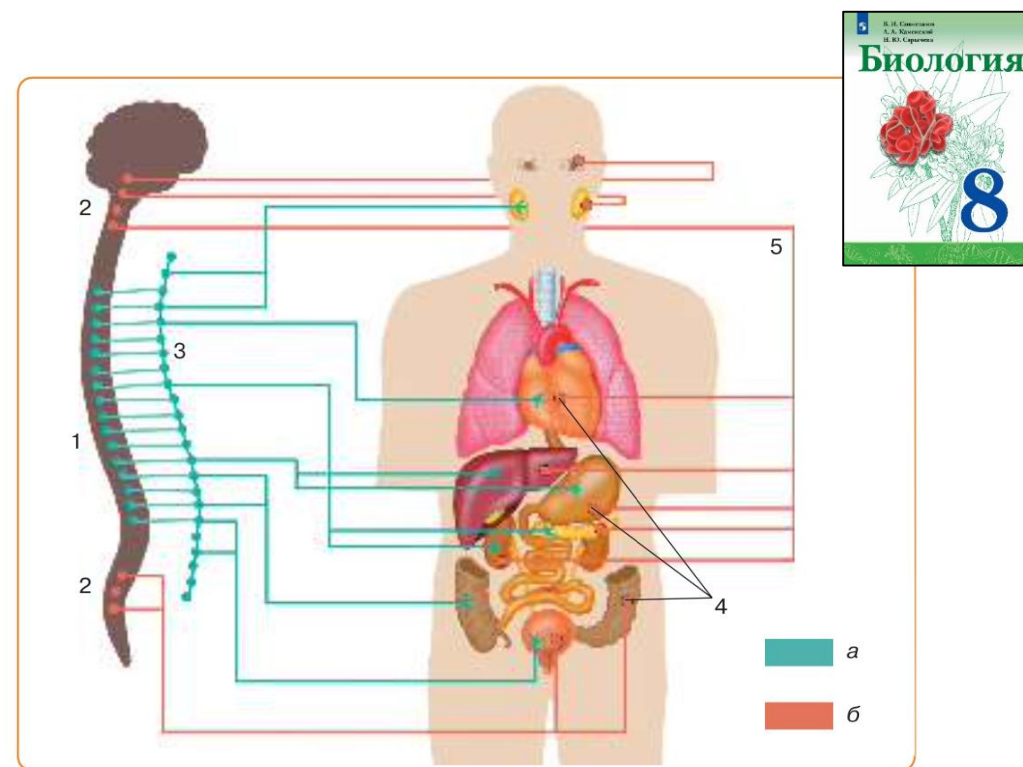


Рис. 37. Симпатический (а) и парасимпатический (б) отделы вегетативной нервной системы: 1 — центры симпатического отдела; 2 — центры парасимпатического отдела; 3 — узлы симпатического ствола; 4 — узлы парасимпатического узла; 5 — блуждающий нерв



Влияние на организм вегетативной нервной системы

Адренорецепторы и эффекты их стимуляции

Тип рецептора	Локализация и эффект после стимуляции
α_1	Локализуются преимущественно в кровеносных сосудах. Сокращение гладкой мускулатуры сосудов – вазоконстрикция
α_2	Локализуются в пресинаптических терминалях нервных окончаний. По механизму обратной связи стимуляция рецептора тормозит выброс норадреналина.
β_1	Рецепторы преимущественно локализованы в миокарде и гладкой мускулатуре кишечника. Стимуляция - положительный хронотропный, инотропный и дромотропный эффекты.
β_2	Рецепторы преимущественно локализованы в гладкой мускулатуре бронхов, кровеносных сосудов, мочевого пузыря. Стимуляция приводит к бронходилатации, вазодилатации.
D1	Локализованы преимущественно в сосудах почек и ЖКТ. Стимуляция рецепторов приводит к вазодилатации.
D2	Локализованы в пресинаптической мембране нервных окончаний. Стимуляция рецепторов приводит к вазодилатации.

4 типа регуляторных эффектов на сердце

- 1 ХРОНОТРОПНЫЙ ЭФФЕКТ** - влияние на частоту сокращений (изменение автоматии)
- 2. ИНОТРОПНЫЙ ЭФФЕКТ** - влияние на силу и скорость сокращений (изменение сократимости)
- 3. БАТМОТРОПНЫЙ ЭФФЕКТ** - влияние на возбудимость миокарда
- 4. ДРОМОТРОПНЫЙ ЭФФЕКТ** - влияние на проводимость в миокарде

Эффекты

(звездочкой * обозначены выраженные эффекты)

Парасимпатическая нервная система:

- Отрицательный хронотропный*
- Отрицательный инотропный
- Отрицательный дромотропный
- Отрицательный батмотропный*

Симпатическая нервная система:

- Положительный хронотропный*
- Положительный инотропный*
- Положительный дромотропный*
- Положительный батмотропный*

Задание №23 части 2

Исследователь решил провести диагностику функционального состояния вегетативной нервной системы у учащихся 10-х классов. В качестве критерия функционального состояния вегетативной нервной системы он использовал тест на кожно-вегетативные рефлексы. Реакция кожных капилляров, вызываемая проведением с нажимом рукояткой неврологического молоточка, проявляется в виде полосы покраснения кожи. Такая реакция называется местный дермографизм. Принцип оценки. Обычный **розовый дермографизм** представляет собой нормальное явление. **Красный дермографизм** оценивается как признак преобладания парасимпатической возбудимости. **Белый дермографизм** считается проявлением повышенной возбудимости симпатического отдела вегетативной нервной системы. Результаты представлены в таблице.

Какой параметр был задан экспериментатором (независимая переменная), какой параметр менялся в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Предположите, какую нулевую гипотезу можно сформулировать перед постановкой этого эксперимента? Какие выводы можно сделать на основе анализа данной таблицы?

Кожный дермографизм			
Пол /количество испытуемых	Норма (розовая полоска)/ количество испытуемых	Симпатический ответ (белая полоска) /количество испытуемых	Парасимпатический ответ (красная полоска)/количество испытуемых
Девочки, 25	7	18	-
Мальчики, 26	9	16	1

Задание №23 части 2

Ответ:

- 1) Независимая переменная (задаваемая экспериментатором) — нажим рукояткой неврологического молотка, зависимая переменная (меняется в зависимости от заданной) — выраженность дермографизма.
- 2) Не существует связи нажимом рукоятки неврологического молотка на кожу испытуемого и выраженностью дермографизма.
- 3) Преобладание симпатического ответа проявляется у большей части школьников.
- 4) У девочек эти различия выражены сильнее.
- 5) Парасимпатический ответ не наблюдается у большинства школьников.

Задание №24 части 2

Почему экспериментатор использовал для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы тест на кожно-вегетативные рефлексы? Объясните результаты эксперимента/теста. Приведите не менее трех примеров противоположного действия симпатического и парасимпатического отделов нервной системы на разные физиологические системы организма.

Ответ:

- 1) Вегетативная нервная система влияет на тонус сосудов, включая кровеносные сосуды кожи.
 - 2) Основная причина красного дермографизма - преобладание влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что проявляется в расширении кровеносных капилляров кожи в ответ на механическое раздражение.
 - 3) Причиной белого дермографизма является ангиоспазм (сужение капилляров кожи) у людей, у которых преобладает активность симпатической нервной системы.
 - 4) Влияние на кровеносную систему: симпатическая НС увеличивает ЧСС, парасимпатическая НС – уменьшает ЧСС
 - 5) Влияние на пищеварительную систему: симпатическая НС замедляет перистальтику кишечника, парасимпатическая НС – усиливает перистальтику кишечника
 - 6) Влияние на дыхательную систему: симпатическая НС расширяет бронхи, парасимпатическая НС сужает бронхи
- (Влияние на выделительную систему: симпатическая НС расслабляет мышцы мочевого пузыря, парасимпатическая НС сокращает мышцы мочевого пузыря; Влияние на кожу: симпатическая НС поднимает волосы, парасимпатическая НС обеспечивает прилегание волос)

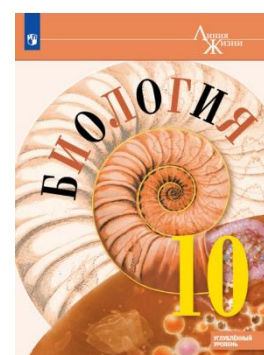
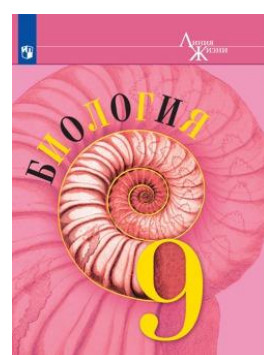
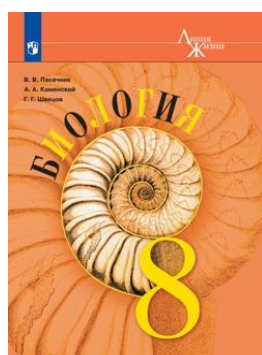
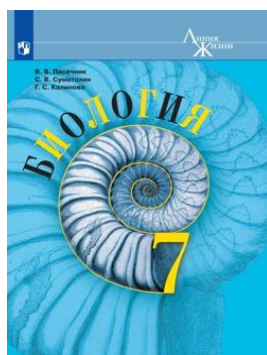
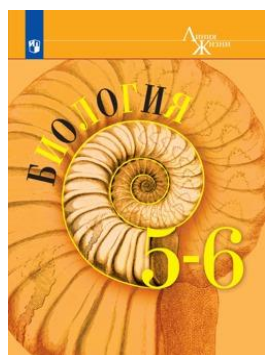
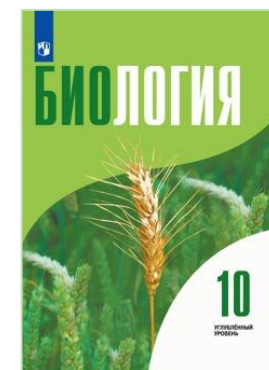
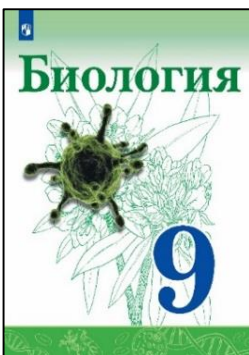
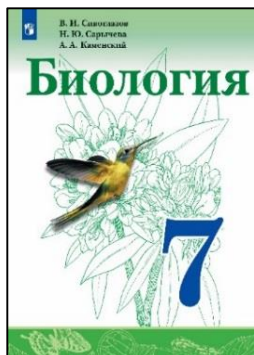
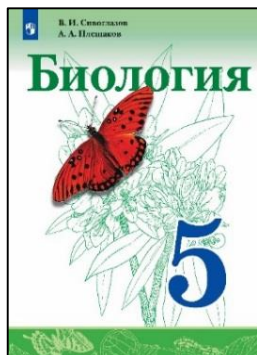
Задание №24 части 2

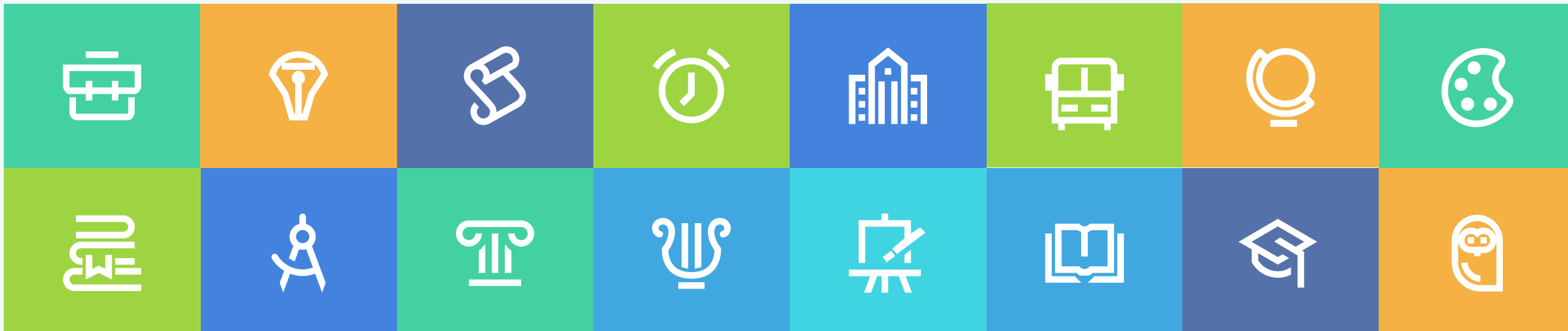
Почему экспериментатор использовал для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы тест на кожно-вегетативные рефлексы? Объясните результаты эксперимента/теста. Приведите не менее трех примеров противоположного действия симпатического и парасимпатического отделов нервной системы на разные физиологические системы организма.

Ответ:

- 1) Вегетативная нервная система влияет на тонус сосудов, включая кровеносные сосуды кожи.
 - 2) Основная причина красного дермографизма - преобладание влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что проявляется в расширении кровеносных капилляров кожи в ответ на механическое раздражение.
 - 3) Причиной белого дермографизма является ангиоспазм (сужение капилляров кожи) у людей, у которых преобладает активность симпатической нервной системы.
 - 4) Влияние на кровеносную систему: симпатическая НС увеличивает ЧСС, парасимпатическая НС – уменьшает ЧСС
 - 5) Влияние на пищеварительную систему: симпатическая НС замедляет перистальтику кишечника, парасимпатическая НС – усиливает перистальтику кишечника
 - 5) Влияние на дыхательную систему: симпатическая НС расширяет бронхи, парасимпатическая НС сужает бронхи
- (Влияние на выделительную систему: симпатическая НС расслабляет мышцы мочевого пузыря, парасимпатическая НС сокращает мышцы мочевого пузыря; Влияние на кожу: симпатическая НС поднимает волосы, парасимпатическая НС обеспечивает прилегание волос)

Какие учебники использовать?





Группа компаний «Просвещение»

Адрес: 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 3, подъезд 8, бизнес-центр «Новослободский»

Горячая линия: vopros@prosv.ru



Методист-эксперт Центра методической поддержки педагогов и образовательных организаций, к.п.н:

Чередниченко Ирина Петровна

E-mail: ICherednichenko@prosv.ru