

**ЗДАНИЯ**  
**практического тура регионального этапа XXXIX Всероссийской**  
**олимпиады школьников по биологии. 2022-23 уч. год. 10 класс**

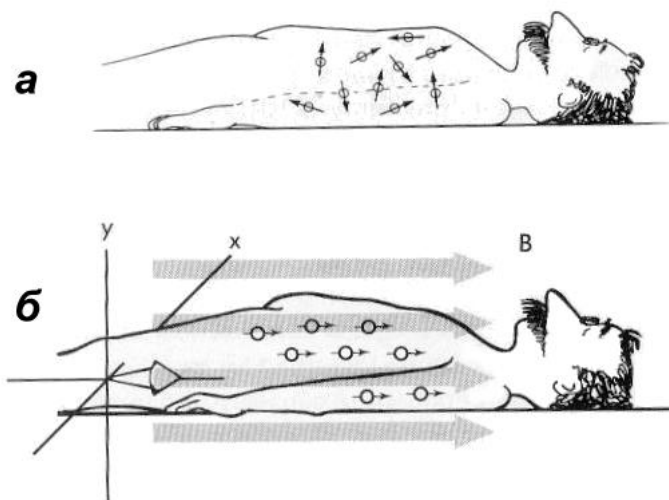
Вариант 1

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ (максимум 50 баллов)**

**Метод магнитно-резонансной томографии (МРТ)** основан на измерении электромагнитного отклика атомных ядер водорода, возникающего в ответ на возбуждение их определенным радиочастотным импульсом.

В теле человека присутствует большое количество атомов водорода. При вращении атомных ядер водорода ( $^1\text{H}$ ) в тканях создаются крошечные магнитные поля, которые ориентированы в произвольном порядке (Рисунок 1а). Если поместить человека во внешнее магнитное поле, то магнитные оси протонов выстраиваются вдоль этого поля (Рисунок 1б). Именно так на ядра водорода действует постоянное магнитное поле, которое используют в аппаратах для магнитно-резонансной томографии.

*Рисунок 1. Ориентация магнитных осей частиц при отсутствии внешнего поля (а) и во внешнем магнитном поле (б) напряженностью  $B$ .*



При подаче радиочастотного импульса намагниченность частиц меняет свое направление, и они переходят в высокоэнергетическое состояние. При выключении радиочастотного импульса частицы возвращаются в состояние равновесия и восстанавливают свое исходное расположение в магнитном поле томографа. Время, в течение которого частицы возвращаются к исходному энергетическому состоянию, называется временем релаксации и отличается у разных типов ткани. Эти различия связаны с разной насыщенностью тканей водородом и с тем, как меняются магнитные свойства протонов в окружении разных атомов и молекул.

Для каждой ткани можно определить два времени релаксации:

$T_1$  – время, за которое частицы возвращаются в состояние равновесия и восстанавливают свою намагниченность; отражает взаимодействие протонов с соседними атомами, молекулами и ионами;

$T_2$  – время, за которое протоны отдают энергию; отражает взаимодействие протонов с соседними протонами.

Алгоритмы компьютерных программ анализируют эти сигналы и производят детализированные анатомические изображения. Относительная интенсивность сигнала (яркость) тканей на МРТ изображении определяется временем релаксации ( $T_1$  и  $T_2$ ).

**Задание 1 (10 баллов).** Основываясь на механизмах, лежащих в основе МРТ, заполните таблицу в **Матрице ответов**.

**Задание 2 (10 баллов).** Используя два МРТ изображения ( $T_1$  и  $T_2$ -взвешенные изображения на рисунке 2), сравните интенсивность сигнала, получаемого от разных тканей и структур. Заполните таблицу в **Матрице ответов**.



*Рисунок 2. T1-взвешенное изображение (слева) и T2-взвешенное изображение (справа).*

**Задание 3 (30 баллов).** Метод МРТ широко применяется в неврологии, так как позволяет с высокой точностью визуализировать структуры головного и спинного мозга. С его помощью удастся выявить локализацию отеков, повреждений и опухолей мозга, разрывов сосудов, патологические изменения различных областей.

На рисунке 3 представлены МРТ изображения пациентов с различными патологическими изменениями мозга. Среди них есть пациенты со следующими заболеваниями:

- Боковой амиотрофический склероз – прогрессирующее нейродегенеративное заболевание, при котором происходит поражение двигательных нейронов.
- Болезнь Альцгеймера – нейродегенеративное заболевание, характеризующееся потерей нейронов и синаптических связей в коре головного мозга и определенных субкортикальных областях. Гибель клеток приводит к выраженной атрофии пораженных участков.
- Болезнь Паркинсона – нейродегенеративное заболевание, связанное с гибелью нейронов черной субстанции.
- Геморрагический инсульт – кровоизлияние в мозг, связанное с разрывом одного из сосудов головного мозга.
- Глиобластома – наиболее часто встречающаяся злокачественная форма опухоли мозга.
- Рассеянный склероз – хроническое заболевание, при котором поражается миелиновая оболочка проводников головного и спинного мозга.

Определите, проявление какого заболевания иллюстрирует каждый из представленных МРТ-снимков. Постарайтесь определить локализацию поврежденных структур, предположите, как они будут выглядеть на гистологических срезах (гистологические препараты I-VI). Предположите, какие биохимические и поведенческие изменения будут характерны для данных пациентов. Ответы занесите в **Матрицу ответов**.

Пациент А

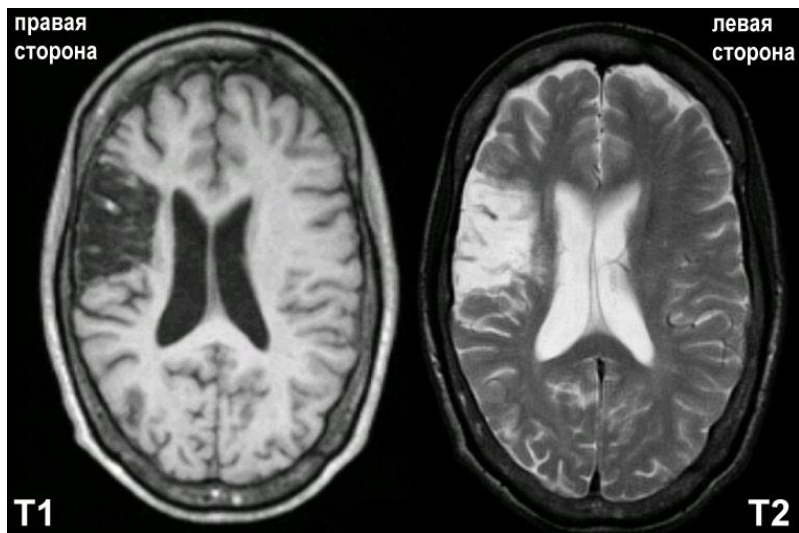
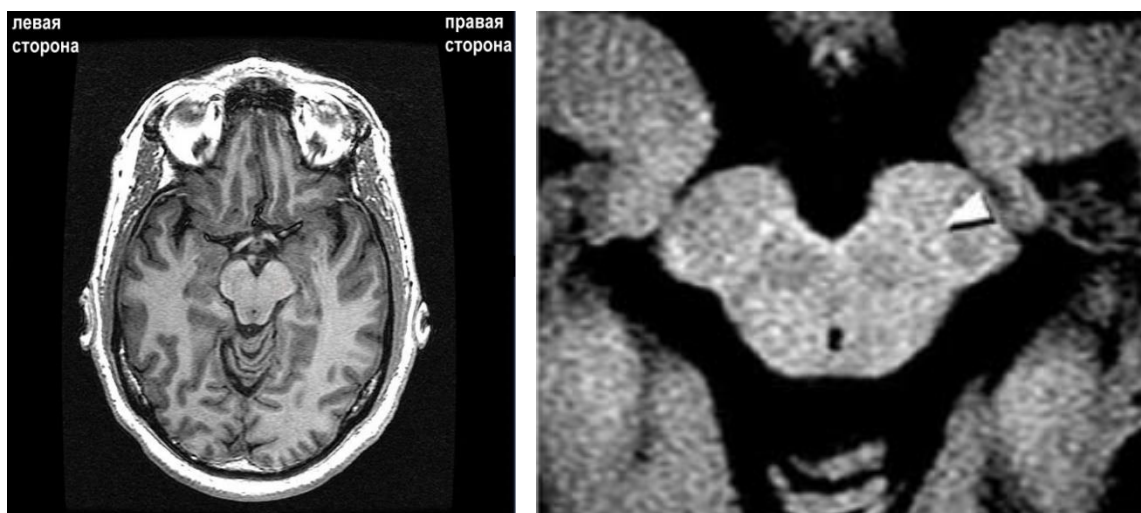
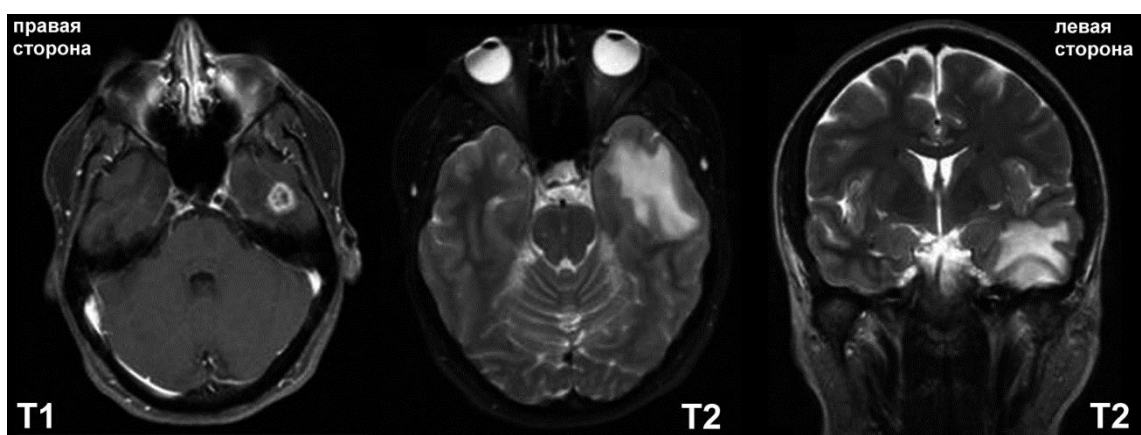


Рисунок 3. МРТ изображения пациентов с различными патологическими изменениями мозга.

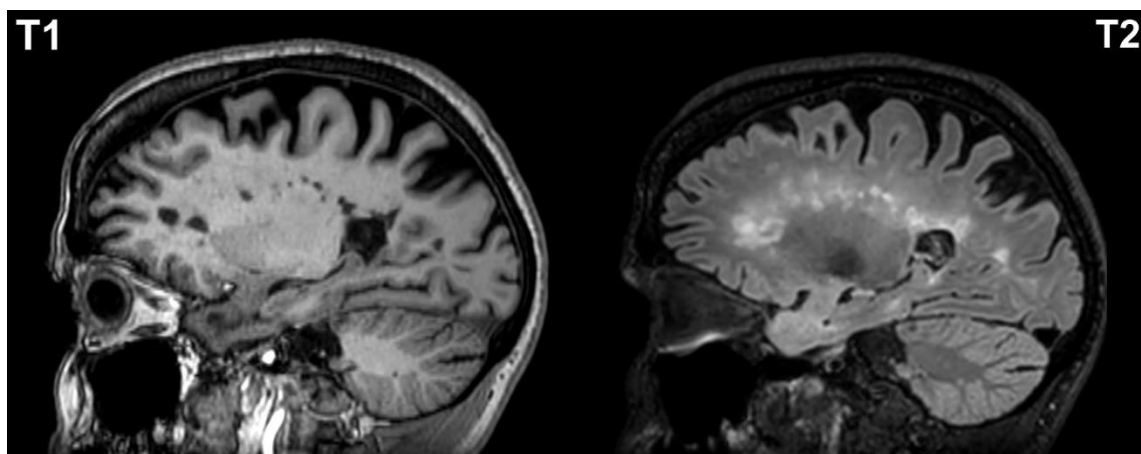
Пациент Б



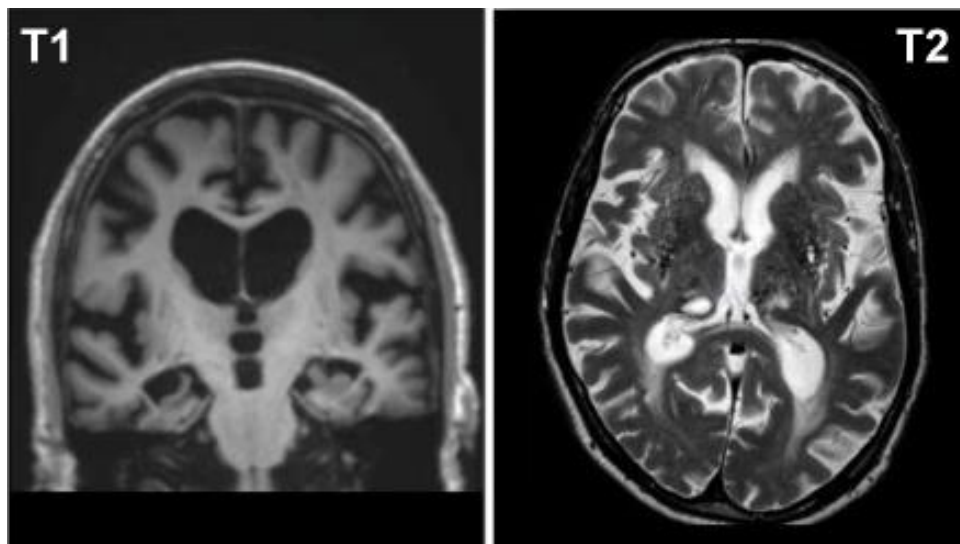
Пациент В



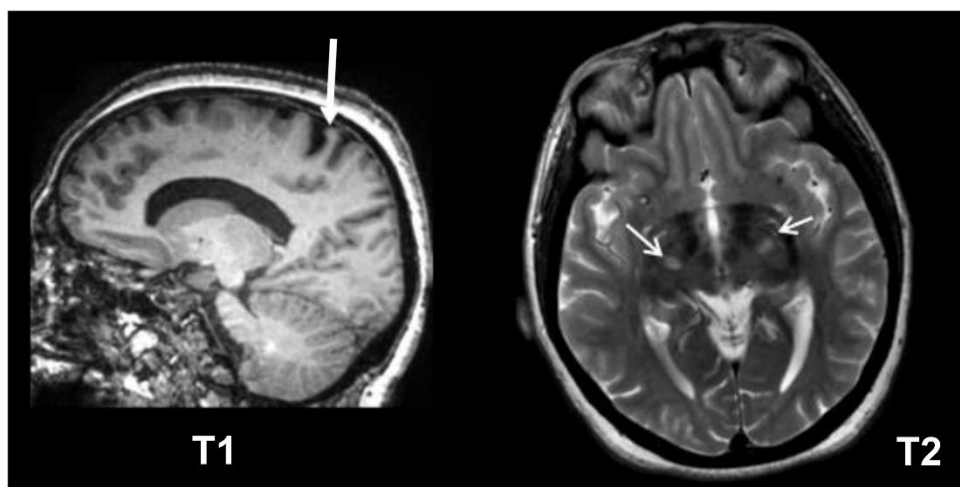
Пациент Г



Пациент Д

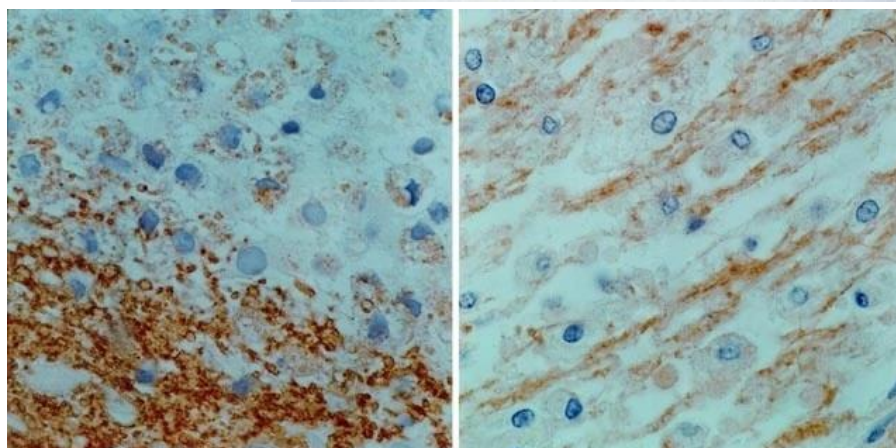
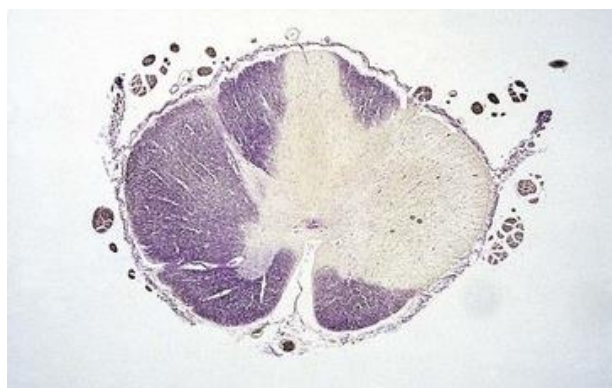


Пациент Е



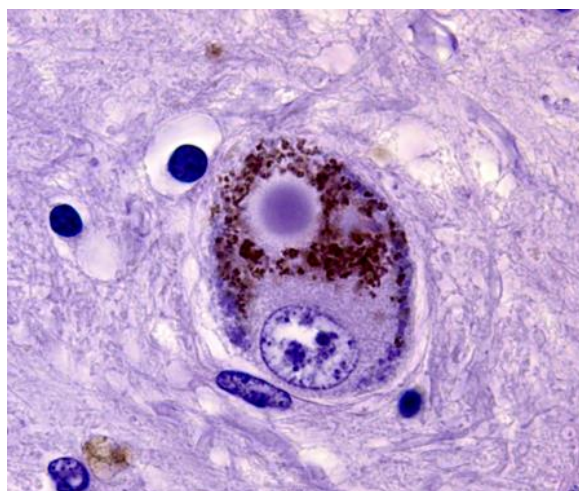
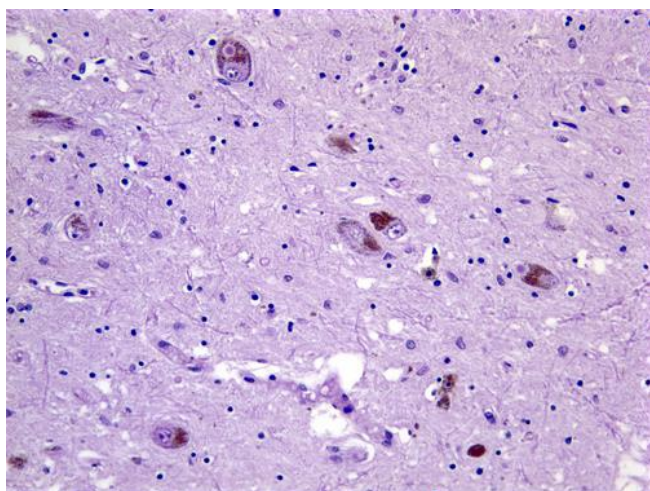
**ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ (I-VI):**

Препарат I:

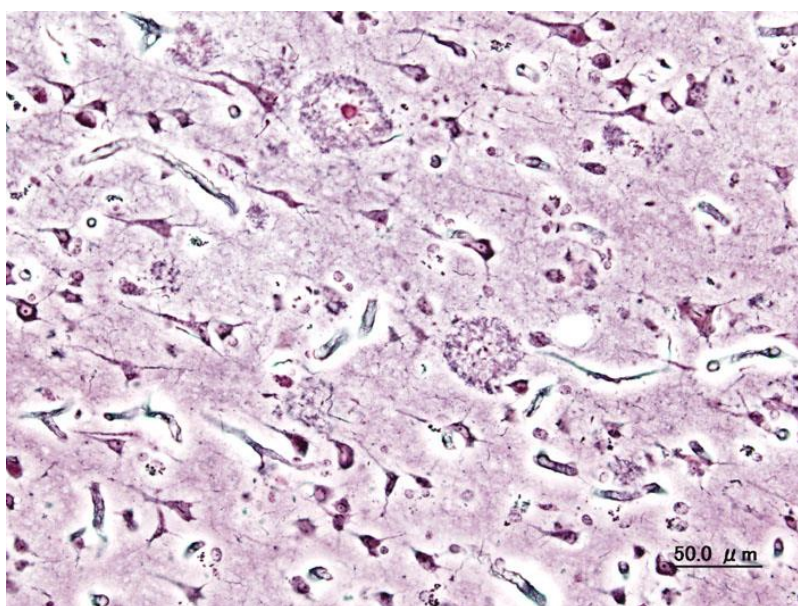




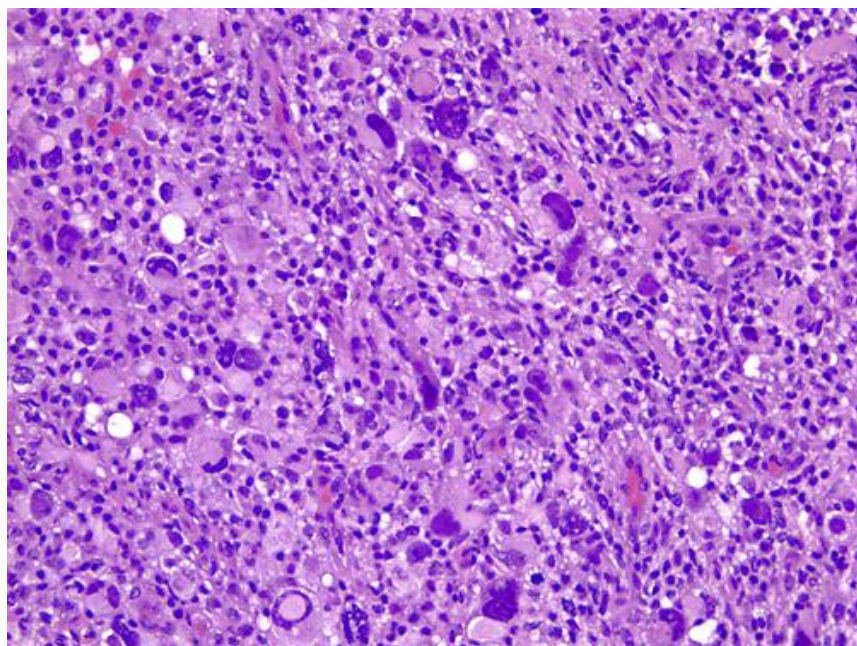
**Препарат II:**



**Препарат III:**

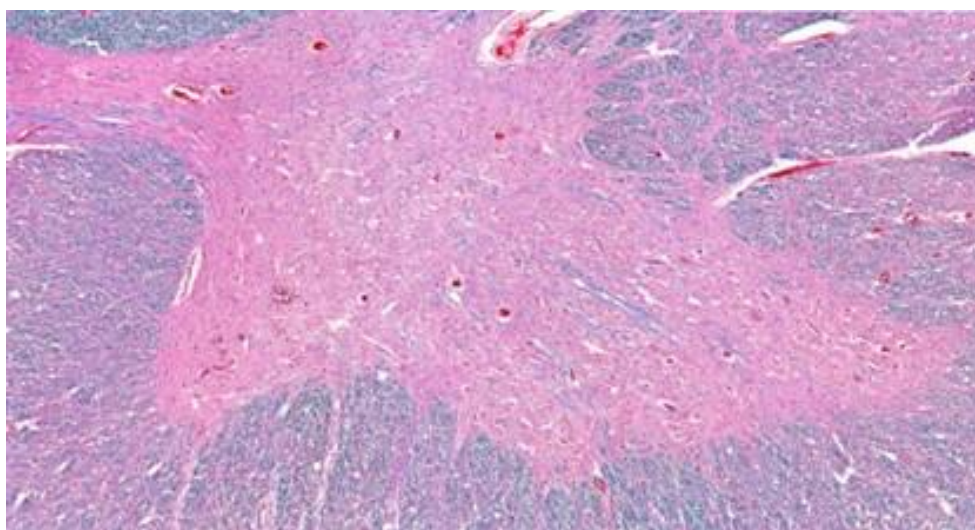
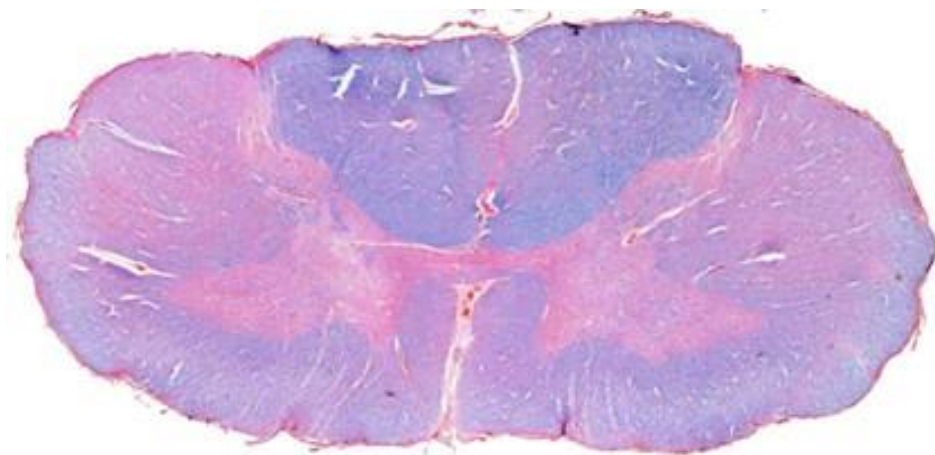


**Препарат IV:**

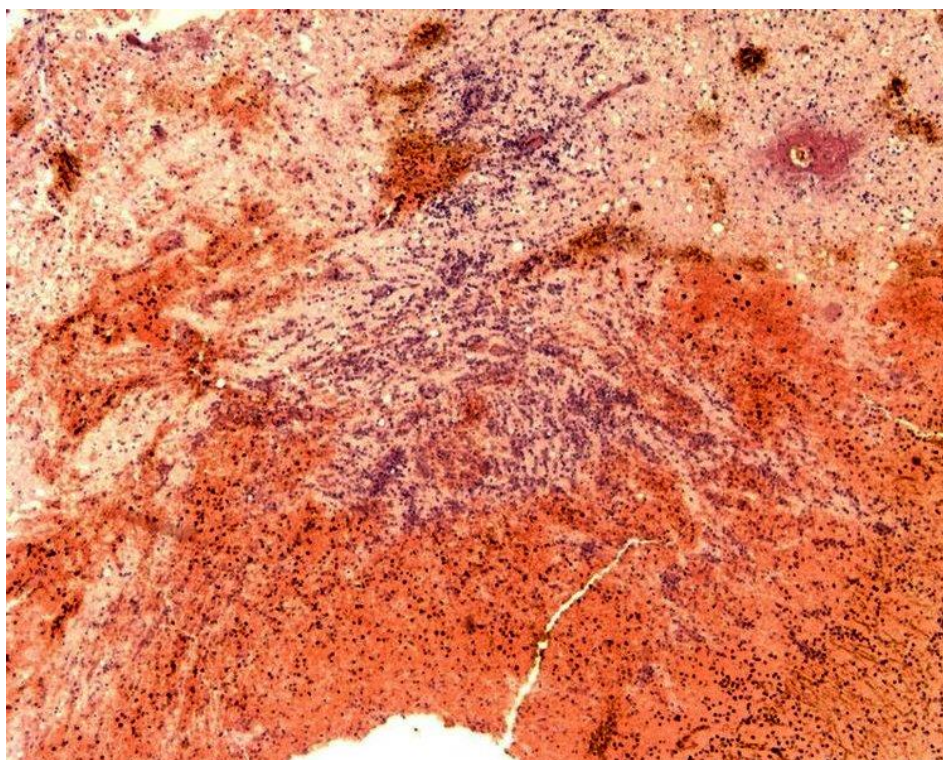




**Препарат V:**



**Препарат VI:**



**ЛИСТ ОТВЕТОВ**

**на задания практического тура регионального этапа XXXIX Всероссийской  
олимпиады школьников по биологии. 2022-23 уч. год. 10 класс**

Вариант 1

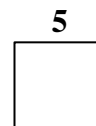
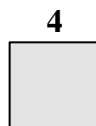
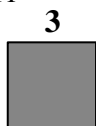
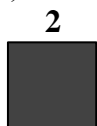
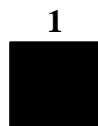
**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ (максимум 50 баллов)****Задание 1 (10 баллов). Противопоказания при МРТ.**

При проведении МРТ исследования существует ряд противопоказаний. Напишите в таблице «да» в тех случаях, когда МРТ-сканирование делать можно. Напишите «нет» в тех случаях, когда МРТ-сканирование делать нельзя.

1. установленный кардиостимулятор	
2. электронные имплантаты среднего уха	
3. паралич	
4. клаустрофобия	
5. наличие кариеса	
6. наличие желтой татуировки, сделанной куркумой	
7. наличие черной татуировки, сделанной сажей	
8. окраска волос перекисью водорода	
9. осколок снаряда, пуля в полости черепа	
10. инсулиновая помпа	

**Задание 2 (10 баллов). Интенсивность сигнала на МРТ изображениях.**

Опишите интенсивность сигнала, получаемого от разных тканей и структур. Для каждого МРТ изображения на рисунке 2 составьте свое описание. При описании градаций интенсивности (яркости) используйте цифры от 1 до 5, где:



МРТ изображение	Ликвор	Белое вещество	Серое вещество	Подкожный жир	Воздух
T1 (слева)					
T2 (справа)					

**Задание 3 (30 баллов). МРТ изображения и гистологические препараты пациентов с различными патологическими изменениями мозга.**

Заполните таблицу, используя числовые коды и изображения, приведенные в Задании. В каждую ячейку вносите только один числовой или буквенный код.

Пациент	Диагноз (1-6) (1балл)	Симптомы (7-12) (1балл)	Гистологический препарат (I-VI) (2 балла)	Биохимические изменения (A-F) (1балл)
А				
Б				
В				
Г				
Д				
Е				

**Коды для заполнения таблицы:**

**Диагноз:**

- 1 – Боковой амиотрофический склероз
- 2 – Болезнь Альцгеймера
- 3 – Болезнь Паркинсона
- 4 – Геморрагический инсульт
- 5 – Глиобластома
- 6 – Рассеянный склероз

**Симптоматика:**

- 7 – Афазия (у правши)
- 8 – Дрожание конечностей, ограничение скорости и объема движений, скованность, связанная с повышенным тонусом мышц
- 9 – Нарушение памяти на текущие события, невнимательность, нарушение ориентации во времени и в пространстве
- 10 – Подергивания мышц левой стороны тела и половины лица
- 11 – Расстройство чувствительности, покалывание и онемение в различных частях тела, снижение мышечной силы в конечностях, головокружение
- 12 – Слабость, атрофия мышц, респираторные расстройства, патологические рефлексy, нарушения речи и глотания

**Биохимические маркеры:**

- А – Накопление бета-амилоидного пептида и тау-белка
- В – Выявление олигоклонального иммуноглобулина IgG в ликворе
- С – Повышение уровня креатинфосфокиназы, креатинина и мочевины
- Д – Высокие значения индекса пролиферативной активности Ki-67, отражающего долю активно делящихся клеток
- Е – Снижение уровня тирозингидроксилазы в базальных ганглиях, накопление альфа-синуклеина
- F – Эритрохромия ликвора, снижение гематокрита, лейкоцитоз