

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Цель работы: изучить применение методов исследования для анализа биологических объектов и процессов; понять, как сочетание этих методов позволяет выявлять закономерности, устанавливать взаимосвязи и подтверждать гипотезы в биологии.

Задание 1.1. Изучение миграции птиц с помощью кольцевания

ОПИСАНИЕ СИТУАЦИИ

Каждую осень миллионы птиц мигрируют из северных регионов, где они гнездятся летом, в южные районы, чтобы провести зиму. Ученые долгое время пытались понять, какие маршруты выбирают птицы, как они находят путь на огромных расстояниях и какие факторы влияют на успешность миграции. Один из самых эффективных методов для изучения миграции птиц — это *кольцевание*.

На Куршской косе находится одна из крупнейших станций кольцевания в Европе. Здесь используют специальные ловушки для поимки птиц. Ловушки проверяются регулярно: каждые 30 мин в холодную погоду и каждый час в теплую.

Когда птица попадает в ловушку, ее аккуратно достают и приносят в лабораторию:

1. Определяют вид, возраст и пол птицы.
2. Надевают кольцо на лапу, на котором выгравированы уникальный номер и информация о центре кольцевания.
3. Проводят измерения: длину крыла, массу тела, количество жира (по специальной шкале от 0 до 3 баллов).
4. Все данные записываются в ведомость, а затем передаются в национальную базу данных и международную систему **EURING**.

После этого птицу отпускают на свободу. Если кто-то найдет окольцованную птицу в другом месте (орнитологи, случайные наблюдатели), кольцо можно отправить в центр кольцевания. Это позволяет ученым узнать, где и когда птица была замечена, и построить карты миграции.

В одной из недавних акций на Куршской косе орнитологи окольцевали 5 000 птиц более 50 видов. Через несколько месяцев данные возвратов колец показали следующее:

- 20 % птиц были найдены в Германии и Польше;
- 10 % мигрировали в Африку;
- остальные остались на территории России или их кольца не были возвращены.

Эти данные помогли уточнить миграционные маршруты, а также оценить физическое состояние птиц, успешность их миграции и ключевые места остановок, которые нужно защищать для сохранения биоразнообразия.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие методы исследования использовались в работе орнитологов?

- а) наблюдение;
- б) кольцевание;
- в) эксперимент;
- г) моделирование.

2. Какую информацию собирали орнитологи о каждой птице?

- а) вид птицы;
- б) окраска оперения;
- в) длина крыла;
- г) количество жира;
- д) масса тела.

3. Установите соответствие между процессом и результатом.

Процесс	Результат
1) надевание кольца	а) получение уникального идентификатора птицы
2) фиксация данных	б) создание базы данных о миграции
3) возврат кольца	в) определение маршрута миграции птицы
4) измерение крыла и массы	г) оценка физического состояния птицы

4. Какие выводы сделали ученые на основе данных возвратов колец?

- а) основные маршруты миграции птиц проходят через Германию и Польшу;
- б) все птицы долетели до Африки;
- в) физическое состояние птиц влияет на успешность их миграции;
- г) большинство птиц остаются на территории России.

5. Почему международная система *EURING* важна для изучения миграции птиц?

- а) объединяет данные из разных стран;
- б) автоматически отслеживает все кольца;
- в) позволяет узнать маршруты миграции;
- г) упрощает обмен данными между центрами кольцевания.

6. Какие дополнительные методы можно использовать для изучения миграции птиц?

- а) спутниковое слежение;
- б) эксперименты с изменением среды обитания;
- в) генетический анализ;
- г) наблюдение за поведением птиц.

7. Как кольцевание птиц способствует охране природы?

- а) помогает выявить ключевые места остановок мигрирующих птиц;
- б) показывает виды, находящиеся под угрозой;
- в) уменьшает количество вымирающих видов;
- г) позволяет разработать программы защиты птиц.

8. Сформулируйте гипотезы, которые проверяли ученые в этом исследовании.

Гипотеза — это научное предположение, которое описывает возможную связь между явлениями или процессами. Она должна быть основана на наблюдениях или имеющихся данных и обязательно формулироваться так, чтобы ее можно было проверить экспериментально или с помощью анализа.

Инструкция по формулировке гипотезы:

1. Определите проблему или вопрос, которые изучали ученые. Например, какие факторы влияют на успешность миграции птиц или распространение заболеваний.

2. Проанализируйте доступные данные или наблюдения, которые могут помочь предположить, что может быть причиной и следствием.

3. Формулируйте гипотезу с причинно-следственной связью. Укажите, как одно явление может влиять на другое.

4. Убедитесь, что гипотеза может быть проверена с помощью эксперимента, наблюдения или анализа данных.

Шаблон для формулировки гипотезы: «Если [изменяется причина], то [изменяется следствие]».

Задание 1.2. Изучение поведения домашних кошек с помощью видеонаблюдения

ОПИСАНИЕ СИТУАЦИИ

В 2022 г. группа зоопсихологов из Университета Линкольна (Великобритания) провела исследование, направленное на изучение поведения домашних кошек в условиях их обычной среды обитания. Целью исследования было выявить основные поведенческие модели и определить факторы, влияющие на активность и взаимодействие кошек с окружающей средой.

Ход исследования:

1. В исследовании участвовали 50 домашних кошек в возрасте от 1 до 10 лет, проживающих в семьях с разным уровнем активности и количеством членов семьи.

2. В домах участников были установлены камеры видеонаблюдения, фиксирующие поведение кошек в течение 24 ч.

3. Собранные видеозаписи были проанализированы с использованием программного обеспечения для распознавания поведения животных.

Основные результаты:

- Кошки проявляют наибольшую активность в утренние и вечерние часы, что соответствует их природным циркадным ритмам.
- В домах с высоким уровнем шума и активностью членов семьи кошки чаще прятались.
- Кошки, имеющие доступ к игрушкам и когтеточкам, проявляли более разнообразные игровые активности и реже демонстрировали деструктивное поведение.
- Наличие других животных в доме влияло на социальное поведение кошек: они чаще вступали в контакт с сожителями, но также могли демонстрировать признаки стресса.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какой основной метод исследования использовали зоопсихологи для изучения поведения кошек?

- а) опрос владельцев;
- б) наблюдение;
- в) эксперимент в лабораторных условиях;
- г) моделирование.

2. Какие факторы, согласно исследованию, влияют на уровень активности кошек?

- а) время суток;
- б) наличие игрушек;
- в) уровень шума в доме;

г) наличие видеонаблюдения.

3. Как наличие других животных в доме влияет на поведение кошек?

- а) увеличивает социальные взаимодействия;
- б) снижает уровень активности;
- в) может вызывать стресс;
- г) не оказывает влияния.

4. Какие рекомендации можно сделать владельцам кошек на основе результатов исследования?

- а) обеспечить доступ к игрушкам и когтеточкам;
- б) снизить уровень шума в доме;
- в) ограничить количество членов семьи;
- г) предоставить кошке тихие зоны для отдыха.

5. Какой вывод можно сделать о влиянии окружающей среды на поведение домашних кошек?

- а) окружающая среда не влияет на поведение кошек;
- б) благоприятная среда снижает уровень стресса у кошек;
- в) шумная и активная среда способствует повышению активности кошек;
- г) наличие игрушек и когтеточек уменьшает деструктивное поведение.

Задание 1.3. Изучение влияния шума на поведение домашних собак

ОПИСАНИЕ СИТУАЦИИ

В 2021 г. группа исследователей из Университета Хельсинки провела исследование, направленное на изучение влияния городского шума на поведение домашних собак. Целью исследования было определить, как различные уровни шума влияют на стресс и поведение собак в домашних условиях.

Ход исследования:

1. В исследовании приняли участие 100 домашних собак различных пород и возрастов, проживающих в городских и сельских районах.

2. В домах участников были установлены шумомеры, фиксирующие уровень шума в течение 24 ч.

3. Владельцы собак заполняли дневники, отмечая поведение своих питомцев, включая признаки стресса, такие как беспокойство, лай, агрессия и избегающее поведение.

4. У собак брали образцы слюны для измерения уровня кортизола — гормона стресса.

Основные результаты:

- Собаки, проживающие в районах с высоким уровнем шума (более 70 дБ), демонстрировали повышенный уровень кортизола в слюне, что свидетельствует о повышенном стрессе.
- Поведенческие наблюдения показали, что такие собаки чаще проявляли беспокойство, агрессию и избегающее поведение.
- Собаки, проживающие в более тихих районах (менее 50 дБ), имели более низкий уровень кортизола и демонстрировали спокойное поведение.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие методы исследования использовали ученые для изучения влияния шума на собак?

- а) опрос владельцев;
- б) мониторинг уровня шума;
- в) исследование в лабораторных условиях;
- г) моделирование.

2. Какие показатели использовались для оценки уровня стресса у собак?

- а) уровень кортизола в слюне;
- б) частота сердечных сокращений;
- в) поведенческие наблюдения;
- г) температура тела.

3. Какой уровень шума был ассоциирован с повышенным стрессом у собак?

- а) менее 50 дБ;
- б) 50—60 дБ;
- в) 60—70 дБ;
- г) более 70 дБ.

4. Какие поведенческие признаки стресса наблюдались у собак в шумных районах?

- а) беспокойство;
- б) повышенная активность;
- в) агрессия;
- г) избегающее поведение.

5. Какие рекомендации можно дать владельцам собак, проживающим в шумных районах?

- а) использовать звукоизоляцию в доме;
- б) увеличить время прогулок на улице;
- в) создать тихие зоны для собак;
- г) переехать в более тихий район.

Задание 1.4. Распространение COVID-19

ОПИСАНИЕ СИТУАЦИИ

В 2020 г. группа математиков из Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) разработала новую модель прогнозирования эпидемий, применив ее для анализа распространения COVID-19 в Санкт-Петербурге, Москве и России в целом. Целью исследования было создание инструмента для точного прогнозирования динамики заболеваемости и поддержки принятия управленческих решений в условиях пандемии.

Ход исследования:

1. Исследователи использовали данные о развитии эпидемии COVID-19 в странах, где болезнь зафиксировали раньше, чем в России. Это позволило учесть различные сценарии развития и адаптировать модель к российским условиям.

2. Была создана математическая модель *CBRR (Case-Based Rate Reasoning)*, которая учитывает:

- динамику заражения, выздоровления и смертности;
- влияние мер социального дистанцирования и других ограничительных мероприятий;
- особенности демографической структуры населения.

3. Модель позволяла строить краткосрочные и среднесрочные прогнозы распространения инфекции, что помогало органам здравоохранения и властям принимать обоснованные решения по введению или снятию ограничений.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какой основной метод исследования использовали ученые из СПбГУ для прогнозирования распространения COVID-19?

- а) наблюдение;
- б) эксперимент;
- в) моделирование;
- г) опрос.

2. Какие данные использовались для разработки модели *CBRR*?

- а) данные о развитии эпидемии в других странах;
- б) статистика заболеваемости гриппом;
- в) демографическая структура населения;
- г) погодные условия.

3. Какие факторы учитывала модель *CBRR* при прогнозировании?

- а) динамику заражения, выздоровления и смертности;
- б) влияние мер социального дистанцирования;

- в) экономическую ситуацию в регионе;
- г) особенности демографической структуры населения.

4. Какой была основная цель разработки модели *CBRR*?

- а) изучение мутаций вируса;
- б) прогнозирование динамики заболеваемости;
- в) разработка вакцины;
- г) оценка экономических последствий пандемии.

5. Какие практические применения имела модель *CBRR*?

- а) планирование медицинских ресурсов;
- б) разработка стратегий по сдерживанию эпидемии;
- в) прогнозирование экономических последствий;
- г) определение мутаций вируса.

6. Сформулируйте гипотезы, которые проверяли ученые в этом исследовании.

Задание 1.5. Изменение климата

ОПИСАНИЕ СИТУАЦИИ

В 2024 г. ученые из Института ядерной физики имени Будкера в Новосибирске представили новую модель прогнозирования изменений климата, основанную на моделировании воздействия углекислого газа CO_2 на глобальную температуру. Целью исследования было улучшить точность оценки будущих климатических изменений в зависимости от уровня выбросов парниковых газов и разрабатывать стратегии их сокращения.

Ход исследования:

1. Ученые использовали исторические данные о выбросах CO_2 , измерения температуры за последние 150 лет и модели циркуляции атмосферы. Источником данных стали международные климатические организации и национальные метеорологические службы.

2. Исследователи разработали математическую модель, которая учитывала:

- скорость накопления CO_2 в атмосфере;
- влияние лесных массивов и океанов на поглощение CO_2 ;
- динамику изменений температуры в зависимости от концентрации парниковых газов.

3. Модель позволяла симулировать различные сценарии:

- «бизнес как обычно» (без изменений в политике выбросов);
- сценарий умеренного сокращения выбросов;
- сценарий «нулевых выбросов» к 2050 г.

Результаты исследования:

- При сохранении текущего уровня выбросов к 2100 г. глобальная температура увеличится на $4,5^\circ\text{C}$, что приведет

к катастрофическим последствиям, включая таяние ледников, повышение уровня моря и экстремальные погодные явления.

- Сценарий умеренного сокращения выбросов снижает рост температуры до $2,5^{\circ}\text{C}$.
- Сценарий нулевых выбросов удерживает повышение температуры ниже $1,5^{\circ}\text{C}$.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какой основной метод исследования использовали ученые из Института имени Будкера?

- а) эксперимент;
- б) наблюдение;
- в) моделирование;
- г) анкетирование.

2. Какие данные использовались для построения модели?

- а) исторические данные о выбросах CO_2 ;
- б) генетический анализ растений;
- в) измерения температуры за последние 150 лет;
- г) модели циркуляции атмосферы.

3. Какие сценарии были рассмотрены в модели?

- а) «бизнес как обычно»;
- б) умеренное сокращение выбросов;
- в) полное отсутствие выбросов;
- г) глобальное увеличение выбросов.

4. Какой результат предсказывает сценарий «нулевых выбросов»?

- а) увеличение температуры на $4,5^{\circ}\text{C}$;
- б) удержание повышения температуры ниже $1,5^{\circ}\text{C}$;
- в) повышение уровня моря на 2 м;
- г) полное предотвращение изменения климата.

5. Какие выводы можно сделать из результатов моделирования?

- а) снижение выбросов углекислого газа помогает избежать катастрофических последствий;
- б) модели показывают, что изменения климата неизбежны;
- в) международное сотрудничество играет ключевую роль в решении проблемы;
- г) выбросы углекислого газа не влияют на климат.

6. Сформулируйте гипотезы, которые проверяли ученые в этом исследовании.

Задание 1.6. Как медоносные пчелы передают информацию о пище

ОПИСАНИЕ СИТУАЦИИ

В начале XX в. австрийский ученый Карл фон Фриш (1886—1982) изучал поведение медоносных пчел (*Apis mellifera*), чтобы понять, как они находят и передают информацию о местах, где есть пища. Он заметил, что после того как одна пчела возвращается с нектаром, другие пчелы быстро отправляются в то же место, даже если до этого они там не бывали.

Фриш решил проверить, каким образом информация передается между пчелами. Он разработал эксперимент, в котором пищу размещали в разных местах на разном расстоянии от улья. После того как одна пчела обнаруживала кормушку с пищей, она возвращалась в улей и начинала двигаться по определенному узору на сотах.

В процессе изучения ученый заметил, что движения пчел зависят от расстояния до источника пищи и его направления относительно солнца, например:

- если источник пищи находился близко к улью, пчела двигалась по кругу;
- если источник был удален, она совершала «виляющий» танец, при этом угол наклона танца указывал направление на источник относительно положения солнца.

Чтобы подтвердить свои выводы, Фриш несколько раз изменял местоположение пищи и наблюдал, как менялось поведение пчел. Он также фиксировал, как быстро другие пчелы находили кормушки, расположенные на новых местах.

Результаты этого исследования показали, что пчелы используют сложную систему «языка танцев», чтобы делиться информацией о расстоянии и направлении до источников пищи. Это открытие доказало наличие у насекомых способности к коммуникации, ранее не наблюдавшейся.

В 1973 г. Карл фон Фриш совместно с другими учеными получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине за изучение поведения животных, включая открытие танца пчел.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие методы исследования использовал Карл фон Фриш в своих экспериментах?

- а) наблюдение;
- б) эксперимент;
- в) измерение;
- г) моделирование.

2. Как ученый проверял, каким образом пчелы передают информацию о пище?

- а) изучал их движения на сотах после возвращения;
- б) наблюдал за количеством пчел, прилетавших к источнику пищи;
- в) анализировал звуки, издаваемые пчелами в улье;
- г) изменял расположение источника пищи.

3. Что указывали движения пчел на сотах?

- а) место, где находится улей;
- б) расстояние и направление до источника пищи;
- в) размер источника пищи;
- г) время, необходимое для сбора нектара.

4. Какие танцы выполняли пчелы в зависимости от расположения источника пищи?

- а) круговой танец;
- б) виляющий танец;
- в) прыжки на месте;
- г) летали в улье.

5. Какое значение имело это открытие для науки?

- а) оно доказало, что пчелы обладают сложной системой коммуникации;
- б) помогло лучше понять поведение социальных насекомых;
- в) подтвердило, что все животные используют только звуковую связь;
- г) показало, что насекомые могут передавать информацию через движения.

Задание 1.7. Изучение связи между загрязнением воздуха и заболеваемостью дыхательной системы

ОПИСАНИЕ СИТУАЦИИ

В 2019 г. группа эпидемиологов провела исследование, чтобы выяснить, как загрязнение воздуха влияет на частоту заболеваний дыхательной системы, таких как астма, бронхиты и пневмония. Исследование охватило 20 городов Европы с разным уровнем загрязнения. Чтобы сделать выводы, ученые использовали статистическую обработку данных, которая позволила сравнить разные показатели и выявить закономерности.

Вещества, которые исследовались:

- PM_{2.5} и PM₁₀ — твердые частицы размером до 2,5 и 10 мкм в воздухе. Они могут проникать в легкие и вызывать воспаления;

- диоксид азота (NO_2) — газ, выделяемый транспортом и промышленными предприятиями;
- сернистый газ (SO_2) — загрязнитель, связанный с использованием угля и мазута в отопительных системах.

Как использовалась статистическая обработка данных:

1. Сравнение данных:
 - Ученые собрали информацию о количестве людей, заболевших астмой, бронхитом и другими болезнями, в каждом городе. Эти данные сравнили с концентрацией $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 и SO_2 в воздухе.
 - В городах с высоким уровнем $\text{PM}_{2.5}$ (выше 35 мкг/м) число заболевших астмой оказалось в два раза выше, чем в городах с низким уровнем $\text{PM}_{2.5}$ (ниже 15 мкг/м).
2. Поиск закономерностей. Ученые посмотрели, как изменяется частота заболеваний в зависимости от концентрации загрязняющих веществ. Они выяснили, что с увеличением $\text{PM}_{2.5}$ на каждые 10 мкг/м частота заболеваний увеличивается на 5 %.
3. Сравнение групп городов. Все города разделили на три группы: с низким, средним и высоким уровнем загрязнения. Заболеваемость в этих группах сравнивали, чтобы понять, как сильно загрязнение влияет на здоровье.
4. Учет других факторов. Чтобы результаты были точными, учитывались возраст людей, сезон года и плотность населения. Зимой частота заболеваний увеличивалась на 30 %, что связано с увеличением концентрации SO_2 из-за отопления.

Результаты:

- В городах с высоким уровнем $\text{PM}_{2.5}$ и NO_2 заболеваемость дыхательной системы была на 60 % выше.
- Дети и пожилые люди оказались наиболее уязвимыми к загрязнению.
- Наиболее опасным временем года была зима, когда уровень загрязнения воздуха увеличивался из-за отопительных систем.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что представляет собой статистическая обработка данных?
 - а) процесс упорядочивания, анализа и интерпретации данных для выявления закономерностей и взаимосвязей;
 - б) процесс визуализации данных с помощью графиков и диаграмм;
 - в) полный пересчет всех значений вручную;
 - г) процесс сравнения данных между разными группами для проверки гипотез.

2. Какую роль сыграла статистическая обработка данных в исследовании?

- а) позволила выявить закономерности между загрязнением воздуха и заболеваемостью;
- б) сравнила данные из разных городов;
- в) помогла исключить влияние других факторов;
- г) автоматически улучшила качество воздуха.

3. Какая зависимость была обнаружена между PM2.5 и частотой заболеваний?

- а) PM2.5 не влияет на частоту заболеваний;
- б) с увеличением PM2.5 на 10 мкг/м частота заболеваний увеличивается на 5 %;
- в) PM2.5 снижает частоту заболеваний;
- г) заболеваемость снижается зимой.

4. Какие группы населения оказались наиболее уязвимыми к загрязнению воздуха?

- а) молодежь;
- б) дети;
- в) люди среднего возраста;
- г) пожилые люди.

5. Какой сезон показал наибольшую частоту заболеваний?

- а) весна;
- б) лето;
- в) осень;
- г) зима.

6. Сформулируйте гипотезы, которые проверяли ученые в этом исследовании.

Задание 1.8. Исследование нейроинтерфейса для крыс

ОПИСАНИЕ СИТУАЦИИ

Российская биотехнологическая компания в сотрудничестве с учеными МГУ проводит уникальное исследование, цель которого — разработка технологий для объединения искусственного интеллекта (ИИ) и мозга. Эксперимент, получивший название «ИИнтуиция», направлен на тестирование инвазивного нейроинтерфейса — устройства, которое подключается напрямую к мозгу животного.

Инвазивный нейроинтерфейс — это устройство, которое имплантируется в мозг и взаимодействует с его нейронами. Оно включает электроды, которые передают электрические сигналы в определенные зоны мозга, создавая у животного ощущения. Эти ощущения помогают крысе интерпретировать информацию, поступающую от искусственного интеллекта.

В ходе эксперимента крысе по имени Пифия задают вопросы, например «Является ли Земля круглой?» или «Кто родился раньше — Эйнштейн или Дарвин?» Искусственный интеллект обрабатывает вопрос, находит ответ в интернете и преобразует его в электрические сигналы. Эти сигналы подаются на электроды, имплантированные в мозг Пифии, и создают два типа ощущений: одно ощущение связано с ответом «да», другое — с ответом «нет».

Крыса отвечает на вопросы с помощью клавиатуры, на которой есть кнопки «Да» и «Нет». Получив сигнал через нейроинтерфейс, Пифия интерпретирует ощущение и нажимает соответствующую кнопку. Если ответ правильный, крыса получает вознаграждение.

Эксперимент показал высокую эффективность нейроинтерфейса. Пифия правильно ответила на множество вопросов из разных областей знаний: от физики и математики до нейрофизиологии. Ученые отмечают, что животное быстро адаптировалось к новой форме взаимодействия с информацией.

Проект демонстрирует, как можно использовать технологии нейроинтерфейсов для объединения искусственного интеллекта и естественного мозга. В будущем разработчики планируют создать устройства для людей, которые помогут интуитивно обрабатывать сложные данные и улучшат когнитивные способности.

По мнению исследователей, такие интерфейсы изменят подход к решению сложных задач: искусственный интеллект будет брать на себя функции анализа и хранения информации, а мозг — заниматься творческими и интуитивными процессами.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие задачи решает эксперимент «ИИнтуиция»?

- а) проверка качества работы электродов и электроники;
- б) разработка алгоритмов для самостоятельного обучения крыс;

в) демонстрация объединения ИИ и мозга;

г) изучение влияния электрических сигналов на зрение.

2. Какие методы исследования использовали ученые?

а) наблюдение;

б) эксперимент;

в) моделирование;

г) статистическая обработка данных.

3. Что такое инвазивный нейроинтерфейс?

а) устройство, имплантируемое в мозг, чтобы считывать или стимулировать нейроны;

б) программа для обработки данных;

в) внешний прибор, измеряющий активность мозга.

4. Какие функции выполняет искусственный интеллект в данном эксперименте?

- а) генерация вопросов для крысы;
- б) обработка вопросов и преобразование их в электрические сигналы;
- в) считывание активности мозга крысы;
- г) поиск ответов на вопросы в интернете.

5. Как крыса Пифия интерпретирует задаваемые вопросы?

- а) устная инструкция от ученых;
- б) ощущения, создаваемые сигналами от электродов;
- в) автоматическая интерпретация мозга;
- г) интуитивное поведение крысы.

6. Установите соответствие между компонентами эксперимента и их функциями.

Компонент	Функция
1) искусственный интеллект	а) обрабатывает вопросы и переводит их в сигналы для мозга крысы
2) электроды	б) передают электрические сигналы, создавая у крысы ощущения
3) клавиатура	в) позволяет крысе давать ответы, выбирая «да» или «нет»
4) вознаграждение	г) закрепляет правильные ответы, мотивируя крысу

7. Подумайте:

- какие ограничения могут быть у использования нейроинтерфейса при работе с людьми?
- как можно применить нейроинтерфейсы для помощи людям с ограниченными возможностями?