

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии
Кафедра биологии, химии и экологии
УЧЕВАДОВА ТАТЬЯНА ИВАНОВНА

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ШКОЛЬНОГО ПРАКТИКУМА ПО ТЕМЕ:
**«ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ, КАК СВОЙСТВО ЖИВЫХ
ОРГАНИЗМОВ (НА ПРИМЕРЕ ANIMALIA)»**

Направление подготовки: 44.03.01 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы Биология

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. Кафедрой биологии, химии и экологии
Профессор, д.б.н., к.б.н.
Антипова Е. М.

« » _____ 2024г. _____
(дата, подпись)

Научный руководитель:
Доцент, к.б.н.
Городилова С. Н.

« » _____ 2024г. _____
(дата, подпись)

Дата защиты _____ июля 2024г.
Обучающийся:
Учевадова Т.И.

« » _____ 2024г. _____
(дата, подпись)

Оценка _____
(прописью)

Красноярск, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ	6
1.1. Понятие, сущность и формы внутривидовой изменчивости	6
1.2. Значение внутривидовой изменчивости для развития живых организмов (на примере Animalia)	12
1.3. Правила, описывающие закономерности клинальной изменчивости для животных.....	17
1.4. Географическая и экологическая изменчивости животных	21
1.5. Типы видов и пространственные взаимоотношения между локальными популяциями у животных.....	43
ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ.....	50
2.1. Школьный практикум по теме «Внутривидовая изменчивость, как свойство живых организмов (на примере Animalia)».....	50
2.2. Разработка ФОС по теме «Внутривидовая изменчивость как свойство живых организмов (на примере Animalia)»	54
2.3. Внедрение разработанного ФОС в образовательный процесс и оценка его эффективности.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	79
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	89

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Изучение методики формирования понятия «изменчивость» при изучении раздела «Генетика» является актуальным и важным, поскольку оно направлено на разработку эффективных методов обучения и формирования понятия изменчивости у учащихся в процессе изучения генетики.

Понятие изменчивости в генетике является сложным и абстрактным для большинства учащихся. Они могут испытывать трудности в понимании и применении этого понятия на практике. Исследование по методике формирования понятия изменчивости поможет разработать эффективные подходы и стратегии обучения, которые помогут учащимся лучше понять и использовать это понятие.

Понятие изменчивости играет ключевую роль в генетике, поскольку оно связано с наследственными характеристиками и вариабельностью вида. Понимание изменчивости является основой для изучения эволюции и адаптации организмов. Исследование методики формирования понятия изменчивости поможет учащимся развить необходимые навыки и понимание для успешного изучения генетики и связанных с ней наук.

Исследование по методике формирования понятия изменчивости может способствовать активному участию учащихся в процессе обучения. Разработка интерактивных и практических методов обучения поможет учащимся лучше усваивать информацию и развивать критическое мышление и аналитические навыки.

Понятие изменчивости имеет применение в реальной жизни, например, в медицине, сельском хозяйстве и экологии. Исследование методики формирования понятия изменчивости поможет учащимся понять, как это понятие может быть использовано для решения реальных проблем и задач.

Актуальность темы исследования «Школьный практикум по теме «Внутривидовая изменчивость, как свойство живых организмов (на примере Animalia)» заключается в том, что она позволяет изучить закономерности наследственной изменчивости и определить причины нарушения наследственного материала. Кроме учебного материала (который может быть частью учебной

нагрузки, а также внеучебной), наличие фондов оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам является обязательным требованием к образовательным программам. Такие фонды обеспечивают соответствие образовательных программ федеральным государственным образовательным стандартам и профессиональным стандартам. От условия полноты, качества, всесторонности и разнообразия заданий ФОС зависит, насколько качественно учащиеся усвоят фундаментальные свойства живых организмов, таких как способность изменять свои признаки в зависимости от условий окружающей среды. Это важно для понимания процессов адаптации видов к изменениям внешних условий и повышения их генетического разнообразия. Кроме того, качественное формирование знаний по основам изменчивости способствует формированию экологического и генетического мышления, а также помогает понять, как внешние факторы, такие как температура, свет, условия питания, взаимодействуя с генотипом, определяют фенотип организма.

Цель исследования – создание школьного практикума по теме «Внутривидовая изменчивость, как свойство живых организмов (на примере Animalia).

Гипотеза Школьный практикум, наряду с структурированием ФОС-ов по уровням оценивания знаний способствует более успешному усвоению темы «Внутривидовая изменчивость» при изучении школьных биологических разделов генетика, экология, общая биология в старших классах.

Для достижения цели и подтверждения гипотезы был определен следующий перечень задач:

- 1) описать теоретические основы внутривидовой изменчивости на примере царства животные Animalia;
- 2) разработать школьный практикум по теме «Внутривидовая изменчивость, как свойство живых организмов» в школьном курсе биологии;
- 3) разработать и внедрить ФОСы по теме «Внутривидовая изменчивость как свойство живых организмов (на примере Animalia)»

База исследования для апробации: МБОУ ДСШ №1 с. Держинское Красноярского края, 11класс.

Структурно работа состоит из двух глав, введения, заключения, списка использованных источников и приложений.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

1.1. Понятие, сущность и формы внутривидовой изменчивости

В.В. Пасечник в школьном учебнике биологии за 10 класс определяет изменчивость как «свойство живых организмов существовать в различных формах, которое может реализоваться у отдельных организмов или клеток в ходе индивидуального развития или в пределах группы организмов в ряду поколений при половом или бесполом размножении» [Биология 10 класс, 2019].

Изменчивость сыграла центральную роль в биологических рассуждениях в книге Чарльза Дарвина «Происхождение видов» (1859), в которой она служила средством объяснения современного разнообразия жизни в силу концепции изменчивости: организмы могут демонстрировать некоторые отличия от своих родителей, эти различия могут передаваться по наследству и, при определенных надлежащих условиях, накапливаться для формирования новых линий [Дарвин, 2018]. Важно отметить, что для Ч. Дарвина некоторые из этих вариаций были бы случайными, то есть изменениями, которые не были бы связаны с условиями существования организмов и даже непредсказуемы. Поступая таким образом, Ч. Дарвин привнес в биологическое мышление последовательность и историчность: на жизненном пути будут происходить несчастные случаи, которые в то же время будут непредсказуемыми, неповторимыми и будут иметь долгосрочные последствия [Gould, 2022].

Неофициально принцип изменчивости гласит, что биологические объекты (такие как организмы) постоянно подвергаются модификациям. Некоторые из этих вариаций имеют функциональные последствия. Более того, какие бы математические рамки ни использовались для описания объекта, непредсказуемые вариации, тем не менее, возможны: принцип изменчивости, таким образом, подразумевает, что существование исключений является правилом в биологии. Однако биологическая теория не может быть простым каталогом исключений. Учет изменений, которым подвергаются биологические организмы в течение своей

жизни (онтогенез), а также в ходе эволюции (филогенез), в общей теории является специфической задачей.

В настоящее время при изучении экологии сообществ новый акцент делается на внутривидовой изменчивости.

Внутривидовая изменчивость - свойство организмов одного вида обеспечивать в ряду поколений материальную и функциональную неоднородность.

Как отмечает Н. П. Парамонова, до сих пор литературе нет четкого определения внутривидовой изменчивости [Парамонова, 1979]. Одно из наиболее полных определений дал С.А. Мамаев который понимает ее как «проявление разнокачественности однотипных признаков или свойств у различных индивидуумов одного вида, фиксируемых в один и тот же отрезок времени» [Мамаев, 1996]. Однако по мнению Н.П. Парамоновой, под внутривидовой изменчивостью следует понимать проявление разнокачественности однотипных признаков или свойств у различных индивидуумов одного вида, не связанное с возрастными и сезонными изменениями или половым диморфизмом и фиксируемое не только для одного отрезка времени, но и во времени.

Чарльз [Дарвин, 1939] подчёркивает, что особи одного вида часто имеют значительные различия в структуре, независимо от изменчивости. Например, у разных каст бесплодных самок и рабочих насекомых в личиночном состоянии у низших животных. Однако касты колониальных насекомых относятся к модификационной изменчивости. Как отмечает Н.П. Парамонова, при изучении истинной внутривидовой изменчивости этот аспект необходимо учитывать. В. В. Станчинский выделил их в особую «циклическую изменчивость». Если она присутствует, то изменчивость этих признаков должна быть исследована отдельно для особей разного возраста, самцов, самок и т. д.

Авторы, описывающие, например, «возрастную изменчивость», часто имеют в виду возрастные изменения, характерные для всех особей вида. Выявление возрастных изменений важно, но это не изменчивость, которая характеризует изменение признака на одинаковых стадиях онтогенеза.

Закключение А.В. Яблокова верно: «При детальном исследовании, возможно, точнее говорить не о возрастной, половой и т. д. изменчивости, а о различиях в величине изменчивости в разных возрастных, половых, генерационных и прочих выборках» [Яблоков, 1966].

Согласно Э. Майру, в типологии изменчивости выделяют индивидуальную и групповую изменчивость [Майр, 1956]. Ю. А. Филипченко считал их не типами, а категориями внутривидовой изменчивости [Филипченко, 1934].

Существует много систем классификаций внутривидовой изменчивости.

Изучение изменчивости подвидов во времени предоставляет ценную информацию о развитии видов. Хотя Э. Майр считает подвид неподходящей категорией для изучения эволюции, он также признаёт его эволюционное значение, когда подвид соответствует географическому изоляту.

Различные типы и подтипы внутривидовой изменчивости могут быть рассмотрены с разных точек зрения. А.В. Яблоков подчёркивает, что индивидуальная изменчивость может быть хронографической и экологической. То же самое можно сказать и о групповой изменчивости.

Таким образом, остальные многочисленные формы изменчивости можно рассматривать как различные проявления указанных типов внутривидовой изменчивости (или внутривидовой изменчивости в целом). Ниже представлена классификация наиболее часто изучаемых форм изменчивости по различным критериям. Некоторые формы изменчивости могут быть детализованы. Например, в группе форм изменчивости, основанной на характере исследуемых признаков, обычно изучают морфологическую изменчивость, включая изменения любых признаков.

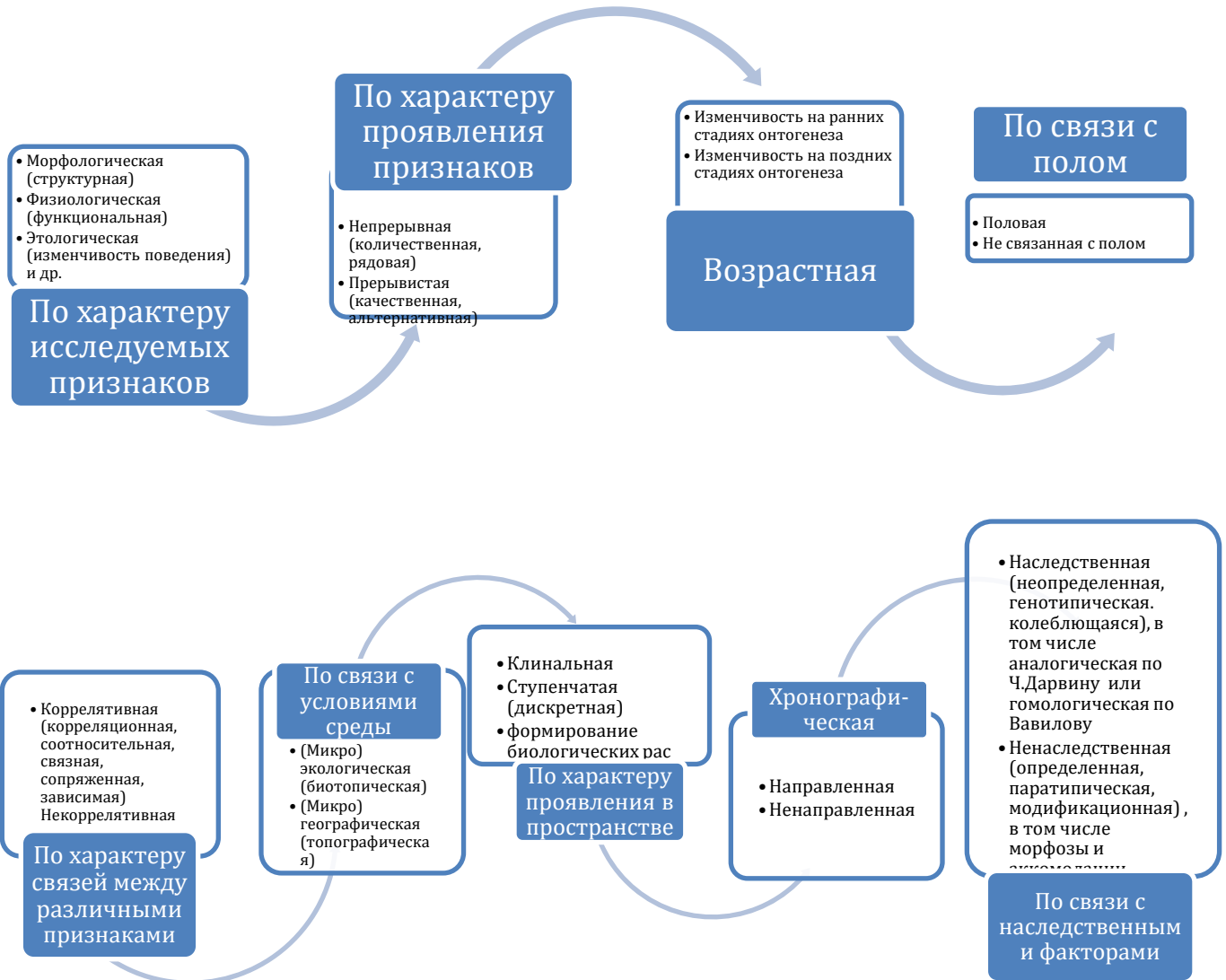


Рис.1. Формы изменчивости

Выделяют несколько уровней внутривидовой изменчивости (Рис.2):

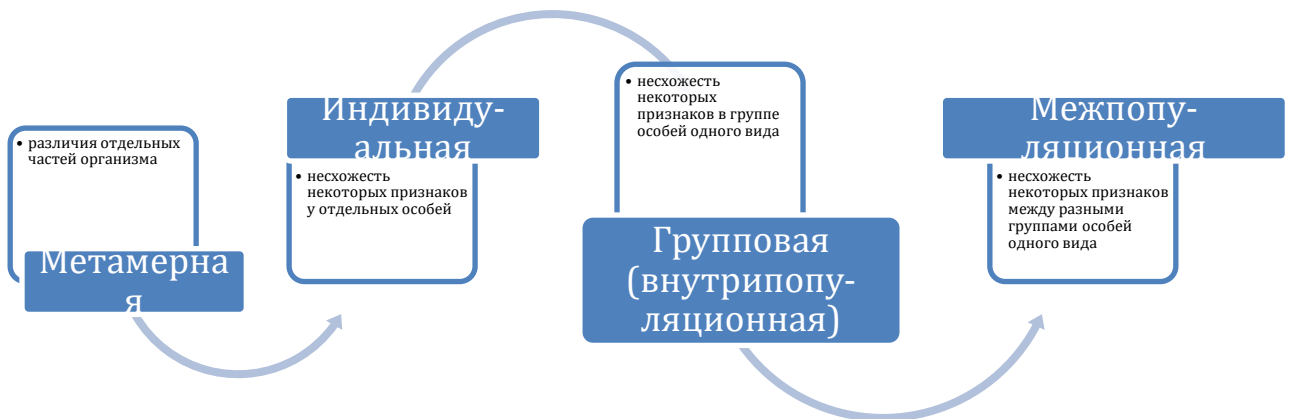


Рис. 2. Уровни внутривидовой изменчивости

Недавние разработки в области экологии сообществ, основанной на признаках, подчеркнули необходимость учета вариативности как на внутривидовом, так и на межвидовом уровне. Была введена так называемая T-статистика ("T" - что обозначает признак), основанную на сравнении внутривидовых и межвидовых различий функциональных признаков на разных уровнях организации, чтобы учитывать влияние внутривидовой изменчивости в экологии сообщества.

Наиболее вероятные условия, допускающие сосуществование видов, были разработаны в классической теории сосуществования, основанной на нишах [Макартур, 1967]. Р.Х. Макартур и Р. Левинс подчеркнули важность соотношения межвидовых различий в размерах ниш (d) и внутривидовой ширины ниш (s). Соотношение d/s рассматривалось как центральная величина для разрешения парадокса принципа Гауза, который гласит, что два вида не могут занимать одну и ту же нишу [Гаузе, 2002]. То, насколько малым может быть значение d/s при сохранении сосуществования видов, было названо "предельным сходством" [Абрамс, 1983]. Таким образом, с самого начала развития теории сосуществования как межвидовые, так и внутривидовые различия были теоретически важны для изучения сосуществования видов.

Видовая ниша означает, что d является ключевым фактором, способствующим разнообразию.

Внутривидовая изменчивость может быть обусловлена заранее определенными классификациями (порода, возраст, пол) или случайными различиями между особями. Любой, у кого есть два домашних питомца одной породы, возраста и пола, скорее всего, сможет перечислить множество различий между их питомцами, будь то размер, темперамент или диетические предпочтения. Эти различия могут быть обусловлены генетикой ("природой") и факторами окружающей среды ("воспитанием").

В случае одомашненных видов, внутривидовая изменчивость создается и поддерживается искусственным отбором, проводимым человеком. Однако искусственный отбор не является необходимым для развития и поддержания

внутривидовой изменчивости. В естественных популяциях существуют значительные различия между особями одного и того же вида как по внутренним, так и по внешним причинам, вызывающим различия в том, как сородичи выглядят, ведут себя и реагируют на давление естественного отбора, такое как риск нападения хищников, доступность пищи и новые условия обитания [Bolnick, 2003]. Эта изменчивость играет важную роль в динамике популяций, сообществ и экосистем.

Внутривидовая изменчивость подразделяется на индивидуальную, половую, хронографическую (сезонную и возрастную), экологическую, географическую, гибридогенную.

Индивидуальная изменчивость представляет собой процесс, в ходе которого генотипическая дифференциация особей внутри вида проявляется в различных формах. Например, у растений влияние панмиксии, мутационных процессов и постоянно меняющихся экологических условий, приводит к появлению мелких и крупных отклонений. Однако ключевым элементом этого процесса являются временные модификации. Таким образом, индивидуальная изменчивость является результатом «баланса» между генетической программой особи и специфическими экологическими условиями.

Половая изменчивость проявляется в существовании в популяции форм, различающихся по полу.

Хронографическая (временная) изменчивость включает возрастную (онтогенетическую); и сезонную изменчивости.

Экологическая изменчивость отражает воздействие на вид определенных факторов окружающей внешней среды.

Географическая изменчивость — это результат разделения вида на различные популяции в рамках его ареала, как в широтном, так и в меридиональном направлении. Это приводит к образованию географических рас или климатипов, которые характеризуются определёнными особенностями, связанными с адаптацией к местным условиям окружающей среды. Географическая изменчивость обычно характеризуется высокой степенью

наследственной закреплённости, что обеспечивает устойчивость и стабильность популяций в различных регионах.

Гибридогенная изменчивость — явление, которое возникает на границах ареалов разных видов в результате межвидовой спонтанной гибридизации. В таких условиях популяция одного вида приобретает заметные черты другого вида. Это происходит из-за изменений в экологической обстановке, которые приводят к изоляции существующих границ ареалов на протяжении длительного времени. Такие нарушения могут быть вызваны как геологическими изменениями, так и деятельностью человека.

Эндогенная изменчивость — это свойство живых организмов, которое проявляется в изменении структуры и функций отдельных органов и тканей в процессе индивидуального развития. Метамерная изменчивость относится к этому типу и затрагивает органы, например, листья, цветки, плоды, семена, побеги и корни.

Наибольшая метамерная изменчивость наблюдается у количественных признаков вегетативных органов, таких как размеры годичного прироста листьев и ветвей. Это связано с тем, что эти признаки наиболее чувствительны к внешним факторам и внутренним процессам, происходящим в организме.

1.2. Значение внутривидовой изменчивости для развития живых организмов (на примере Animalia)

В природе формирование внутривидовой изменчивости может происходить с помощью различных механизмов, включая местную адаптацию, искусственный отбор, родительские условия и фенотипическую пластичность. Порожденная эволюционными механизмами, внутривидовая изменчивость признаков может отражать микрогеографическую адаптацию, дивергентный отбор и даже зарождающееся видообразование [Richardson, 2014]. Будучи порожденными пластичностью, признаки могут быстро изменяться в течение нескольких поколений и резко различаться в разных популяциях в разных местообитаниях.

Независимо от механистических основ, это фенотипическое проявление этой вариации оказывает воздействие на экологию [Hendry, 2017].

Вариативность между особями внутри одного вида влияет на эволюцию видов и экологию, а также на функционирование экосистем. С эволюционной точки зрения, степень генетической вариативности между особями может определять адаптивный потенциал вида и влиять на его сохранение с течением времени [Barrett, 2008]. По этим причинам степень генетической изменчивости внутри видов была в центре внимания популяционной генетики и эволюционной биологии в течение почти 100 лет.

С экологической точки зрения недавние исследования как в наземных, так и в морских системах показали, что внутривидовое генетическое разнообразие может модулировать межвидовые взаимодействия и, таким образом, влиять на уровни первичной продуктивности [Barrett, 2008] и функциональные реакции на изменение окружающей среды [Parkinson, 2015].

Исследования показали, что вариабельность фенотипических признаков внутри вида (внутривидовая изменчивость) может быть такой же экстремальной, как и вариабельность признаков между видами. В результате внутривидовые вариации могут влиять на структуру сообщества и функционирование экосистемы в той же степени, что и вариации между видами [Albert, 2010].

Недавние исследования в различных системах выявили экологические последствия внутривидовой изменчивости. Например, различия в особенностях потребления корма (таких как размер жаберных жабер и расстояние между ними у рыб) могут влиять на численность зоопланктона непосредственно через потребление и на первичную продуктивность фитопланктона косвенно через трофические каскады [Govaert, 2016]. Аналогичным образом, различия в свойствах, препятствующих травоядному размножению (например, химическая защита растений), могут напрямую влиять на состав сообщества членистоногих и косвенно влиять на круговорот питательных веществ посредством разложения. Тем не менее, исследователи не дали широкой количественной оценки общей экологической значимости внутривидовой изменчивости по отношению к видовой изменчивости,

оставляя открытым вопрос, можно ли расширить экологические реакции на изменение фенотипических признаков у разных видов к внутривидовой изменчивости признаков внутри вида?

Все недавние исследования внутривидовой генетической изменчивости водного фитопланктона, включая диатомовые водоросли, выявили высокий уровень разнообразия. Используя чувствительные методы ДНК-дактилоскопии, эти исследования выявили высокий уровень разнообразия независимо от исследованных видов или отобранных образцов среды обитания. Результаты, полученные с помощью ДНК-фингерпринтинга, подтверждаются полногеномными последовательностями *Thalassiosira pseudonana*, *Phaeodactylum tricornutum* и *Thalassiosira oceanica*, которые демонстрируют значительную вариабельность последовательностей между гомологичными хромосомами, что свидетельствует о высоком уровне разнообразия полевых популяций [Lommer, 2012]. В совокупности эти исследования позволяют предположить, что высокое разнообразие является отличительной чертой диатомовых водорослей, которая, вероятно, повлияла на их экологический успех и эволюционную долговечность. Разнообразие, наблюдаемое у диатомовых водорослей, оказывает практическое влияние на исследования диатомовых водорослей. Это указывает на то, что оценки физиологии или генетики одной особи недостаточно для описания возможностей всего вида.

Генетическое разнообразие диатомовых водорослей может быть описано двумя различными способами. Первый - это клональное разнообразие, или количество уникальных клоновых линий в образце. Клональное разнообразие в популяции является важным показателем постоянной генетической изменчивости, поскольку оно легко доступно для сортировки по происхождению и частично определяет потенциальную величину и скорость реакции на отбор. Поскольку диатомовые водоросли делятся преимущественно бесполом путем, существует вероятность того, что популяции будут состоять из одной или очень небольшого числа клоновых линий, полученных в результате вегетативного роста, что приведет к клоновому разнообразию, близкому к нулю. В природных популяциях

диатомовых водорослей наблюдалось клональное разнообразие в диапазоне от 92 до 100%, что свидетельствует о том, что популяции состоят из множества клоновых линий. Клональное разнообразие диатомовых водорослей было измерено с высокой чувствительностью благодаря разработке и применению ДНК-дактилоскопических маркеров, называемых микросателлитами [Ellegren, 2002].

Микросателлиты - это нейтральные маркеры, которые разбросаны по всему геному и состоят из ди-, три- или тетрануклеотидов, которые повторяются в паре от десятков до сотен раз.

Количество повторяющихся единиц в микросателлитном локусе может сильно различаться у разных людей. Предполагается, что это изменение длины является результатом процесса, известного как проскальзывание нитей, который происходит, когда механизм синтеза ДНК по существу "проскальзывает" во время репликации повторяющихся участков [Schlotterer, 1992]. Таким образом, длина массива повторов (размер аллеля) может выступать в качестве части ДНК-отпечатка. По мере анализа большего количества локусов ДНК-отпечаток индивидуума становится все более точным. Например, панель из трех маркеров у диатомовой водоросли *Ditylum brightwellii* обладала достаточной вариабельностью, чтобы потенциально идентифицировать порядка $6 \cdot 10^6$ различных генотипов [Rynearson, 2005]. Для большинства исследований диатомовых водорослей размер выборки обычно составляет 30 особей на популяцию, что делает невозможным сравнение размера переписи с размером клоновой популяции.

Существует пример, когда у весеннего цветения диатомовых водорослей *D. brightwellii* были повторно отобраны образцы, и более 600 особей были генотипированы. Численность популяции в ходе переписи превысила 10 000 клеток, и было подсчитано, что популяция состояла по меньшей мере из 2400 различных генотипов [Rynearson, 2005].

Клональное разнообразие — это вид разнообразия, которое характеризует многообразие генетически идентичных или почти идентичных организмов, происходящих от одного родителя или клетки. Это может быть результатом

агамического (бесполого) размножения, такого как деление клеток или клонирование. Высокий уровень клонального разнообразия позволяет предположить, что эти быстро делящиеся организмы могут быть способны быстро реагировать на изменение окружающей среды посредством отбора, воздействующего на устойчивую генетическую изменчивость.

Один из показателей генетической изменчивости - это генетическое разнообразие или ожидаемая гетерозиготность. Это вероятность того, что в одном локусе любые два аллеля, выбранные случайным образом из популяции, будут отличаться друг от друга. Среднее генное разнообразие по многим локусам используется в качестве оценки генетической изменчивости популяции.

Фенотипическая изменчивость, то есть пластичность внутри вида, генетической популяции или клона будет служить для смягчения непосредственных последствий быстрых изменений окружающей среды. Кроме того, фенотипическое разнообразие будет отражать постоянную генетическую изменчивость вида или популяции в определенной местности и представлять собой изменчивость, на которую может воздействовать отбор и тем самым влиять на долгосрочную адаптацию видов и популяций к изменяющейся окружающей среде.

Можно выделить и другие важные функции внутривидовой изменчивости:

1) Разнообразие внутри вида обеспечивает материал для естественного отбора и эволюции. Организмы с различными генетическими чертами могут лучше приспосабливаться к изменяющимся условиям и, следовательно, иметь больший шанс на выживание и размножение.

2) Внутривидовая изменчивость служит как своего рода "генетическим резервом" для вида. Разнообразие генотипов позволяет виду сохранять потенциал для адаптации к новым условиям или борьбе с болезнями.

3) Внутривидовая изменчивость позволяет особям адаптироваться к различным условиям окружающей среды. Например, различия в генетическом материале могут способствовать выживанию особей в новых климатических условиях.

Изучение внутривидовой изменчивости помогает ученым лучше понять генетические механизмы, лежащие в основе различий между особями. Это знание может быть полезным для консервации уязвимых видов и управления популяциями.

1.3. Правила, описывающие закономерности клинальной изменчивости для животных

Изучая особенности разных регионов Земли, мы обнаруживаем, что ключевые экологические аспекты трансформируются постепенно, формируя плавные переходы. Во время путешествия в определённом направлении мы замечаем, как высота над уровнем моря уменьшается, влажность растёт, а температура повышается. В какой-то момент происходит внезапное изменение условий окружающей среды, например, переход от суши к морю. Однако продолжая двигаться дальше, уже по морю, мы вновь сталкиваемся с тем, что различные факторы, такие как глубина и освещённость, меняются постепенно, то есть дискретно (градиентно).

Анализируя организмы, обитающие в областях с градиентным изменением определённого фактора, мы можем наблюдать закономерное изменение их характеристик. Внутривидовая изменчивость, связанная с постепенным изменением географических условий, называется клинальной. Характеристики организмов формируют клины. Например, дубовые леса можно встретить в широколиственных лесах, лесостепи, степях и полупустынях. Переход между этими зонами зависит от количества доступной для растений влаги. Дубы в широколиственных лесах растут на открытых пространствах, в то время как в степях и полупустынях они предпочитают понижения и долины рек с повышенной влажностью. Сравнивая дубы из разных дубрав, мы заметим изменения в их росте, диаметре ствола, размере листьев и структуре листовых пластинок. Эти различия являются результатом реакции растений на плавное изменение климатических условий.

Изучение клинальной изменчивости позволяет лучше понять, как организмы взаимодействуют со своей средой обитания. Эта изменчивость возникает в результате адаптации популяций к местным условиям и взаимодействия между соседними популяциями, что сглаживает различия между ними. Клиная изменчивость делает скрытые от исследователей процессы видимыми и доступными для изучения.

На схеме представлена клинальная изменчивость по пигментации крыльев брюквенниц (*Pieris parī*), которая была изучена в начале XX века (Рис.3). Изофены — это линии, соединяющие области с одинаковой выраженностью исследуемого признака.



Рис. 3. Клинальная изменчивость пигментации крыльев бабочек-брюквенниц (*Pieris parī*), по результатам исследования, выполненного в начале XX века. Изофены — линии, соединяющие области распространения организмов с одинаковой выраженностью исследуемого признака

Обычно клинальная изменчивость не служит основанием для выделения подвидов. Географические подвиды выделяются только при дискретной

изменчивости. Однако иногда между подвидами или даже видами, способными к гибридизации, существуют переходные зоны — зоны интерградации.

В большинстве случаев клин используется для описания внутривидовых изменений, однако аналогичные изменения можно обнаружить и при изучении разнообразия видов одного рода или даже семейства, если они ведут схожий образ жизни и обитают в среде с изменяющимися условиями, важными для этих организмов.

Правила, описывающие клинальную и межвидовую географическую изменчивость, были сформулированы давно. Например, в XIX веке были установлены правила Бергмана и Аллена, которые касаются как внутривидовых изменений, так и различий между ведущими схожий образ жизни близкими видами.

Правило Бергмана (1847) гласит, что среди родственных гомойотермных животных, живущих в холодном климате - особи с большими размерами тела.

Правило Аллена (1877) указывает на то, что среди родственных гомойотермных животных, живущих в холодном климате - особи с меньшими выступающими частями тела, такими как уши, ноги и хвосты.

Географическая изменчивость обыкновенной лисицы соответствует двум правилам: правилу Бергмана и правилу Аллена. Южные лисицы имеют меньшие размеры и более длинные уши и хвост по сравнению с северными особями. Это правило применимо и к другим видам лисиц: приполярные песцы крупнее, а пустынные фенеки мельче своих собратьев из других регионов.

Тигры также демонстрируют географическую изменчивость. Амурские тигры — самые крупные, а суматранские — самые мелкие. Правило Бергмана применимо и к межвидовой географической изменчивости: например, императорские и королевские пингвины обитают в Антарктиде, а галапагосские пингвины — на Галапагосских островах.

Правила Бергмана и Аллена основаны на одном принципе: в холодных условиях легче поддерживать постоянную температуру тела для животных с меньшей площадью поверхности тела. Отдача тепла через кожу пропорциональна

этой площади, а теплоёмкость и выработка тепла зависят от объёма тела. Площадь поверхности можно уменьшить, увеличив длину тела или сделав его более округлым, уменьшая выступающие части.

Однако у правил Бергмана и Аллена есть исключения. Например, роющие млекопитающие не подчиняются этим правилам, так как особенности их передвижения в почве влияют на их размеры и пропорции.

Слоны следуют правилу Аллена, но не правилу Бергмана. Африканские слоны больше по размеру, чем индийские, несмотря на то, что они живут в более жарком климате. Это связано с тем, что африканские слоны обитают в основном на открытых пространствах (саваннах), а индийские связаны с лесами. Лесные африканские слоны меньше по размеру, чем индийские. Однако у африканских слонов возникают проблемы с понижением температуры при перегреве, поэтому их уши гораздо больше, чем у индийских слонов.

Можно ли сравнивать животных с разным образом жизни? Нельзя утверждать, что правило Бергмана опровергается тропическими крыланами (летучими лисицами и собаками), которые значительно больше летучих мышей из умеренных широт. Эти животные ведут совершенно разный образ жизни. Крыланы питаются в основном фруктами, а летучие мыши специализируются на ловле летающих ночных насекомых. Различия в питании приводят к существенным отличиям в тепловом балансе этих животных, что обуславливает разницу в их размерах.

Можно ли применить правила Бергмана и Аллена к внутривидовым различиям людей? Несмотря на то, что все люди принадлежат к одному виду, наша экологическая пластичность настолько высока, что в разных частях мира люди ведут разный образ жизни. Эти различия мешают проявлению правила Бергмана.

Тем не менее, если сравнить разные народы, можно заметить проявление правила Аллена. Например, эскимосы и другие коренные жители Крайнего Севера имеют коренастое телосложение с короткими конечностями и шеей. Жители открытых пространств экваториальной Африки, такие как масаи, худоцавы и имеют относительно длинные и тонкие ноги и руки.

Важно отметить, что проявления правила Аллена можно наблюдать только у коренных народов, тесно связанных со своей средой обитания. Современные представители глобального человечества, многие из которых переехали в другие страны и живут в искусственно изменённой среде, обычно не демонстрируют проявления этих экологических правил.

Еще одним из известных экологических правил, описывающих клинальную изменчивость, является правило Глогера, предложенное в 1833 г орнитологом К. Глогером. Оно заключается в том, что среди родственных форм (подвидов или видов) гомойотермных животных те, которые обитают в условиях теплого и влажного климата, окрашены ярче, чем обитающие в условиях холодного и сухого климата.

Вероятными причинами, приводящими к такому характеру изменчивости, могут быть соображения, связанные с покровительственной окраской — почвы (или поверхность снега) в холодном и сухом климате обычно светлее, чем в теплом и влажном. Впрочем, для объяснения правила Глогера этого обстоятельства недостаточно, ведь оно распространяется даже на ночных животных. Не исключено, что влажный и теплый климат более способствует синтезу пигментов животных. В определенной степени правило Глогера применимо и к человеку.

1.4. Географическая и экологическая изменчивости животных

Морфологическая, физиологическая или генетическая изменчивость внутри вида часто имеет географическую основу. Пионером в понимании этой географической изменчивости был шведский ботаник Гете Турессон. Ему было интересно понять природу географической изменчивости видов растений, и он пытался ответить на вопрос: географическая изменчивость - это экологическая изменчивость? То есть различия в морфологии обусловлены различиями в условиях окружающей среды? Или различия в морфологии обусловлены различиями в генах, которыми обладают популяции?

Географическая изменчивость относится к различиям между популяциями в генетически обусловленных признаках в пределах естественного географического ареала вида. Понимание факторов, которые приводят к возникновению и поддержанию географической изменчивости, помогает прояснить причины и последствия эволюции.

Географическая изменчивость внутри вида относится к различиям в фенотипе или генотипе организмов одного вида, которые обитают в разных географических областях. Эти различия могут быть вызваны адаптациями к различным условиям среды, таким как климат, почва, доступность ресурсов и другие факторы. Географическая изменчивость может привести к формированию подвидов или локальных популяций с уникальными адаптациями к конкретным условиям местности. С другой стороны, экологическая изменчивость относится к различиям в фенотипе или генотипе организмов одного вида, которые обитают в разных экологических нишах в пределах одной географической области.

Экологическая изменчивость связана с адаптациями к различным условиям внутри одной и той же области, таким как тип почвы, высота над уровнем моря, наличие конкурентов и хищников и другие факторы. Таким образом, основное отличие между географической и экологической изменчивостью заключается в том, что первая связана с различиями внутри вида, обусловленными географическими факторами, а вторая — с различиями, вызванными разнообразием экологических условий внутри одной области обитания.

Географическая изменчивость относится к различиям между популяциями в генетически обусловленных признаках в пределах естественного географического ареала вида. Понимание факторов, которые приводят к возникновению и поддержанию географической изменчивости, помогает прояснить причины и последствия эволюции. В простейшем случае эти факторы делятся на чисто генетические и средовые, чтобы определить их относительный вклад в наблюдаемую фенотипическую изменчивость.

Исследования организмов, каждое из которых начинается с географической изменчивости, демонстрируют эту весьма продуктивную стратегию реальных

изменений ДНК, приводящие к адаптации, которую мы наблюдаем на популяционном уровне. Учитывая важность географической изменчивости для дифференциации популяций, географическая изменчивость также имеет прямое отношение к вопросу о происхождении видов.

Выяснение механизмов, которые создают и поддерживают географическую изменчивость, может раскрыть важные аспекты эволюции. Поскольку реакция эволюции зависит от генетической изменчивости, факторы, влияющие на величину генетической изменчивости внутри популяций и между ними, неизбежно влияют на скорость и направление эволюции. Изучение географической изменчивости может дать представление об адаптивных механизмах, действующих в дикой природе, и, в конечном счете, о дивергенции популяций на генетически обособленные единицы, то есть виды. Таким образом, географическая изменчивость обеспечивает логическую отправную точку для понимания формирования биоразнообразия. Более того, понимание генетической основы существующей географической изменчивости может помочь в прогнозировании того, как популяции и виды адаптируются к будущим изменениям окружающей среды.

Факторы, влияющие на генетическую изменчивость в популяции, могут также способствовать географической изменчивости. Авторы разделяют эти факторы на две основные категории:

- 1) случайные эффекты, возникающие в зависимости от размера популяции, частоты мутаций, демографии и/или близости к другим популяциям;
- 2) неслучайные эффекты, возникающие в результате естественного и полового отбора.

В популяциях с ограниченным размером случайный генетический дрейф (или просто «смещение») приводит к потере генетической изменчивости, а также к изменению частот аллелей (рис. 4).

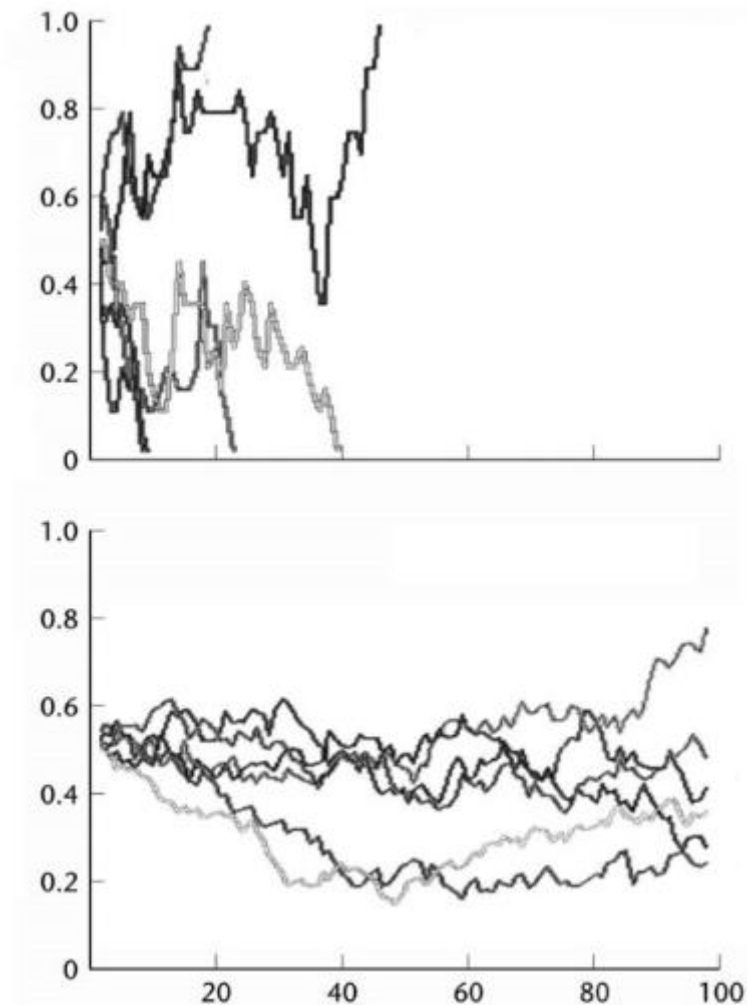


Рис. 4. Влияние размера популяции на частоту аллелей случайного генетического дрейфа для шести различных генов: вверху для размера популяции $n=10$, внизу – $n = 200$

Результаты случайного моделирования методом Монте-Карло показывают влияние размера популяции на частоту аллелей случайного генетического дрейфа для шести различных генов. Имитационные модели позволяют исследовать эволюционные изменения, когда случайные влияния (например, генетический дрейф) могут быть важными. Хотя при каждом запуске имитационной модели результаты будут немного отличаться из-за различий в случайных эффектах, в целом популяции маленькие быстро теряют генетическую изменчивость и подвержены быстрым изменениям частоты встречаемости генов от одного поколения к другому. Большие популяции, напротив, кажутся более устойчивыми к эффектам случайного генетического дрейфа. Эти модели были созданы с использованием «Populus» [<http://biosci.cbs.umn.edu/software/populus.html>],

программы моделирования, разработанной Дональдом Алстадом из Университета Миннесоты. Начальные частоты аллелей составляли 0,5 для всех генов, и моделирование проводилось для 100 поколений при размерах популяции 10 (вверху) и 200 (внизу).

В популяциях с ограниченным размером случайный генетический дрейф (или просто «смещение») приводит к потере генетической изменчивости, а также к изменению частот аллелей. Масштаб последствий дрейфа обратно пропорционален размеру популяции, причем наибольший эффект наблюдается в небольших популяциях. Тимоти А. Муссо показал, что изменения частоты аллелей от поколения к поколению могут быть предсказаны с помощью простых математических уравнений [Mousseau, 2012].

В отсутствие мутаций или миграции небольшие популяции в конечном итоге теряют значительную часть своих генетических вариаций из-за дрейфа. С точки зрения генетики, мы можем утверждать, что гетерозиготность H популяции будет снижаться со скоростью уменьшения численности популяции.

Популяции, основанные несколькими особями, как правило, отличаются от других подобных популяций вследствие «эффекта основателя» (Рис.5).

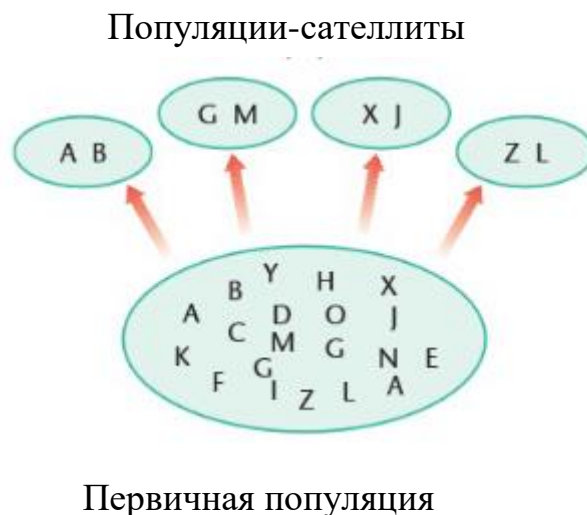


Рис. 5. Эффекты родоначальника и дифференциация популяции

Эффект родоначальника возникает из-за того, что небольшое число предков обладают случайным и фрагментированным набором аллелей, происходящих от гораздо более многочисленной и генетически разнообразной родительской

популяции. Однако как большие, так и малые популяции подвержены некоторой степени генетических мутаций, которые, как правило, поддерживают генетическую изменчивость. Таким образом, при равновесии наблюдаемая генетическая изменчивость будет отражать баланс между потерями от дрейфа и выгодами от мутаций.

Популяции-сателлиты, созданные одной или несколькими особями, имеют разные частоты аллелей из более генетически гетерогенного источника (и друг от друга) в результате эффекта родоначальника. Эффекты основателя могут играть определенную роль в быстрой дивергенции и видообразовании, поскольку иногда они приводят к появлению комбинаций генов с более высокой приспособленностью, которые не могли сохраниться в более многочисленной исходной популяции.

Миграция и поток генов между дифференцированными популяциями приводит к гомогенизации популяций (рис. 6).

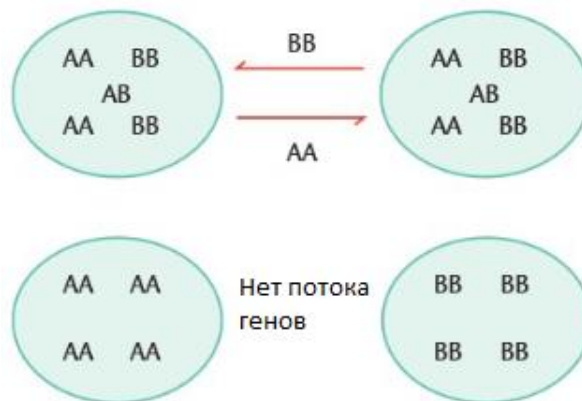


Рис.6. Влияние миграции на генетическую изменчивость внутри популяций и между ними

Без потока генов исходный ареал вида распадается на локализованные генофонды. Со временем популяции, как правило, расходятся из-за генетической изоляции, эффекта основателя и дрейфа.

В группах небольших популяций миграция между популяциями, как правило, устраняет генетическую дифференциацию и увеличивает генетическую изменчивость внутри популяций (вверху). В отсутствие иммиграции генетический

дрейф может привести к дифференциации между популяциями и потере генетической изменчивости внутри популяций (нижняя граница).

Экологические различия между географическими регионами могут привести к различиям в интенсивности отбора, что, в свою очередь, может привести к различиям между популяциями. Например, разнообразие биотических факторов, таких как хищники, паразиты, хозяева или конкуренты, как правило, способствует географическим различиям. Кроме того, изменение абиотических факторов, таких как сезонный климат и доступность питательных веществ, может привести к географическим различиям между популяциями. Баланс между эффектами отбора, оказываемого на местные популяции, и количеством потоков генов между различными популяциями определяет степень дивергенции популяций. В регионах с высоким потоком генов (например, иммиграция между популяциями) только сильный отбор может поддерживать генетически обусловленные различия между популяциями. В отсутствие потока генов местные популяции могут реагировать на местный отбор, не сталкиваясь с потенциально неадаптивными эффектами потока генов из соседних популяций.

«Клайн», или «градиент измеряемого признака» [Endler, 1977] представляет собой интересную форму географической изменчивости.

Клиновидная изменчивость и географическая изменчивость - это два различных концепта, хотя они связаны. Географическая изменчивость относится к изменениям в признаках организмов, которые происходят в зависимости от географического распределения популяции. Эти изменения могут быть вызваны различиями в среде обитания, климате, доступности ресурсов и другими факторами. Географическая изменчивость может приводить к формированию подвидов, которые адаптированы к конкретным условиям определенной территории.

С другой стороны, клиновидная изменчивость описывает постепенные изменения в генетических или фенотипических характеристиках популяции вдоль географического континуума. Эти изменения могут быть связаны с постепенными

изменениями в среде обитания или другими факторами, которые влияют на эволюцию популяции.

Таким образом, можно сказать, что клинальная изменчивость может быть одним из проявлений географической изменчивости, но не обязательно является подвидом этого понятия. Клинальная изменчивость скорее описывает градиентные изменения в признаках популяции вдоль пространственного континуума, в то время как географическая изменчивость более широко охватывает различия в признаках на разных территориях.

Географическая изменчивость обыкновенной лисицы соответствует двум правилам: правилу Бергмана и правилу Аллена. Южные лисицы имеют меньшие размеры и более длинные уши и хвост по сравнению с северными особями (Рис.7).



Рис.7. Южноамериканская (слева) и бразильская (справа) лисица

Это правило применимо и к другим видам лисиц: приполярные лисицы (песцы) крупнее, а пустынные фенеки мельче своих собратьев из других регионов (Рис.8).



Рис.8. Песец (слева) и фенек (справа)

Тигры также демонстрируют географическую изменчивость. Амурские тигры — самые крупные, а суматранские — самые мелкие (Рис.9).



Рис.9. Амурский тигр (слева) и суматранский (справа)

Правило Бергмана применимо и к межвидовой географической изменчивости: например, императорские и королевские пингвины обитают в Антарктиде, а галапагосские пингвины — на Галапагосских островах (Рис.10).



Рис.10. Королевский (слева), императорский (в центре), галапагосский пингвин (справа)

Примерами географической изменчивости у животных также является изменчивость медведей. Полярные медведи в арктических регионах имеют более плотный мех и толстый слой жира, чем их сородичи, бурые медведи (Рис.11).

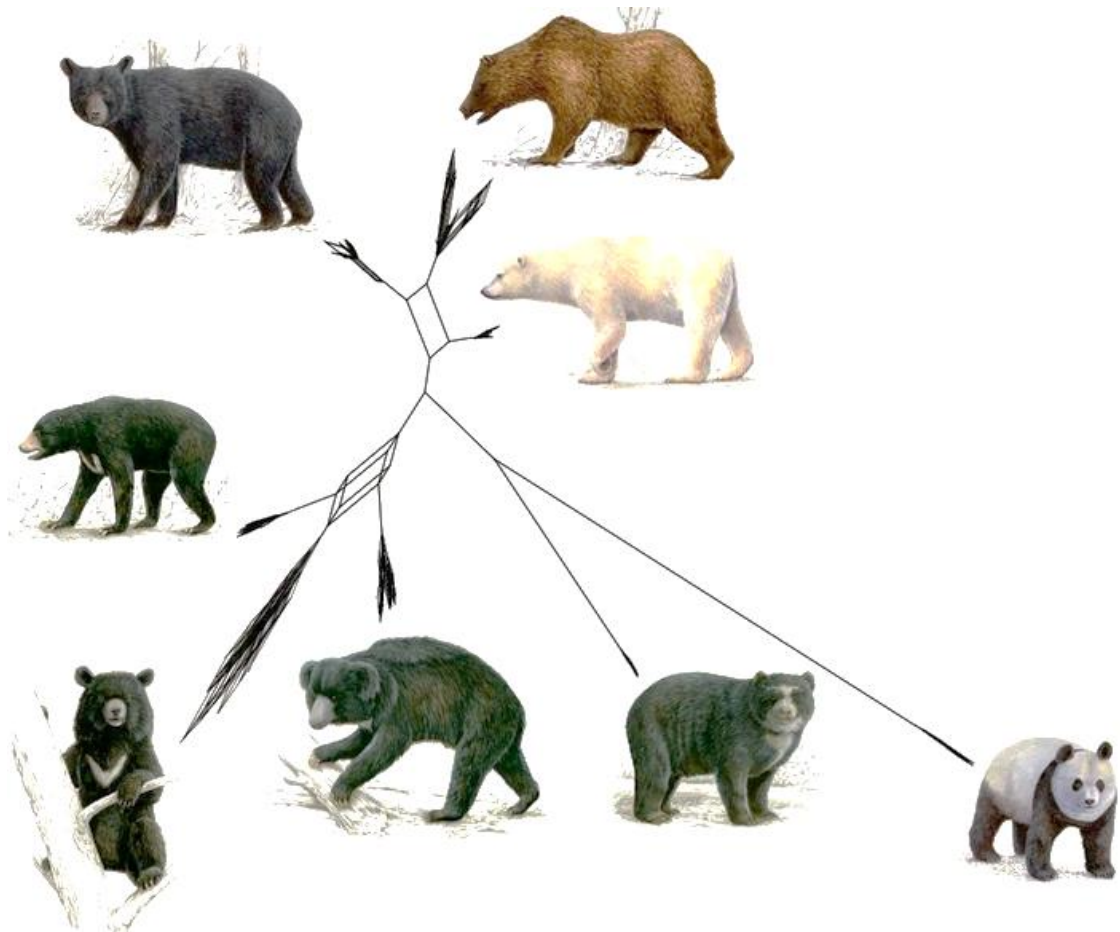


Рис.11. Видообразование медведя

Беляки, обитающие в снежных регионах, имеют белый окрас шерсти, что помогает им скрываться от хищников в снежной местности. В то же время, зайцы других окрасок могут иметь другие типы окраски для камуфляжа в других средах (Рис.12).



Рис.12. Русак и беляк

Закономерности изменчивости в дикой природе обычно обусловлены генетическими различиями между популяциями и влиянием изменений окружающей среды. Многие организмы проявляют определенную степень фенотипической пластичности, обусловленную различиями в окружающей среде. Например, люди в разной степени загорают и покрываются веснушками в ответ на ультрафиолетовое излучение. Учитывая широкое распространение пластичности, вызванной воздействием окружающей среды, многие из зарегистрированных случаев географической изменчивости растений и животных, вероятно, являются результатом развития в различных средах обитания, а не генетически обусловленных различий между популяциями, что является важным отличием, поскольку только генетически обусловленные различия между популяциями приводят к местной адаптации и видообразованию.

У людей часто наблюдаются географические различия в форме сбалансированных полиморфизмов, которые представляют собой динамические и обусловленные окружающей средой вариации частот аллелей. Возможно, наиболее документированный пример касается серповидноклеточной анемии [Sabeti, 2008]. Это изнурительное состояние возникает в результате аминокислотной замены Р-цепи гемоглобина в локусе *gpcn*. Аномальный гемоглобин кристаллизуется при низком содержании кислорода, что приводит к деформации и расслаиванию эритроцитов. Индивидуумы с двумя серповидноклеточными аллелями (т.е. гомозиготы) страдают тяжелой анемией и, следовательно, демонстрируют снижение продолжительности жизни независимо от того, где они возникают. В регионах Африки с высокой распространенностью малярийного паразита *Plasmodium falciparum* гетерозиготы (т.е. те, которые обладают одной аллелью *sickle-cell* и одной нормальной аллелью) на самом деле обладают более высокой приспособленностью, чем гомозиготы с нормальными или *sickle-cell*-клеточными генами, поскольку наличие некоторого количества серповидноклеточного гемоглобина защищает гетерозигот от малярии, избирательно удаляя *P. falciparum* из организма кровотоком. Однако это преимущество в приспособленности исчезает в регионах, где нет малярии, таких как Северная Америка, где у гетерозигот

наблюдается легкая анемия и они имеют более низкую приспособленность, чем нормальные гомозиготы. Таким образом, интенсивность отбора в пользу аллеля sickle-cell или против него зависит от распространенности малярийного паразита и в значительной степени объясняет генетические вариации в этом генном локусе внутри человеческой популяции и среди других популяций. С генетической точки зрения, в Северной Америке существует сильный направленный отбор, направленный на потерю серповидноклеточного аллеля, в то время как отбор, благоприятствующий гетерозиготам (т.е. преимущество гетерозигот, или гетерозис) в регионах Африки и Азии способствует генетической изменчивости в этом локусе.

Географическая изоляция и географическая изменчивость — это два разных концепта, но они также могут быть взаимосвязаны. Географическая изменчивость относится к различиям в фенотипе или генотипе одного вида животных или растений, обусловленным географическими различиями в среде обитания. Это может включать различия в окраске, размере, форме или других характеристиках, которые могут быть адаптациями к конкретным условиям среды. Географическая изоляция, с другой стороны, представляет собой процесс, при котором популяции одного вида становятся физически изолированными друг от друга географическими барьерами, такими как горы, океаны или пустыни. Это препятствует обмену генетической информацией между популяциями и может привести к разделению на два или более отдельных видов (специация). Таким образом, географическая изоляция может быть одним из факторов, способствующих географической изменчивости внутри вида, поскольку она может привести к развитию уникальных адаптаций в разных популяциях из-за различий в условиях среды.

Вьюрки Дарвина, обитающие на Галапагосских островах, дают необычайно четкое представление о механизмах, способствующих изменчивости в результате географической изоляции. Морфология тела и клюва (размер и форма) влияют на эффективность, с которой эти птицы используют тот или иной вид пищи. На островах с небольшим количеством видов птиц дарвиновские вьюрки не

испытывают особой конкуренции за пищу и, как правило, имеют клювы среднего размера, подходящие для их обычных привычек питания (Рис.13):

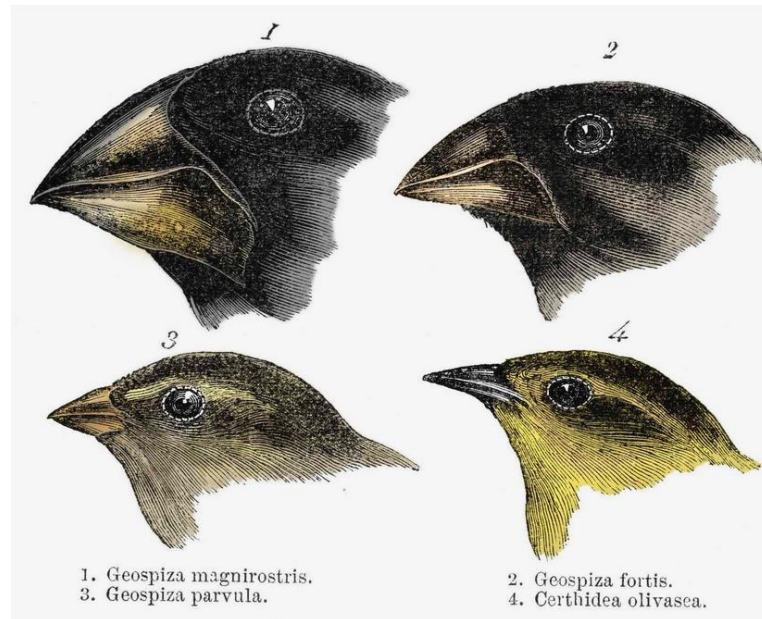


Рис.13. Вьюрки Чарльза Дарвина - различия в клювах

У вьюрков Дарвина с Галапагосских островов были общие предки, но теперь у них разные типы клювов, видоизмененные в зависимости от их пищевых привычек. Дарвиновские вьюрки с разным размером клюва конкурируют за доступную пищу в ограниченном количестве, и выигрывает тот, у кого клюв наиболее приспособлен. В данном случае конкуренция - это процесс, при котором различные организмы одного или разных видов конкурируют за скудные ресурсы, и тот, у кого лучшие поведенческие/морфологические/структурные/анатомические особенности, имеет больше шансов на выживание.

Глубины клюва у двух видов вьюрков (*Geospiza fuliginosa*, *Geospiza fortis*) на трех разных островах различаются. Глубина клюва на острове Санта-Крус, где гнездятся оба вида вьюрков, заметно отличается.

Напротив, на островах, где несколько видов вьюрков конкурируют за пищу, размеры клювов у разных видов вьюрков, как правило, не совпадают, что отражает отбор для снижения конкуренции между видами в поиске пищи.

Питер Грант проследил эволюционную реакцию нескольких видов плавников Дарвина на события Эль-Ниньо [Grant, 1986]. В периоды засухи, вызванной Эль-Ниньо, клювы вьюрков становятся все больше и шире в ответ на

отбор, вызванный изменениями в доступности пищи: мелкие и мягкие семена исчезают, оставляя только более крупные и твердые семена, так что только птицы с большими и крепкими клювами могут потреблять твердые семена и, следовательно, более высокие показатели выживаемости в периоды засухи.

Количественные генетические методы позволяют биологам оценить вероятность изменения размера и формы клюва в диких популяциях дарвиновских вьюрков и помогают предсказать их краткосрочную реакцию на отбор.

Конкуренция между видами также привела к географическим различиям в пищевом поведении и морфологии тихоокеанских трехиглых рыб-колюшек (*Gasterosteus aculeatus*). Дольф Шлютер задокументировал два широко распространенных вида трехгранной колюшки в пресноводных озерах северо-запада Тихого океана. Один из двух видов, называемый донной формой, потому что он живет и питается вблизи дна озера, выглядит крупным и глубоководным; донная форма обладает относительно небольшим количеством жаберных лопаток, которые эти рыбы используют для просеивания мелкого планктона из воды, и, как правило, употребляет в пищу крупных донных беспозвоночных.

Другой совместно встречающийся вид, называемый лимнетической (пелагической) формой, потому что он обитает в открытых водоемах, выглядит маленьким и стройным; лимнетическая форма обладает множеством жаберных тычинок и специализируется на поедании микроскопического зоопланктона, встречающегося в лимнетических районах озер (Рис. 14).

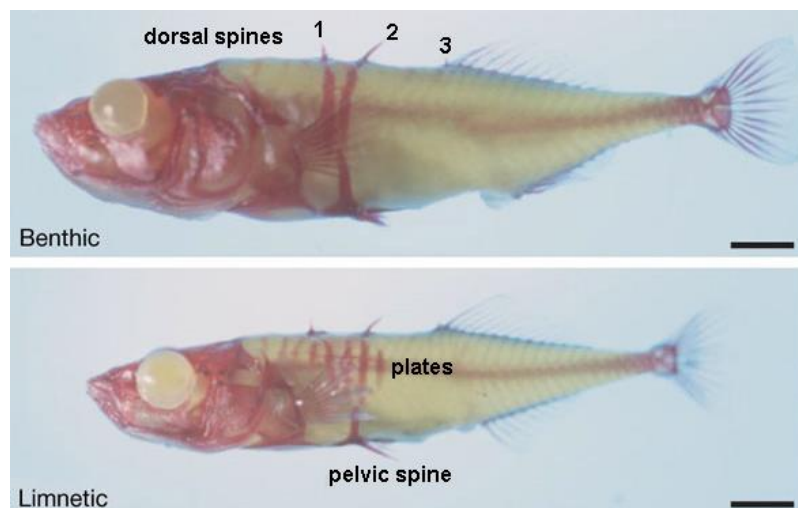


Рис.14. Придонная (сверху) и лимнетическая (снизу) формы трехиглых колюшек

Однако в озерах, где встречается только один вид, колюшки кажутся промежуточными по размеру и форме и питаются как зоопланктоном, так и донными беспозвоночными. Как и в случае с дарвиновскими вьюрками, такая картина географической изменчивости предполагает, что в озерах, где обитает более одного вида колюшек, произошло изменение экологических характеристик.

Дольф Шлютер проверил адаптивное значение наблюдаемых различий в форме и размерах лимнетических и донных колюшек. Он создал экспериментальные пруды, в которых контролировалось количество и тип рыб, а также количество и размерный ряд продуктов питания. Эксперименты Д. Шлютера указывают на относительно низкие темпы роста в прудах, где оба вида колюшек конкурировали за пищу [Rundle, 2000].

Помимо изменения экологических характеристик, другие исследования показывают, что самки рыб предпочитают спариваться с самцами, имеющими сходную морфологию и пищевое поведение. Такое ассортативное спаривание привело к повторяющимся параллельным процессам размножения в озерах, населенных двумя или более морфологическими вариантами [Rundle, 2000].

Гавайские плодовые мушки представляют собой еще один впечатляющий пример того, как географические различия влияют на адаптацию и размножение. Около 500 850 видов плодовых мух в настоящее время остаются эндемичными для Гавайского архипелага, и все эти виды произошли от колонистов, которые прибыли на древний гавайский остров Коко около 42 миллионов лет назад, когда этот остров с тех пор погрузился под воду. Стаи расселялись на новые острова по мере их появления, а дивергенция между вновь образованными популяциями была вызвана дрейфом и отбором генов, участвующих в проявлениях ухода и использовании среды обитания. Кроме того, частые потоки лавы на более молодых островах, как правило, изолировали местное население внутри острова, что приводило к дальнейшей дивергенции и расслоению. Многие виды растений, птиц и насекомых быстро распространились по Гавайскому архипелагу из-за расселения с острова на остров, а также из-за викариантных явлений, возникающих в результате извержений вулканов.

Видообразование происходит, когда популяции значительно расходятся за пределы эволюционной репродуктивной изоляции. Проще говоря, когда два организма больше не скрещиваются, либо потому, что они редко вступают в контакт друг с другом в дикой природе, либо потому, что они спариваются, но производят нежизнеспособное или стерильное потомство, тогда мы считаем эти организмы разными видами. Введенное Эрнстом Майром в обиход как «концепция биологического вида» (BSC), понятие вида хорошо работает для многих организмов, обладающих половым актом.

Однако в большинстве случаев в реальном мире организмы демонстрируют постоянную степень дивергенции и репродуктивной изоляции, варьирующуюся от умеренно несовместимых (т.е. популяции демонстрируют некоторую степень дивергенции, а гибриды кажутся несколько менее приспособленными, чем родительские типы) до частично несовместимых (т.е. популяции демонстрируют дивергенцию и скрещиваются, но гибриды значительно отличаются друг от друга, имеют более низкую приспособленность, чем у родительских типов), к полностью и репродуктивно несовместимым. Кроме того, BSC не может применяться к организмам, которые размножаются бесполом путем, или ко многим растениям, которые свободно скрещиваются, но сохраняют различия на уровне видов, несмотря на гибридизацию.

Достижения в области молекулярной биологии предоставили инструменты для оценки степени эволюционного расхождения между популяциями и видами. Все многочисленные недавно разработанные молекулярные методы, включая анализ аллозимов, случайную амплификацию полиморфной дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), гибридизацию ДНК, основаны на вариабельности на уровне ДНК организма. Степень расхождения ДНК между популяциями или видами позволяет биологам оценить степень передачи генов между популяциями или время, прошедшее с тех пор, как два вида начали расходиться по разным эволюционным траекториям. Популяции или виды, которые долгое время оставались генетически изолированными, накопили больше

различий в своих последовательностях ДНК, чем популяции или виды, которые разделились совсем недавно.

На первом этапе небольшие группы особей рассеиваются или мигрируют прочь от родительской популяции. Полученные в результате этого производные популяции затем отличаются друг от друга и от родительской популяции из-за случайных генетических процессов (например, эффектов основателя) и/или естественного отбора (например, реакции на изменения в окружающей среде). В течение достаточно длительного времени в популяциях может развиваться репродуктивная изоляция как косвенное следствие дивергенции между популяциями или как прямой ответ на отбор против гибридизации, или и то, и другое.

Хотя правилом может показаться видообразование при аллопатрии, видообразование может происходить и при симпатрии (т.е. без физических географических барьеров для потока генов), особенно когда выбор партнера зависит от факторов, способствующих расхождению между популяциями, например, различные виды рыб-колюшек могли возникнуть в результате симпатрического видообразования [Rundle, 2000]. Парapatрическое видообразование может происходить в системах, где географически соседние популяции расходятся в ответ на сильные изменения окружающей среды. Лучшие примеры этого процесса можно найти в исследованиях «кольцевых видов», которые состоят из двух репродуктивно изолированных форм, соединенных цепочкой скрещивающихся популяций. Например, группа видов зеленоватых камышевок Центральной Азии образует кольцо из чередующихся подвидов вокруг Тибетского нагорья. В Центральной Сибири, где концы «кольца» сходятся, наблюдается полная репродуктивная изоляция [Irwin, 2005]. Эти исследования показывают, что репродуктивная изоляция и видообразование могут развиваться даже в условиях потока генов, когда отбор и географическая удаленность позволяют накапливать генетические различия.

Экологическая изменчивость — это явление, при котором особи одного вида различаются в зависимости от места их обитания. Экотипы возникают из-за

модификационных изменений или отбора генотипов, адаптированных к местным условиям. Они могут быть связаны с различиями в рельефе, влажности и другими факторами окружающей среды.

Экологическая изменчивость характеризует природные экосистемы как имеющие либо детерминированные (предсказуемые, например, суточные и сезонные циклы освещенности, рН и температуры), либо стохастические (непредсказуемые, например, изменения солености устьев рек и ручьев) колебания. Естественная изменчивость одного и того же фактора, в свою очередь, может восприниматься организмами по-разному и в различных масштабах. На некоторые факторы окружающей среды влияют не только абиотические, но и биотические процессы. рН воды может демонстрировать соответствующие суточные колебания, связанные с интенсивностью фотосинтеза в местах обитания с преобладанием микроводорослей или морских трав, а также стохастические колебания, связанные с поступлением пресной воды. Соответственно, возникает разный рост водорослей и, как следствие, разная пищевая их ценность. Аналогичным образом, на доступность кислорода и углекислого газа влияет температура (растворимость газа и стратификация уровня воды) и баланс скоростей дыхания и фотосинтеза. Эти примеры показывают, как природные системы включают в себя множество факторов, изменяющихся одновременно по-разному (т.е. в разных масштабах), порождая сложные природные закономерности изменчивости.

Антропогенная деятельность также может порождать, усугублять или изменять характер изменчивости в экосистемах, усиливая стрессовые условия для организмов (например, периоды сильной жары, концентрации загрязняющих веществ) [Polazzo, 2022]. Новая изменчивость окружающей среды оказывает влияние на различные временные и пространственные масштабы, непосредственно влияя на жизнедеятельность организмов или косвенно через взаимодействие видов (например, влияя на потребителей путем изменения состава производителей) [Harris, 2018]. Кроме того, глобальные изменения, вызванные антропогенной деятельностью, такие как постоянные перепады давления, могут по-разному сказываться на организмах, которые находятся в изменчивой или более постоянной

среде обитания. Было высказано предположение, что последствия потепления для жизнедеятельности организмов могут усиливаться из-за температурных колебаний по сравнению с последствиями потепления в постоянных условиях [González-Olalla, 2022].

Таким образом, естественная и вызванная антропогенными факторами динамика изменчивости может порождать широкий спектр моделей изменчивости окружающей среды, описываемых различными характеристиками (т.е. компонентами), включая величину, частоту и предсказуемость изменений. Такие компоненты обычно оцениваются в исследованиях изменчивости в зависимости от масштаба исследования (например, единичные или множественные события), но экологам по-прежнему не хватает общей структуры. Достижение консенсуса в отношении того, как определять компоненты вариабельности и как анализировать их влияние в многофакторном контексте, не является тривиальной задачей, и это облегчило бы поиск конкретных направлений исследований, улучшило бы коммуникацию между исследователями и позволило бы сравнить результаты. Таким образом, первый шаг к созданию системы исследований экологической изменчивости требует выработки общих определений источников изменчивости, компонентов, описывающих изменчивость, и типов эффектов изменчивости в многофакторном контексте (Таблица 1).

Таблица 1 – Направления исследований в многофакторном анализе экологической изменчивости

Элемент исследований	Содержание элемента
Факторы в системе факторов воздействия	Факторы окружающей среды, которые учитываются (измеряются или регулируются), например, концентрации питательных веществ и загрязняющих веществ, температура, спектр и интенсивность света, концентрация кислорода, соленость, рСО ₂ /рН, гидродинамические характеристики. Такие факторы окружающей среды оказывают прямое воздействие на организмы и косвенное воздействие, изменяя взаимодействие. Значимость различных факторов может различаться в разных системах и на разных участках (например, в прудах, озерах, реках и морских системах и между ними)
Масштаб экологической изменчивости	
В зависимости от целевого уровня организации и продолжительности жизни организма изменчивость воспринимается по-разному (например, как постоянная или колеблющаяся), и поэтому, возможно, придется учитывать различные масштабы [Kroeker, 2020]:	
Временные рамки	от минутных до среднесуточных и десятилетних. Временные рамки связаны с продолжительностью экологических событий и биологических процессов (например, острых и хронических реакций, продолжительности жизни организма)
Пространственные рамки	от нм–мкм до км по широтному и продольному градиентам. В водных экосистемах пространственный масштаб может быть описан различными переменными, такими как длина, глубина, площадь, объем, форма и неоднородность среды обитания
Компоненты изменчивости	Существует широкий спектр характеристик факторов изменчивости окружающей среды, используемых для описания естественной динамики или новых закономерностей. Закономерности изменчивости могут стать факторами стресса в нарушенных экосистемах. Такие характеристики часто используются в исследованиях изменчивости в зависимости от масштаба исследования, но им не хватает общего языка и определений. Для описания

	<p>изменчивости в зависимости от шкалы оценки обычно используются различные показатели [Ryo, 2019].</p>
<p>Короткие шкалы/единичные события</p>	<p>Величина - представляет собой величину изменения одного фактора и характеризует интенсивность одного или нескольких событий (например, амплитуду суточных колебаний температуры).</p> <p>Скорость изменения - указывает, является ли наблюдаемая изменчивость резкой или постепенной.</p> <p>Продолжительность определенного события. Например, время между началом и окончанием (датами) периодов сильной жары [Oliver, 2018].</p>
<p>Масштаб</p>	<p>Дисперсия измеряет распределение переменной среды вокруг ее среднего значения и предоставляет информацию об отклонении от средних значений в различных интересующих масштабах [Coble, 2016].</p> <p>Амплитуда также обычно используется для аппроксимации дисперсии детерминированных моделей изменчивости (например, суточных циклов).</p> <p>Частота - количество регулярных циклов или событий, которые происходят в течение определенного периода времени. Может быть проанализировано с помощью спектрального анализа и преобразования Фурье [Kroeker, 2020]. Та же концепция может быть использована для описания пространственных изменений и называется размером частиц в окружающей среде.</p> <p>Автокорреляция или цвет шума, где изменчивость определяется как белый шум, когда автокорреляция и постоянная дисперсия отсутствуют в какой-либо шкале. Красный шум, в свою очередь, имеет более сильную автокорреляцию и увеличивающуюся дисперсию во времени и/или пространстве [Vasseur, 2004]. Более высокая автокорреляция обычно подразумевает более высокую предсказуемость. Предсказуемость также рассматривается как постоянство величины и сроков экологических колебаний.</p>

Комбинированные (интерактивные) эффекты	<p>Аддитивность, когда реакция на комбинацию более чем одного фактора равна сумме реакций на сложение отдельных факторов.</p> <p>Неаддитивность (интерактивность), когда реакция на комбинацию более чем одного фактора отличается от суммы реакций на сложение отдельных факторов.</p> <p>Синергетический эффект, когда реакция на добавление более чем одного фактора в совокупности превышает сумму реакций на добавление отдельных факторов.</p> <p>Антагонистический эффект, когда реакция на добавление более чем одного фактора меньше, чем сумма реакций на добавление отдельных факторов [Koussoroplis, 2017].</p>
Особые случаи неаддитивности	<p>Перекрестная зависимость - влияние уровня одного фактора на форму реакции системы (кривую отклика) на другой фактор.</p> <p>Эффект ковариации - чувствительность реакции системы на ковариацию множества факторов.</p> <p>Факторы окружающей среды могут демонстрировать положительную (синхронную) или отрицательную (внефазовую) динамику ковариации</p>

Важно отметить, что помимо описанных здесь наглядных примеров, другие переменные окружающей среды также взаимодействуют сложным образом, изменяя функционирование различных биологических систем, и, следовательно, подчеркивают актуальность рассмотрения таких сложных многофакторных сценариев в исследованиях изменчивости. взаимосвязанное воздействие факторов окружающей среды на продуктивность, такие как совместное воздействие температуры и концентрации кислорода на метаболизм и физиологию морских беспозвоночных и рыб [Roman, 2019], или влияние температуры и солености на мидии [Guzmán-Agüero, 2013], но об этих взаимодействиях в изменчивых условиях известно меньше.

Экспериментальные исследования влияния колебаний окружающей среды на биологические системы часто показывают противоречивые результаты (т.е. различные масштабы и направление эффектов изменчивости). Морские организмы

продемонстрировали нейтральную, положительную и отрицательную акклиматизационную реакцию на температурные колебания [Vajedsamiei, 2021], что может быть объяснено различиями между системами (естественная изменчивость приводит к адаптации), типом организмов (краткосрочная и долгосрочная адаптация), и временем воздействия экологических факторов [Jackson, 2021].

Для переменных окружающей среды, отличных от температуры, информация скудна, и подходы различаются в зависимости от переменных, но некоторые сравнения между постоянными и изменчивыми условиями окружающей среды доступны.

1.5. Типы видов и пространственные взаимоотношения между локальными популяциями у животных

Типы видов традиционно включают семь различных типов (Рис. 15):

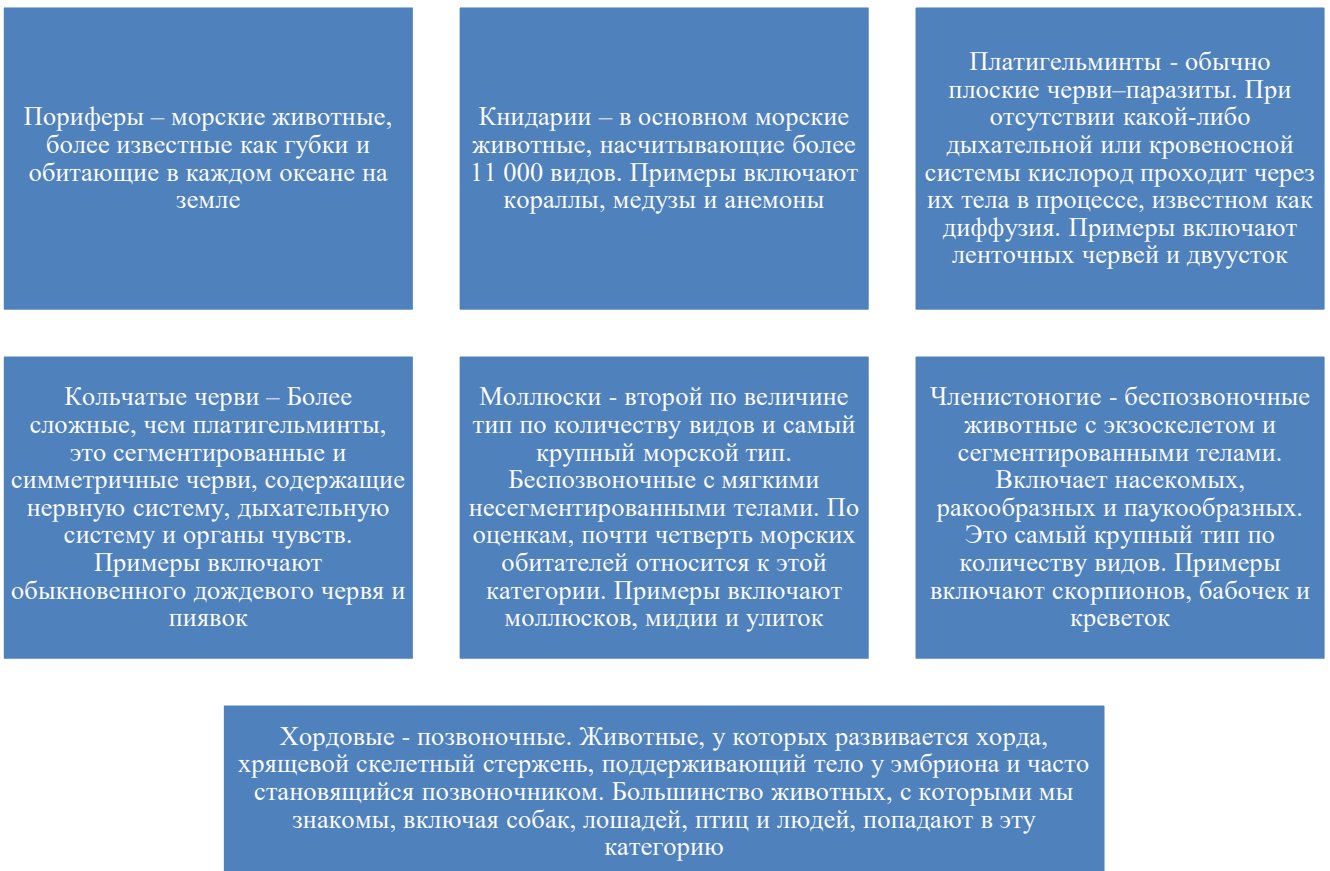


Рис. 16. Типы видов животных

Локальная популяция, таким образом, представляет собой одну из составных частей более обширной популяционной системы; она принадлежит к определённой расе и определённому виду [Бонина, 2008].

Атрибуты популяции - это характеристики популяции, которые определяют ее характеристики, такие как характер роста, плотность населения и регулирование численности населения (Рис.16).



Рис.16. Атрибуты популяции

Примером соотношения полов может служить популяция, в которой 60% населения составляют женщины и 40% - мужчины. Идеальное соотношение полов составляет 1:1, когда 50% женщин и 50% мужчин.

Коэффициент смертности может быть определен как число особей, умерших за определенный период времени. Важно отметить, что коэффициент смертности зависит от времени.

Термин «коэффициент рождаемости» чаще используется в популяционной биологии при описании исследования человеческой популяции. В популяционной биологии рождаемость можно разделить на две группы: абсолютная рождаемость и осознанная рождаемость. Абсолютная рождаемость, также известная как максимальная или физиологическая рождаемость, может быть определена как максимальное количество особей, которое может произвести самка в репродуктивном состоянии. Идеальное состояние - это состояние, при котором нет ограничений в ресурсах и конкуренции.

Осознанная рождаемость также известна как экологическая или фактическая рождаемость. Ее можно определить, как количество рождений на одного человека в единицу времени в их нормальной экологической среде обитания.

Плодовитость может быть описана как максимальный репродуктивный потенциал особи при идеальных условиях окружающей среды. Плодовитость может быть описана как фактическая репродуктивная способность при преобладающих условиях окружающей среды.

Дисперсия может быть определена как пространственная и временная структура распределения индивида в популяции. Существуют две группы или классификации метода дисперсии, известные как случайная и групповая дисперсия.

Случайная дисперсия может быть определена как дисперсия, при которой положение одной особи не связано с положением другой.

Групповая дисперсия также известна как агрегированная дисперсия, это естественное состояние, при котором популяции находятся в своей экологической среде обитания. При этом типе дисперсии положение одной особи влияет на положение другой, они взаимосвязаны.

Важно понимать, что в любой момент времени популяцию можно изучать в соответствии с возрастным классом. Возрастной класс - это параметр, который используется для классификации различных представителей популяции в соответствии с интересующими характеристиками. Возрастной класс также иногда чаще называют возрастной группой. Этот класс, как правило, классифицируется на основе репродуктивной фазы организма. Население, как правило, подразделяется на следующие группы

- до репродуктивного возраста
- репродуктивная возрастная группа
- пострепродуктивная возрастная группа.

Возрастную структуру можно определить, как соотношение индивидов в каждой возрастной группе или классе. Они используются для построения возрастной пирамиды.

Возрастная пирамида - это графическая иллюстрация, показывающая количество особей в разных возрастных группах в популяции. Возрастные пирамиды обычно используются для научного изучения человеческой популяции, в частности, демографии населения. Существует три типа возрастных пирамид (Рис.17):

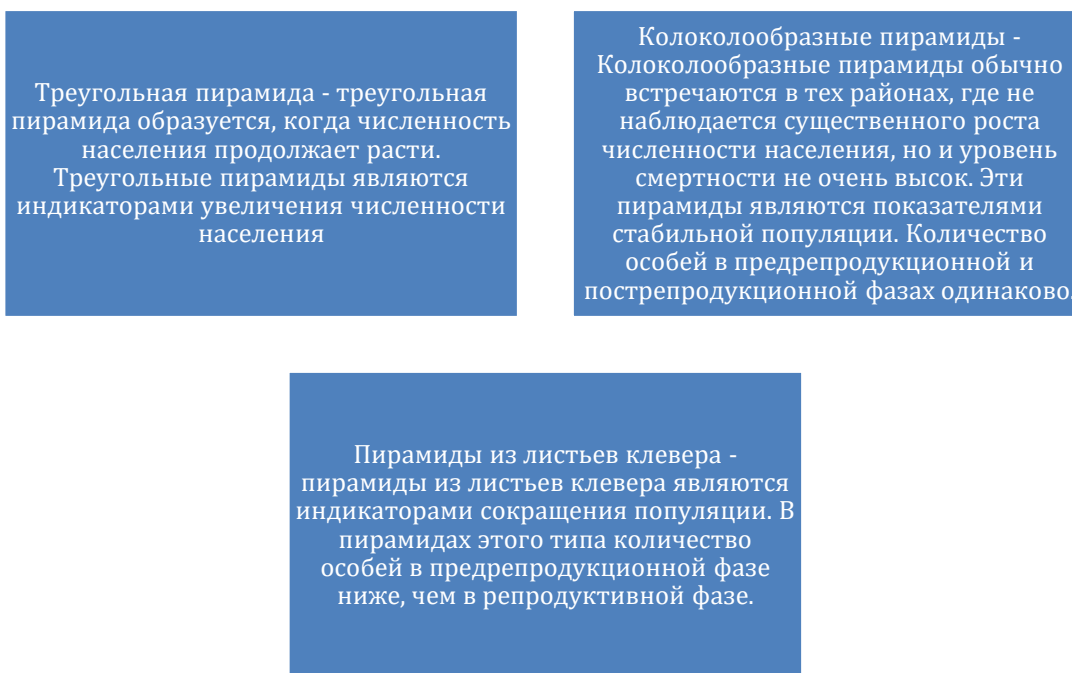


Рис.17. Виды возрастных пирамид

Пространственные взаимоотношения между локальными популяциями и между популяционными системами определяют степень происходящего между ними скрещивания, а значит, и тип изменчивости.

Термины «аллопатрия» и «симпатрия» используются для описания пространственных взаимоотношений между популяциями и популяционными системами в биологии.

Аллопатрия означает, что популяции обитают в разных неперекрывающихся ареалах, и уровень скрещивания между ними зависит от расстояния между ними. Географические расы в аллопатрии могут быть более или менее непрерывными, в зависимости от степени перекрытия ареалов.

Слово «аллопатрический» происходит из греческого языка. Аллопатрический - это слово, которое означает «географический». Географическое видообразование, модель гантели и викариантное видообразование - все это

термины, используемые для описания аллопатрического видообразования. Итак, что же такое аллопатрическое видообразование? С точки зрения обывателя, это относится к видообразованию двух популяций одного и того же вида, которые оказались изолированными друг от друга из-за географических барьеров. Видообразование - это постепенное преобразование популяций в новые виды.

Общеизвестно, что до того, как начался процесс видообразования, существовала популяция видов, которые обладали одинаковыми признаками и имели полную свободу спариваться друг с другом. В результате в среде обитания всегда присутствовала одна и та же группа особей. Основной причиной аллопатрического видообразования, как указывалось ранее, является географический барьер, который возводится между популяциями, обладающими одинаковой уникальностью, в результате чего они больше не могут быть отнесены к одному виду.

Аллопатрическое видообразование возникает, когда две популяции одного и того же вида оказываются изолированными друг от друга из-за географических факторов. Видообразование - это медленный процесс, в результате которого популяции эволюционируют в разные виды. Вид определяется как популяция, которая может скрещиваться между собой, поэтому в процессе видообразования популяция образует два или более различных вида, которые больше не могут скрещиваться между собой.

Приведем примеры аллопатрического видообразования.

1) Вьюрки Дарвина. Это главный пример аллопатрического видообразования, которое происходит у галапагосских вьюрков, описанных Чарльзом Дарвином. Всего на Галапагосских островах обитает 15 видов вьюрков, и все они имеют специфические особенности, такие как клювы для поедания различных видов пищи, но у всех вьюрков есть общие предки, которые эволюционировали из-за изоляции на разных островах. Птицы, которые успешно выживают, становятся распространенными в окружающей среде и образуют множество видов. Эта эволюция известна как адаптивная эволюция.

2) Белки Большого Каньона. Каньоны создают естественный барьер между белками, обитающими в этом районе. Популяции белок были разделены из-за географических изменений, они расселились по разным районам и превратились в два разных вида.

Симпатрия описывает ситуации, когда популяции имеют частично или полностью совпадающие ареалы обитания. В этом случае скрещивание между популяциями возможно, и симпатричными могут быть экологические расы одного вида или нескрещивающиеся виды, сосуществующие на одной территории. Симпатрическое видообразование возникает, когда новые виды появляются из первоначальной популяции, которая географически не разделена или не имеет барьеров. Концепция симпатрического видообразования отличается от других типов видообразования тем, что новые виды появляются из мест обитания, которые находятся в сильно пересекающихся и неразличимых областях. Более того, поскольку бактерии передают свою ДНК как внутри своего сообщества, так и потомству при размножении, этот тип видообразования очень распространен среди бактерий.

Промежуточная ситуация называется парапатрия, когда две популяции занимают смежные, но неперекрывающиеся области, и скрещивание между ними ограничено.

Симпатрическое видообразование происходит, когда две группы одного и того же вида живут в одном и том же географическом месте, но эволюционируют по-разному, пока не перестают скрещиваться и не считаются разными видами. Этот тип видообразования наблюдается у разных типов организмов, таких как бактерии, рыбы, яблочная личинка. Но трудно установить, когда произошла симпатрическая эволюция или не встречалась ли она в природе. Популяция новых видов эволюционирует, когда они разделены географическими барьерами. Эта эволюция происходит без какой-либо географической изоляции, в ходе этой эволюции происходят изменения в хромосомах.

Существует два способа этого типа видообразования:

1) Если во время деления клетки происходит ошибка, известная как аутополиплоидия. Поскольку организм имеет два набора хромосом, но из-за определенных аномалий, если дочерняя клетка имеет более двух наборов хромосом, то это состояние известно, как аутополиплоидия.

2) Если у одной из дочерних клеток имеется более одной копии хромосомы или происходит потеря хромосомы, это называется аллополиплоидией. Аллополиплоидия как тип видообразования возникает, когда два разных вида спариваются и образуют новое потомство.

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

2.1. Школьный практикум по теме «Внутривидовая изменчивость, как свойство живых организмов (на примере Animalia)»

Школьный практикум — это форма организации образовательного процесса, направленная на получение практических навыков на основе теории. Ученики делятся на группы и выполняют различные задания, связанные с изучаемой темой. Практикумы подходят для учеников разных возрастов и помогают закрепить материал, развить навыки коллективной работы, самопроверки и самооценки, а также творческие способности

Школьный практикум по конкретной теме определяется на основе целей и задач урока, а также типа практикума. Учитываются возраст и уровень подготовки учеников, а также особенности дисциплины.

Целью практикума по теме «Внутривидовая изменчивость» является изучение основных форм изменчивости, таких как наследственная и ненаследственная, а также формирование представления о нормах реакции признаков и вариационных рядах изменчивости.

Цель практикума: Изучить механизмы внутривидовой изменчивости у животных и понять её значение для выживания видов.

Задачи:

1. Объяснить, что такое внутривидовая изменчивость и какие факторы могут влиять на неё.
2. Показать разнообразие форм внутривидовой изменчивости у различных видов животных (например, окраска шкуры, размер тела, форма клюва или лап).
3. Обсудить генетические и внешние факторы, которые могут вызывать изменения внутри видов.
4. Объяснить, как разнообразие внутри видов способствует адаптации к изменяющимся условиям среды и повышает шансы на выживание.
5. Провести наблюдения за животными в ближайшем парке или зоопарке и выявить примеры внутривидовой изменчивости.

В ходе практикума будут использованы методы наблюдения, сравнения и анализа полученных данных.

Ход практикума:

- 1) Обсуждение основных понятий и терминов, связанных с изменчивостью.
- 2) Выбор нескольких представителей Animalia для изучения (например, домашние животные, насекомые, рыбы).
- 3) Сбор информации о выбранных объектах: размеры, окрас, поведение и т. д.
- 4) Анализ полученной информации и выделение признаков, которые будут изучаться.
- 5) Проведение наблюдений и измерений выбранных признаков у каждого объекта.
- 6) Построение вариационных рядов изменчивости для каждого признака.
- 7) Анализ полученных результатов и определение норм реакции признаков.
- 8) Формулирование выводов о внутривидовой изменчивости и её значении для живых организмов.
- 9) Заключение

Школьный практикум по теме «Внутривидовая изменчивость» позволяет учащимся изучить основные формы изменчивости, сформировать представление о нормах реакции признаков и вариационных рядах изменчивости. Это способствует развитию научного мышления, наблюдательности и умения анализировать полученные данные.

Таблица 1 – Тематическое планирование школьного практикума «Внутривидовая изменчивость»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов	Форма занятия
1.	Введение в тему: основные понятия и определения внутривидовой изменчивости.	1	Л
2.	Клиновидная изменчивость: понятие, примеры, значение.	1	П
3.	Географическая изменчивость: факторы, примеры у животных.	1	Л
4.	Экологическая изменчивость: адаптации к различным условиям среды.	1	П
5.	Правило Бергмана: объяснение и примеры в животном мире.	1	П
6.	Правило Аллена: суть и значение для видов животных.	1	П
7.	Симпатрическое видообразование: аутополиплоидия и аллополиплоидия.	1	П
8.	Аллопатрическое видообразование: механизмы и примеры.	1	П
9.	Изучение изменчивости у различных классов животных.	1	П
10.	Анализ изменчивости внутри популяций одного вида.	1	П
11.	Влияние генетических мутаций на изменчивость.	1	П
12.	Роль селекции в формировании изменчивости у животных.	1	П
13.	Изучение полиморфизма у различных видов животных.	1	П
14.	Влияние окружающей среды на изменчивость организмов.	1	П
15.	Исследование адаптивной изменчивости у животных.	1	П
16.	Значение изучения изменчивости для эволюции видов.	1	П
17.	Практические задания по определению типов изменчивости у животных.	1	П
18.	Сравнительный анализ изменчивости у различных видов Animalia.	1	П
19.	Влияние человеческой деятельности на изменчивость популяций животных.	1	П
20.	Обобщение пройденного материала и дискуссия о значимости изучения внутривидовой изменчивости для биологии и экологии.	1	П
21.	Защита проекта	4	П
	Итого: Л – лекция; П – практикум	24	

Формы контроля знаний учащихся – индивидуальный проект, коллоквиум, самостоятельные и практические работы, устный и фронтальный опрос.

Тематика индивидуальных проектов:

1. Исследование клинальной изменчивости у выбранного вида животных.
2. Анализ географической изменчивости у различных популяций одного вида животных.
3. Экологическая изменчивость и ее роль в адаптации животных к разным условиям среды.
4. Правило Бергмана: исследование его проявления у различных классов животных.
5. Правило Аллена и его влияние на изменчивость у животных.
6. Сравнительный анализ изменчивости между симпатрическими и аллопатрическими видами животных.
7. Исследование полиморфизма у выбранного вида животных.
8. Анализ генетических мутаций и их связь с изменчивостью у животных.
9. Роль естественного отбора в формировании изменчивости у животных: исследование на примере конкретного вида.
10. Изучение влияния окружающей среды на изменчивость организмов: факторы и примеры.
11. Адаптивная изменчивость у животных: анализ случаев адаптаций в природе.
12. Сравнительный анализ изменчивости у различных классов Animalia.
13. Исследование механизмов формирования аутополиплоидии у животных и ее влияние на изменчивость.
14. Влияние антропогенного воздействия на изменчивость популяций животных.
15. Изучение изменчивости внутри популяций одного вида животных: методы и результаты исследований.
16. Роль миграций в формировании генетической изменчивости у животных.

17. Влияние изменения климата на изменчивость у животных: прогнозы и последствия.

18. Адаптация к условиям среды и ее влияние на изменчивость у различных видов животных.

19. Исследование эволюционной значимости изменчивости у животных.

20. Сравнительный анализ изменчивости у домашних и диких видов животных.

Внутривидовая изменчивость является важным свойством живых организмов, которое отражает их способность к адаптации и выживанию в разнообразных условиях. Понимание этого явления поможет учащимся лучше осознать разнообразие жизни на Земле и значимость сохранения биоразнообразия.

Практикум не только поможет углубить знания учащихся о биологическом многообразии, но и позволит им лучше понять принципы эволюции и адаптации живых организмов.

2.2. Разработка ФОС по теме «Внутривидовая изменчивость как свойство живых организмов (на примере Animalia)»

Фонд оценочных средств (ФОС) — это набор инструментов для оценки качества образования и определения уровня освоения учебных программ студентами и аспирантами. Он включает в себя диагностические материалы, методики и инструкции по проведению контроля и аттестации.

ФОС помогает оценить соответствие подготовки студентов и выпускников требованиям федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС ВО) на разных этапах обучения и после завершения освоения конкретной программы.

В состав ФОС входят контрольно-измерительные материалы (КИМ), которые используются для текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации учебных достижений обучающихся.

ФОС является важной частью системы оценки качества образования и разрабатывается на основе требований ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки, а также с учётом профессиональных стандартов.

Основные характеристики ФОС включают предметную направленность, системность содержания, объём и качество оценочных средств, которые обеспечивают объективность и достоверность результатов контроля.

Оценочные материалы в МОУ «Дзержинская средняя общеобразовательная школа №1» служат основой для сопоставления результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся.

Ниже представим структуру ФОС по теме «Внутривидовая изменчивость как свойство живых организмов (на примере Animalia)» по дисциплине «биология» в МОУ «Дзержинская средняя общеобразовательная школа №1», находящейся по адресу 663700, Красноярский край, Дзержинский район, с. Дзержинское, пер. Новый, 1А.

Структура ФОС определена «Положением о структуре ФОС в МОУ «Дзержинская средняя общеобразовательная школа №1».

Нормативно-правовые документы, обосновывающими структуру ФОС, являются:

- Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413).
- Федеральный закон РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ст. 2, п. 9;
- письмо Министерства образования и науки РФ от 19 апреля 2011 г. № 03-255 «О введении федерального государственного образовательного стандарта общего образования»;
- федеральный перечень учебников, рекомендованных Министерством образования и науки РФ к использованию в образовательном процессе в общеобразовательных учреждениях, на 2023-2024 гг. [Федеральный перечень учебников Министерства просвещения];

- основная образовательная программа среднего (полного) общего образования МОУ «Дзержинская средняя общеобразовательная школа №1»;
- учебный план МОУ «Дзержинская средняя общеобразовательная школа №1»;
- положение о ФОС МОУ «Дзержинская средняя общеобразовательная школа №1».

ФОС по теме «Внутривидовая изменчивость» выстроен с учетом наличия как вопросов открытого, так и закрытого типов. Вопросы открытого типа требуют более глубокого анализа и креативного мышления со стороны учащихся. Они могут способствовать развитию критического мышления, способности к анализу и синтезу информации. Разнообразие вопросов создает интерес к теме и стимулирует учащихся на более активное участие в учебном процессе. Возможность высказать свое мнение, аргументировать ответы и исследовать тему более глубоко может повысить мотивацию к обучению.

Вопросы закрытого типа могут использоваться для проверки базовых знаний и понимания основных концепций. Они могут помочь учащимся закрепить материал и оценить свой уровень знаний.

Разнообразие вопросов позволяет адаптировать методику обучения к индивидуальным возможностям учащихся и дифференцировать оценку усвоения материала.

Программа курса строится по учебникам А.В. Теримова, Р.А. Петросова «Биология. Биологические системы и процессы», 10-11 класс.

Таблица 2 – Тематическое планирование темы «Изменчивость» в представлении Теримова А.В., Петросовой Р.А.

Тема	Количество часов
10 класс	
ГЛАВА 10. ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ	
§46. История становления и развития генетики §47. Основные генетические понятия и символы §48. Методы генетики §49. Моногибридное скрещивание	11

§50. Полное и неполное доминирование §51. Анализирующее скрещивание §52. Дигибридное скрещивание §53. Сцепленное наследование признаков §54. Генетика пола §55. Множественное действие и взаимодействие генов §56. Взаимодействие неаллельных генов	
ГЛАВА 11. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ	
§57. Изменчивость признаков §58. Модификационная изменчивость §59. Наследственная изменчивость §60. Генотипические мутации §61. Закономерности мутационного процесса	5
11 класс	
ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ЭВОЛЮЦИОННОГО УЧЕНИЯ	
§4. Эволюция культурных форм организмов (по Ч. Дарвину) §6. Развитие эволюционной теории Ч. Дарвина §7. Генетические основы эволюции §8. Движущие силы (факторы) эволюции §10. Формы естественного отбора	5
ГЛАВА 5. ЧЕЛОВЕК - БИОСОЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА	
§35. Движущие силы (факторы) антропогенеза §39. Приспособленность человека к разным условиям среды	2

Логика изучения элементов теории изменчивости и наследственности в учебнике Теримова А.В., Петросовой Р.А. следующая (Рис. 18):

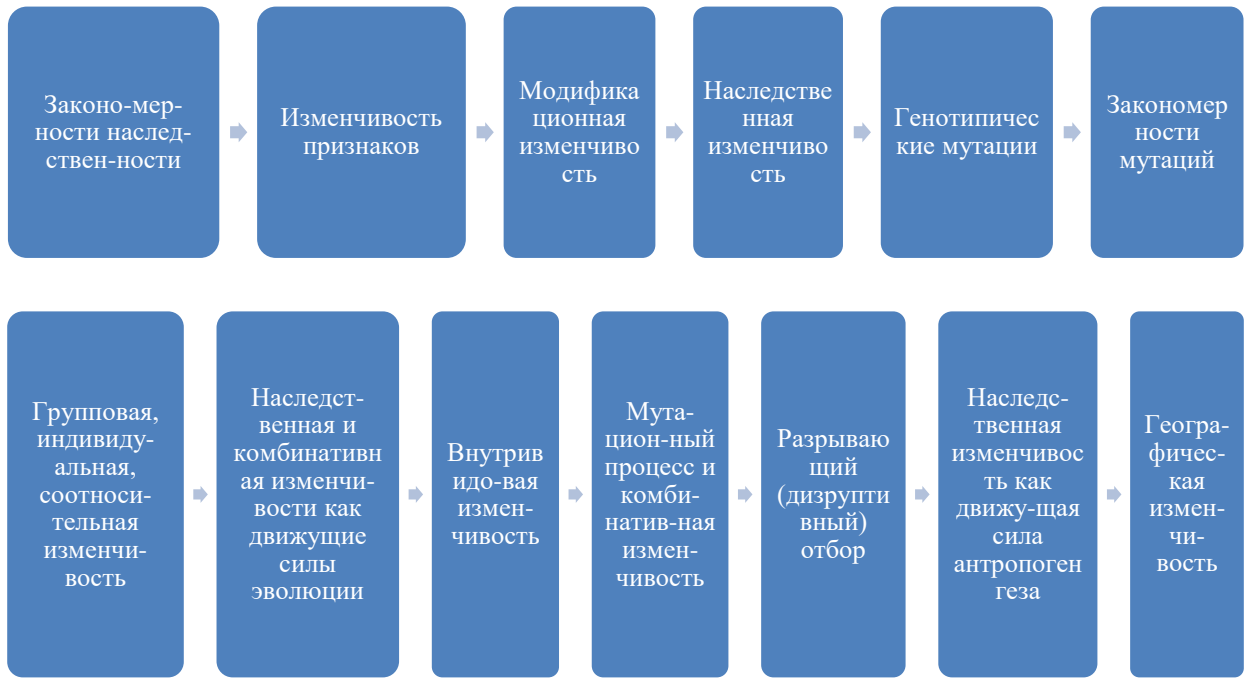


Рис. 18. Логика изучения элементов теории наследственности и изменчивости в учебнике Теримова А.В., Петросовой Р.А.

Всего на изучение элементов теории наследственности и изменчивости дается 23 часа. Если рассматривать количественный аспект в тематике курса, то примерно одинаковое число часов отведено на изучение видов скрещивания и наследования (11 часов, Рис.19), 12 часов – на изучение изменчивости:

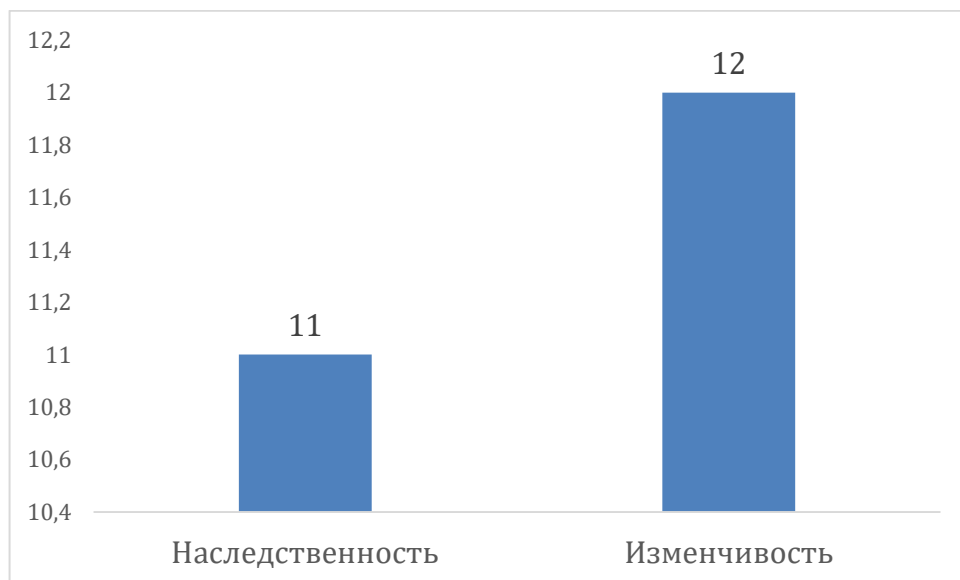


Рис. 19. Соотношение разделов «Наследственность» и «Изменчивость» в учебнике Теримова А.В., Петросовой Р.А.

Приведем структуру ФОС по теме «Внутривидовая изменчивость».

I. Паспорт фонда оценочных средств учебной дисциплины

Учебная тема направлена на формирование у обучающихся следующих результатов:

Предметные результаты.

- оценивать роль биологических открытий и современных исследований в развитии науки и в практической деятельности людей;
- оценивать роль биологии в формировании современной научной картины мира, прогнозировать перспективы развития биологии;
- устанавливать и характеризовать связь основополагающих биологических понятий (популяция, изменчивость) с основополагающими понятиями других естественных наук;
- обосновывать систему взглядов на живую природу и место в ней человека, применяя биологические теории, учения, законы, закономерности, понимать границы их применимости;
- проводить учебно-исследовательскую деятельность по биологии: выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов;
- выявлять и обосновывать существенные особенности разных уровней организации жизни;
- сравнивать разные способы размножения организмов;
- характеризовать основные этапы онтогенеза организмов;
- выявлять причины и существенные признаки модификационной и мутационной изменчивости; обосновывать роль изменчивости в естественном и искусственном отборе;
- обосновывать причины изменчивости и многообразия видов, применяя синтетическую теорию эволюции;
- характеризовать популяцию как единицу эволюции, вид как систематическую категорию и как результат эволюции;

- устанавливать связь структуры и свойств экосистемы;
- аргументировать собственную позицию по отношению к экологическим проблемам и поведению в природной среде;

Личностные результаты:

- знание основных принципов и правил отношения к живой природе, основ здорового образа жизни и здоровьесберегающих технологий;
- сформированность познавательных интересов и мотивов, направленных на изучение живой природы; интеллектуальных умений (доказывать строить рассуждения, анализировать, делать выводы); эстетического отношения к живым объектам;
- формирование личностных представлений о ценности природы, осознание значимости и общности глобальных проблем человечества;
- формирование экологической культуры на основе признания ценности жизни во всех её проявлениях и необходимости ответственного, бережного отношения к окружающей среде;

Метапредметные результаты:

- умение самостоятельно определять цели своего обучения;
- овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности;
- умение работать с разными источниками биологической информации;
- умение самостоятельно планировать пути достижения целей.

II. Текущий контроль

II.1 Текущий контроль по теме «Географическая изоляция и конкурентный отбор».

1) Дарвиновские выюрки представляют собой:

- А) климатические вариации
- Б) морфологические вариации
- В) географическую изоляцию
- Г) репродуктивную изоляцию

Правильный вариант - географическая изоляция.

Чарльз Дарвин во время своего кругосветного путешествия изучал фауну и флору Галапагосских островов. Эти острова были известны как живая лаборатория эволюции. Здесь он изучил 20 родственных разновидностей птиц, принадлежащих к семейству *geospizidae*, с различными формами и размерами клюва.

Эти птицы известны как вьюрки Дарвина. Они послужили прекрасным примером географической изоляции, показав, что различия в клювах возникают из-за различий в типе пищи, которую потребляют птицы.

2) Дарвин изучал галапагосских вьюрков. Число видов этих вьюрков составляет

- А) 10
- Б) 12
- В) 15
- Г) 11

Дарвиновы вьюрки (также известные как галапагосские вьюрки) - это группа из примерно пятнадцати видов воробьиных птиц. Их часто относят к подсемейству *Geospizinae* или трибе *Geospizini*. Они принадлежат к семейству танагровых и не являются близкими родственниками настоящих вьюрков. Впервые они были собраны Чарльзом Дарвином на Галапагосских островах во время второго плавания «Бигля». За исключением кокосового вьюрка, который обитает на острове Кокос, другие виды обитают только на Галапагосских островах.

Таким образом, вариант В правильный.

3) Дарвиновы вьюрки - это группа из примерно двенадцати видов птиц, обитающих на Галапагосских островах. У них клювы разного размера. Какое из этих состояний встречается у птиц с клювами разного размера?

- А) Генетический дрейф
- Б) Коэволюция
- В) Соревнование
- Г) Шанс
- Д) Изменение поведения

Конкуренция - это процесс, при котором различные организмы одного или разных видов конкурируют за скудные ресурсы, и тот, у кого лучшие поведенческие/морфологические/структурные/анатомические особенности, имеет больше шансов на выживание. Дарвиновские вьюрки с разным размером клюва конкурируют за доступную пищу в ограниченном количестве, и выигрывает тот, у кого клюв наиболее приспособлен. Генетический дрейф - это изменение частоты генов в последовательных поколениях небольшой популяции, вызванное исключительно случайностью, в то время как у взаимовыгодных организмов происходит коэволюция. Изменение размера клюва - это структурная модификация, а не поведенческая. Таким образом, правильным ответом является вариант С.

4) Разнообразие типов «клювов вьюрков», приспособленных к различным способам питания на Галапагосских островах, по наблюдениям Дарвина, является доказательством.

- А) Происхождение видов путем естественного отбора
- Б) Внутривидовые вариации
- В) Внутривидовая изменчивость
- Г) Межвидовая изменчивость

Существует два типа изменчивости:

Внутривидовая - различия, которые происходят внутри вида.

Межвидовая - различия, которые происходят между представителями разных видов. Вьюрки Дарвина - прекрасный пример внутривидовой изменчивости.

5) Утверждение: у вьюрков Дарвина, обитающих на Галапагосских островах, клювы модифицированы по-разному в зависимости от их пищевых привычек. Причина: Адаптивная радиация приводит к развитию функциональной структуры, отличной от общей предковой формы.

- А) И утверждение, и причина верны, а Причина - это правильное объяснение Утверждения
- Б) И утверждение, и причина верны, но Причина не является правильным объяснением утверждения

В) Утверждение верно, но причина неверна

Г) И утверждение, и причина неверны

Развитие различных функциональных структур из общей предковой формы называется адаптивной радиацией. У вьюрков Дарвина с Галапагосских островов были общие предки, но теперь у них разные типы клювов, видоизмененные в зависимости от их пищевых привычек. Дарвин выделил тринадцать видов вьюрков и сгруппировал их в шесть основных типов.

Итак, правильный ответ таков: «И утверждение, и причина верны, а причина - это правильное объяснение утверждения».

б) Утверждение: Все вьюрки на Галапагосских островах произошли от общего предка. Причина: у них есть различия только в клювах, поскольку они приспособились к различным способам питания.

А) И утверждение, и причина верны, а Причина - это правильное объяснение Утверждения.

Б) И утверждение, и причина верны, но Причина не является правильным объяснением утверждения.

В) Утверждение верно, но причина неверна.

Г) Утверждение неверно, но причина верна.

Дарвин наблюдал разнообразие в типах клювов вьюрков, приспособленных к различным способам питания на Галапагосских островах. Это рассматривается как пример адаптивной радиации. Процесс эволюции, в результате которого первоначальные виды превратились во множество различных разновидностей, называется адаптивной вариацией. Это свидетельствует о том, что все вьюрковые на Галапагосских островах произошли от общего предка. Таким образом, правильным ответом является вариант А.

II.2 Текущий контроль по теме «Изменчивость. Видообразование».

1) Что такое изменчивость? Как создается изменчивость в популяции? Как изменчивость у вида способствует выживанию?

Изменчивость - любое различие между клетками, отдельными организмами или группами организмов любого вида, вызванное либо генетическими различиями (генотипическая изменчивость), либо воздействием факторов окружающей среды.

Мутация является первоначальным источником генетической изменчивости. Даже в популяции, в которой все копии хромосомы были идентичны, в результате мутации возникали бы новые генетические варианты.

Изменчивость помогает виду выживать в любых условиях. Такие условия окружающей среды, как тепло, свет, наличие вредителей и пищи, могут внезапно измениться только в одном месте. Если бы изменчивости не было, весь вид был бы уничтожен.

2) Что такое видообразование?

Видообразование - важное явление в области биологической науки. Это процесс, при котором группы организмов, обладающих сходными признаками, могут скрещиваться между собой для получения потомства. С другой стороны, видообразование - это процесс образования новых видов из существующих видов, когда они эволюционируют под воздействием внешних факторов, таких как география.

3) Факторы, влияющие на видообразование?

Ответ: Существует несколько факторов, влияющих на видообразование:

Географическая изоляция. Изоляция происходит из-за нескольких географических факторов, таких как горные хребты, реки и т.д., Из-за чего организмы одного вида не могут скрещиваться между собой.

Сокращение потока генов. Из-за изоляции происходит сокращение потока генов. Гибридизацией называют искусственный способ видообразования.

4) Что такое биологический вид?

Ответ: Биологический вид - это группа организмов, обладающих сходными признаками и способных скрещиваться между собой для получения потомства. В то время как видообразование - это процесс образования новых видов из существующих видов по мере их эволюции под воздействием определенных факторов, таких как географические факторы. Сформировавшиеся виды

репродуктивно изолированы от своих предыдущих видов, т.е. они не могут скрещиваться между собой.

5) Факторы, влияющие на процесс видообразования

Ответ: Существует множество факторов, которые приводят к видообразованию в окружающей среде, это -

а) Географическая изоляция, когда определенное количество видов перемещается в разные районы и из-за этого фактора они не могут скрещиваться между собой из-за ряда препятствий, таких как подъем гор, дрейф континентов, спаривание организмов и т.д., и это приводит к видообразованию.

б) Уменьшение потока генов, в случае, когда две особи не могут спариваться из-за нескольких факторов, есть вероятность уменьшения потока генов, но не полной изоляции.

в) Гибридизация - это искусственный метод выведения нового вида. В животноводстве для образования третьего вида скрещивают двух родителей, принадлежащих к разным видам. Гибридизация оказывает многочисленные и разнообразные воздействия на процесс видообразования.

б) Перечислить преимущества видообразования

Ответ: Видообразование учит организмы жить в неблагоприятных условиях. Оно улучшает экологический баланс абиотических и биотических компонентов.

б) Перечислить недостатки видообразования

Ответ: Не могут быть использованы для описания окаменелостей. Отсутствуют у бесполок видов. Применяется только к географически изолированным популяциям.

7) Что из перечисленного не способствует видообразованию?

- А) Эффект основателя
- Б) Репродуктивная изоляция
- В) Естественный отбор
- Г) Поток генов

Ответ: (Г)

8) Двумя ключевыми факторами, ответственными за видообразование среди популяций, являются:

- А) Мутации и неблагоприятное положение гетерозигот
- Б) Репродуктивная изоляция и генетическая дивергенция
- В) Постзиготная изоляция и морфологические изменения
- Г) Мутации и генетический дрейф

Ответ: (Б)

1) Выбери, какой вид изменчивости иллюстрирует рисунок:



Рис.20. Рисунок к вопросу теста

- А) Внутривидовая
- Б) Межвидовая

Ответ: (А)

10) Вставь пропущенное словосочетание:

То, насколько и каким образом особи меняют свое поведение, морфологию, физиологию или фенологию в ответ на изменение внутренних (например, физиологического состояния) или внешних (например, температуры) раздражителей, определяется как ...

Ответ: фенотипическая пластичность

11) Вставь пропущенное словосочетание:

На рисунке показана общая одномерная ниша зябликов (черная пунктирная линия) с точки зрения размеров семян, которые они потребляют. В пределах этой ниши разные особи (с разноцветными линиями) специализируются на семенах разного размера, что демонстрирует

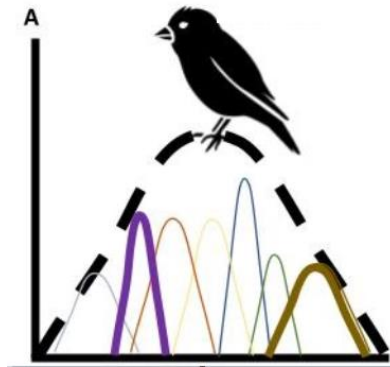


Рис.21. Рисунок к вопросу теста

Ответ: внутривидовые различия

II.3 Текущий контроль по теме «Взаимоотношения между локальными популяциями».

1) Что такое аллопатрическое видообразование?

Ответ: Этот тип видообразования возникает, когда две популяции одного и того же вида оказываются изолированными друг от друга из-за географических факторов. Видообразование - это медленный процесс, в результате которого люди эволюционируют в разные виды. Когда две группы видов разделены физическим или географическим барьером, происходит аллопатрическое видообразование. Горные хребты, океаны и даже крупные реки - распространенные примеры того же самого. Панамский перешеек, соединяющий Атлантический и Тихий океаны, является прекрасным примером географического барьера.

2) Что такое симпатрическое видообразование?

Ответ: Этот тип видообразования возникает, когда две группы одного и того же вида живут в одном и том же географическом месте, но развиваются по-разному до тех пор, пока они больше не могут скрещиваться и считаются разными видами. Когда популяции вида, обитающие в одной и той же среде обитания, становятся

репродуктивно изолированными друг от друга, это называется симпатрическим видообразованием. Полиплоидия, при которой рождается ребенок или группа потомков с числом хромосом, вдвое превышающим нормальное, является наиболее типичным способом такого видообразования.

3) Какое из следующих утверждений объясняет, почему животные реже, чем растения, размножаются путем полиплоидии?

А) У животных есть поведенческие ритуалы, которые приводят к распознаванию партнера.

Б) Особенности передвижения животных обеспечивают передачу генов.

В) Животные редко самооплодотворяются, поэтому вероятность слияния диплоидных гамет гораздо ниже.

Г) Хромосомы животных менее склонны к неправильной репликации, чем у растений.

Ответ: (С)

4) Согласно какой теории видообразования, новый вид появляется в пределах географического ареала своего предка?

А) Аллопатрическое видообразование

Б) Парapatрическое видообразование

В) Симпатрическое видообразование

Ответ: (А)

II.4 Текущий контроль по теме «Внутривидовая и межвидовая изменчивость: отличия».

1) Выберите два предложения, в которых указаны процессы, НЕ относящиеся к внутривидовой борьбе за существование.

А) Состязание между волками одной популяции за добычу

Б) Борьба за пищу между серой и черной крысами

В) Уничтожение молодняка при избыточной численности популяции

Г) Борьба за главенство в стае волков

Д) Редукция листьев у некоторых растений пустыни

Ответ: БД

2) Установите соответствие между процессом, происходящим в природе, и формой борьбы за существование: 1) внутривидовая, 2) межвидовая

- А) состязание между особями популяции за территорию
- Б) использование одного вида другим
- В) соперничество между особями за самку
- Г) вытеснение чёрной крысы серой крысой
- Д) хищничество

Ответ: 12122

3) Установите соответствие между примером борьбы за существование и формой, к которой эта борьба относится: 1) внутривидовая, 2) межвидовая.

А) определение гнездовых участков в лесу клестами

Б) использование бычьим цепнем крупного рогатого скота как места обитания

- В) соперничество между самцами за доминирование
- Г) вытеснение черной крысы серой крысой
- Д) охота лисицы на мышей-полевков

Ответ: 12122

4) Установите соответствие между примерами и видами борьбы за существование: 1) внутривидовая, 2) межвидовая.

- А) вытеснение черной крысы серой крысой
- Б) поведение самцов лосей в брачный период
- В) охота лисицы на мышей
- Г) рост одновозрастных проростков свеклы на одной грядке
- Д) поведение кукушонка в гнезде другой птицы
- Е) соперничество львов в одном прайде

Ответ: 212121

5) Установите соответствие между процессами, происходящими в природе, и формами борьбы за существование: 1) межвидовая, 2) внутривидовая.

- А) мечение территории самцом полевой мыши

- Б) токование самцов глухарей в лесу
- В) угнетение всходов культурных растений сорняками
- Г) конкуренция за свет между елями в лесу
- Д) хищничество
- Е) вытеснение черного таракана рыжим

Ответ: 221211

б) Установите соответствие между примерами и формами борьбы за существование, которые этими примерами иллюстрируются: 1) внутривидовая, 2) межвидовая.

- А) «турнирные бои» северных оленей
- Б) произрастание растений моркови на одной грядке
- В) произрастание берёз и сосен в смешанном лесу
- Г) обитание нескольких самцов львов в одном прайде
- Д) обитание на одном картофельном поле личинок и взрослых особей колорадских жуков
- Е) обитание ласки в норах грызунов

Ответ: 112112

II.5 Текущий контроль по теме «Географическая изменчивость».

1) Выберите три предложения, в которых даны описания особенностей географического видообразования.

- А) Связано с пространственной изоляцией за счет расширения или расчленения ареала, а также деятельности человека.
- Б) Происходит в случае быстрого увеличения хромосомного набора особей под действием мутагенных факторов или при ошибках в процессе деления клеток.
- В) Встречается чаще у растений, чем у животных.
- Г) Происходит путем расселения особей на новые территории.
- Д) В разных условиях обитания образуются экологические расы, которые становятся родоначальниками новых видов.

Е) Полиплоидные жизнеспособные формы могут дать начало новому виду и полностью вытеснить из ареала диплоидный вид.

Ответ: АГД

2) Выберите из текста три предложения, которые характеризуют географический способ видообразования в эволюции органического мира.

А) Обмен генами между популяциями при размножении особей сохраняет целостность вида.

Б) В случае возникновения репродуктивной изоляции скрещивание становится невозможным, и популяция встает на путь микроэволюции.

В) Репродуктивная изоляция популяций происходит при возникновении физических преград.

Г) Изолированные популяции расширяют свой ареал путем сохранения адаптаций к новым условиям жизни.

Д) Примером такого видообразования служит образование трех подвидов синицы большой, которые освоили территории восточной, южной и западной Азии.

Е) Вид служит наименьшей генетически устойчивой надорганизменной системой в живой природе.

Ответ: ВГД

3) Выберите три предложения, в которых даны описания географического видообразования.

А) Видообразование является результатом естественного отбора.

Б) Одной из причин видообразования служит несовпадение сроков размножения организмов и возникновение репродуктивной изоляции.

В) Примером видообразования служит формирование двух подвидов большого погремка, произрастающих на одном лугу.

Г) Пространственная изоляция групп организмов может сопровождаться расширением ареала, при котором популяции попадают в новые условия.

Д) В результате адаптаций образовались южноазиатский и евроазиатский подвиды большой синицы.

Е) В результате изоляции сформировались эндемичные островные виды животных.

Ответ: ВГД

4) Выберите три предложения, в которых даны описания географического видообразования.

А) Вид в природе занимает определённый ареал и существует в виде отдельных популяций.

Б) За счёт накопления мутаций может формироваться популяция с новым генофондом в пределах исходного ареала.

В) Расширение ареала вида приводит к возникновению на его границах изолированных новых популяций.

Г) В новых границах ареала естественный отбор закрепляет стойкие различия между пространственно разобщёнными популяциями.

Д) Между особями одного вида нарушается свободное скрещивание в результате возникновения горных преград.

Е) Видообразование имеет постепенный характер.

Ответ: ВГД

II.6 Текущий контроль по теме «Экологическая изменчивость».

1) Выберите три предложения, которые описывают экологический способ видообразования в эволюции

А) Репродуктивная изоляция служит причиной микроэволюции.

Б) Свободное скрещивание обеспечивает обмен генами между популяциями.

В) Репродуктивная изоляция популяций может происходить в пределах одного и того же ареала по разным причинам.

Г) Изолированные популяции с разными мутациями адаптируются к условиям разных экологических ниш в пределах прежнего ареала.

Д) Примером такого видообразования служит образование видов лютика, которые приспособились к жизни в поле, на лугу, в лесу.

Е) Вид служит наименьшей генетически устойчивой надорганизменной системой в живой природе.

Ответ: ВГД

2) Выберите три предложения, в которых указаны процессы экологического видообразования.

А) При видообразовании происходит разделение ареала вида на фрагменты.

Б) В озере Севан существует несколько популяций, различающихся сроками нереста.

В) Видообразование может быть связано с изменением экологической ниши вида.

Г) Если полиплоидные формы более жизнеспособны, чем диплоидные, они могут дать начало новому виду.

Д) В Москве и Московской области обитает несколько видов синиц, различающихся способами добычи пищи.

Ответ: БВД

3) Выберите три предложения, в которых даны описания экологического видообразования

А) Вид в природе существует в виде отдельных популяций.

Б) За счёт накопления мутаций может сформироваться популяция в изменившихся условиях в исходном ареале.

В) Иногда микроэволюция связана с постепенным расширением ареала.

Г) Естественный отбор закрепляет стойкие различия между растениями разных популяций одного вида, занимающими один ареал, но произрастающими на суходольном лугу или в пойме реки.

Д) Таким образом сформировались виды лютиков, произрастающих в лесу, на лугу, по берегам рек.

Е) Фактором видообразования может служить пространственная изоляция, вызванная горообразованием.

Ответ: БГД

4) Выберите три предложения, в которых даны описания экологического видообразования

- А) Видообразование может происходить в пределах одного непрерывного ареала, если организмы обитают в разных экологических нишах.
- Б) Причинами видообразования служат несовпадение сроков размножения у организмов, переход на новые корма без изменения места обитания.
- В) Примером видообразования служит формирование двух подвидов погремка большого, произрастающих на одном лугу.
- Г) Пространственная изоляция групп организмов может происходить при расширении ареала и попадании популяции в новые условия.
- Д) В результате адаптаций образовались южноазиатский и евроазиатский подвиды большой синицы.
- Е) В результате изоляции сформировались эндемичные островные виды животных.

Ответ: АБВ

5) Выберите три предложения, которые соответствуют описанию экологического видообразования

- А) Результатом действия движущих сил эволюции является распространение вида в новые ареалы.
- Б) Видообразование может быть связано с расширением ареала исходного вида.
- В) Иногда оно возникает в результате разрыва исходного ареала вида физическими преградами (горами, реками и др.)
- Г) Новые виды могут осваивать специфические условия жизни.
- Д) В результате пищевой специализации образовалось несколько видов синиц.
- Е) Например, большая синица питается крупными насекомыми, а хохлатая синица – семенами хвойных деревьев.

Ответ: ГДЕ

III. Показатели, критерии, процедуры оценивания

При проведении текущего контроля используются следующие формы контроля (Таблица 3):

Таблица 3 – формы текущего контроля и шкала оценивания

Форма текущего контроля	Шкала оценивания
устный (письменный) опрос (задание)	«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»
тестирование	
контрольная (проверочная) работа и др.	
практическое задание	

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устный ответ на вопрос (ы) или индивидуальное собеседование
- письменные ответы на вопрос (ы)
- тестирование и т.п.

При проведении текущего контроля по учебной дисциплине оценка рассчитывается как среднее арифметическое оценок, полученных обучающимся за все вопросы и (или) задания из ФОС, предусмотренные для текущего контроля.

Если при проведении текущего контроля среднее арифметическое значение полученных оценок находится в интервале:

- 4.5-5.0, то уровень сформированности компетенции «повышенный» и выставляется оценка «отлично»;
- 3.5–4.4, то уровень сформированности компетенции «базовый» и выставляется оценка «хорошо»;
- 2.5–3.4, то уровень сформированности компетенции «пороговый» и выставляется оценка «удовлетворительно».

Если в ходе текущего контроля среднее арифметическое значение полученных обучающимся оценок составило менее 2.5, то уровень сформированности компетенции «недостаточный» и выставляется оценка «неудовлетворительно».

2.3. Внедрение разработанного ФОС в образовательный процесс и оценка его эффективности.

В экспериментальной работе нами было предложено изучение темы «Внутривидовая изменчивость» в 11 классе МОУ «Дзержинская средняя общеобразовательная школа №1» с использованием разработанного ФОС.

Эксперимент проходил в три этапа:

На диагностическом этапе нами был проведен предварительный контроль имеющихся знаний (Приложение Б) и проведен анализ затруднений. Также проведен анализ исходного состояния уровня сформированность биологических знаний внутривидовой изменчивости.

На втором этапе проходило изучение внутривидовой изменчивости с активным использованием разработанного ФОС.

На третьем этапе эксперимента был проведен контрольный срез уровня знаний учащихся.

Анализ результатов на констатирующем и контрольном этапах позволил сделать следующие выводы (Рис.17, Таблица 4):

Таблица 4 – Результаты контрольного среза на контрольном и констатирующем этапах

	5 баллов	4 балла	3 балла	2 балла
Констатирующий этап, чел	2	11	15	2
Констатирующий этап, %	6,67%	36,67%	50,00%	6,67%
Контрольный этап, чел.	7	19	4	0
Контрольный этап, %	23,33%	63,33%	13,33%	0,00%

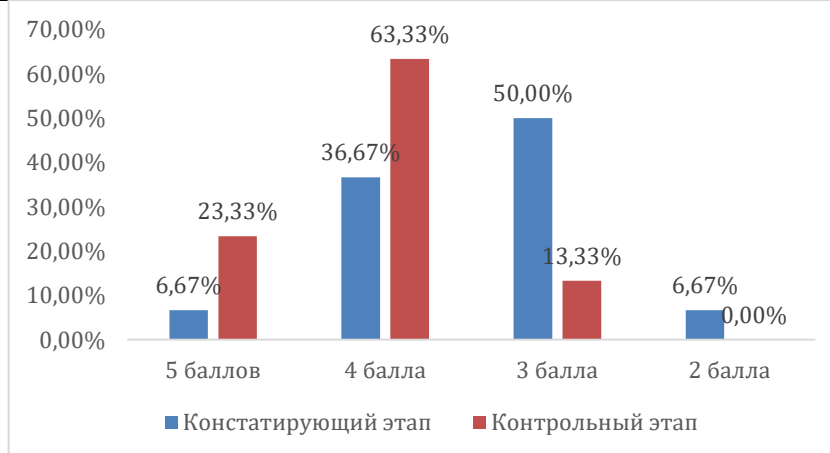


Рис. 17. Показатели набранных баллов по результатам тестирования на контрольном и констатирующем этапах

Мы увидели положительную динамику качества знаний на контрольном этапе в сравнении с констатирующим. На 26,67% (5 человек из 9) выросло число хороших результатов, на 23,33% (4 человек из 9) выросло число отличных, сократилось на 36,67% (8 человек из 9) число удовлетворительных и на 6,67% (1 человек из 9) сократилось число неудовлетворительных.

Исходя из полученных результатов, можно предположить, что система вопросов ФОС, ориентированная на тесты различных типов (открытые, закрытые), имеет положительное влияние на понимание и усвоение знаний.

Таким образом, система контроля в ФОС, предполагающая комбинирование вопросов открытого и закрытого типа по различным подтемам темы «Внутривидовая изменчивость», оказывает положительное влияние на мотивацию изучения темы в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение внутривидовой изменчивости как свойства живых организмов, особенно на примере царства Animalia (животные), имеет большое значение и актуальность. Внутривидовая изменчивость может служить основой для эволюции и адаптации видов к изменяющимся условиям среды. Изучение этого явления позволяет лучше понять механизмы эволюции и формирование новых видов. Также изучение внутривидовой изменчивости помогает определить уникальные и уязвимые популяции вида, что важно для планирования мер по сохранению биоразнообразия и предотвращению вымирания видов. В процессе работы над темой были поставлены и решены следующие задачи:

1. Теоретические основы внутривидовой изменчивости на примере царства животные Animalia включают индивидуальную (сезонная, возрастная, половой диморфизм, собственно индивидуальная (полиморфизм, альбинизм) и групповую (клинальная, ступенчатая (дискретная), биологические расы) изменчивости.
2. Школьный практикум по теме «Внутривидовая изменчивость, как свойство живых организмов» в школьном курсе биологии включает урочные (урок) и внеурочные (экскурсии) материалы, а также комплекты заданий для закрепления изученного материала.
3. Комплекты заданий по теме «Внутривидовая изменчивость как свойство живых организмов (на примере Animalia)» включают 7 тестов открытого и закрытого типа.

ФОС выстроен с учетом разделов, утвержденных в «Положении о ФОС МОУ «Дзержинская средняя общеобразовательная школа №1». Разработанный ФОС внедрен в образовательный процесс и дана оценка его эффективности.

Мы увидели положительную динамику качества знаний на контрольном этапе в сравнении с констатирующим. Исходя из полученных результатов, можно предположить, что система вопросов ФОС, ориентированная на тесты различных типов (открытые, закрытые), имеет положительное влияние на понимание и усвоение знаний. Таким образом, система контроля в ФОС, предполагающая комбинирование вопросов открытого и закрытого типа по различным подтемам темы «Внутривидовая изменчивость», оказывает положительное влияние на мотивацию изучения темы в целом и его предметный результат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Абрамс, П. Теория предельного сходства // *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 1983. - № 14. – С.359–376.
- 2) Беспалько, В.П. Слагаемые педагогической технологии /В.П. Беспалько. - М.: Педагогика, 1989. - 190 с.
- 3) Биология. 10 класс: учеб, для общеобразоват. организаций: углубл. уровень / В. В. Пасечник и др.; под ред. В. В. Пасечника. — М Просвещение, 2019. — 338 с.
- 4) Биология. 10–11 кл.: учеб. для организаций, осуществляющих образовательную деятельность. Базовый уровень / А.А. Вахрушев, О.В. Бурский, А.С. Раутиан, Е.И. Родионова, М.Н. Розанов. – М.: Баласс, 2019. – 400 с.
- 5) Биология. 10-11 классы. Организация контроля на уроке. Контрольно-измерительные материалы. - М.: Учитель, 2015. - 224 с.
- 6) Биология. 11 класс. Контрольно-измерительные материалы. - М.: ВАКО, 2016. - 354 с.
- 7) Биология. 5-9 классы: проектная деятельность учащихся. - Москва: Мир, 2016. - 653 с.
- 8) Биология. Биологические системы и процессы. 10 класс (углубленный уровень) /А.В. Теремов, Р.А. Петросова. – М.: Просвещение, 2019. 400 с.
- 9) Биология. Биологические системы и процессы. 10-11 класс (углубленный уровень) /А.В. Теремов, Р.А. Петросова. – М.: Просвещение, 2019. 400 с.
- 10) Биология. Общая биология. 10 кл. Базовый уровень: учебник / В. И. Сивоглазов, И. Б. Агафонова, Е. Т. Захарова»: Дрофа; Москва; 2019. – 186 с.
- 11) Биология. Общая биология. 10—11 классы: учеб, для общеобразоват. учреждений: базовый уровень / Д. К. Беляев, П. М. Бородин, Н. Н. Воронцов и др; под ред. Д. К. Беляева, Г. М. Дымшица. — М.: Просвещение, 2019. — 304 с.
- 12) Биология. Руководство. Модуль 2. Часть 2. Растения. - М.: Авторский Клуб, 2014. - 116 с.

- 13) Верзилин, Н.М., Корсуновская, В.М. Общая методика преподавания биологии / Н.М. Верзилин, В.М. Корсуновская. -М.: Просвещение, 1976. - 124 с.
- 14) Веселовский И.А. Введение в генетику /-И.А. Веселовский. - М.: Колос, 1969. - 208 с.
- 15) Вид и видообразование /под ред. Т.А. Бониной. – Минск, БГПУ, 2008. – 92 с.
- 16) Гаузе, Г. Борьба за существование. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 175 с.
- 17) Генетика [Электронный ресурс] // Мегаэнциклопедия Кирилла и Мефодия. UR<http://megabook.m/article/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>, свободный.
- 18) Голикова, Т.В., Аршукова, С.А. Возможности школьных учебников для углубленного изучения биологии в естественнонаучных классах / Т.В. Голикова, С.А. Аршукова // Актуальные проблемы методики преподавания биологии, химии и экологии в школе и ВУЗе: сборник материалов международной научно-практической конференции. М.: Московский государственный областной университет, 2729 октября 2016 г. - С. 35 - 38.
- 19) Голикова, Т.В., Галкина, Е.А. Методика обучения биологии в соответствии с требованиями ФГОС ВО и профессионального стандарта педагога: учебное пособие к выполнению лабораторно-практических занятий / Т.В. Голикова, Е.А. Галкина. - Красноярск, 2016. - 218 с.
- 20) Голикова, Т.В., Галкина, Е.А. Современные технологии обучения биологии: монография / / Т.В. Голикова, Е.А. Галкина. - Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. - Красноярск, 2015. - 12 с.
- 21) Данилов. С.Б., Романов, Н.И., Владимирская А.И. Биология: учебник для 9 класса общеобразоват. Организаций / С.Б. Данилов., Н.И. Романов, А.И. Владимирская. - М.: ООО «Русское слово - учебник», 2015. 344 с.
- 22) Дарвин, Ч. Происхождение видов /Ч. Дарвин. - М.: ТД Алгоритм, 2018.- 464 с.

- 23) Донован, Дж., Венвилл, Г. Изучение влияния средств массовой информации на концептуальное понимание генетики учащимися начальных классов / Дж. Донован, Г. Венвилл // Education. – 2012. - № 40 (1). – С. 75-95.
- 24) Дуэк, Х., Эбервайн, Дж., Ким, Дж. Изменчивость - это функция: функционально ли важны различия между отдельными клетками? / Х. Дуэк, Дж. Эбервайн, Дж. Ким // BioEssays, 2016. - № 38. – С. 172-180.
- 25) Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика: курс лекций для студентов 3 курса / И.Ф. Жимулев. - Новосибирск, 1998. - 430 с.
- 26) Закон «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от 21 декабря 2012 г. №273 - ФЗ. - Справочно-правовая система «Консультант Плюс», свободный.
- 27) Занимательные генетические задачи [Электронный ресурс] // Изучаем биологию. Образовательный блог учителя биологии Ивановой И.А. URL: http://bio9klass.blogspot.ru/2011/12/blog-post_3004.html, свободный.
- 28) Захаров, В.Б., Сонин, Н.И. Биология. 5-9 классы: рабочая программа к линии УМК «Сфера жизни»: учебно-методическое пособие /В.Б. Захаров, Н.И. Сонин. - М.: Дрофа, 2020. - 50 с.
- 29) Зверев, И.Д, Мягкова, А.Н. Общая методика преподавания биологии в средней школе / И.Д. Зверев, А.Н. Мягкова. М.: Просвещение, 1985. - 191 с.
- 30) Иванов, В.И., Барышникова, Н.В., Билева Дж.С. Генетика / под. ред. В.И. Иванова. - М.: Академкнига, 2007. - 638 с.
- 31) Инге-Вечтомов, С.Г. Генетика с основами селекции: Учеб. для биол. спец. ун-тов / С.Г. Инге-Вечтомов. - М.: Высш. шк., 1989. - 591 с.
- 32) Кадрилеева, Л.Н. Возрастные психологические особенности десятиклассников [Электронный ресурс]. <https://proshkolu.ru/user/olganikina/blog/491938?ysclid=lrc01b7zzr199690197>, свободный.
- 33) Козак, М.Ф. Дрозофила - модельный объект генетики: учебно-методическое пособие М.Ф. Козак. - Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. 87 с.

- 34) Козлова, Т.А., Кучменко, В.С. Биология: 10 класс: рабочая тетрадь для учащихся общеобразоват. учреждений /Т.А. Козлова, В.С. Кучменко. - М.: Вентана- Граф, 2019. - 112 с.
- 35) Курчанов, Н.А. Генетика человека с основами общей генетики: учебное пособие / Н.А. Курчанов. - СПб. : СпецЛит, 2006. - 175 с.
- 36) Кыверялг, А.А. Методы исследования в профессиональной педагогике / А.А. Кыверялг. - Таллин: Калгус, 1980. - 334 с.
- 37) Лапина, Е. В. Личностная зрелость педагога в условиях реализации САЕ / Е. В. Лапина, С. В. Маркова, В. Н. Мезинов // Образование и саморазвитие. – 2016. – № 2(48). – С. 63-70.
- 38) Льюис, Дж., Вуд-Робинсон, К. Гены, хромосомы, деление клеток и наследственность - видят ли студенты какую-либо взаимосвязь? / Дж. Льюис, К. Вуд-Робинсон //Вторая конференции европейских исследователей в области дидактики биологии. – Гетерборг, 1998. – С. 123-133.
- 39) Ляшенко, Н.В. Биология. 6-11 классы. Секреты эффективности современного урока / Н.В. Ляшенко. - М.: Учитель, 2015. - 639 с.
- 40) Майр, Э., Линсли, Э. и Юзипгер, Р. - Методы и принципы зоологической систематики. - М.: Наука, 1956. – 352 с.
- 41) Макартур, Р.Х., Левинс Р. Предельное сходство, конвергенция и дивергенция сосуществующих видов // The American Naturalist, 1967, - №101. – С. 377-385.
- 42) Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука. – 283 с. – С.14.
- 43) Мамонтов, С.Г., Захаров, В.Б., Агафонова, И.Б., Сонин, Н.И. Биология: общие закономерности /С.Г. Мамонтов и др.- М.: Дрофа, 2016. - 301 с.
- 44) Мирзоян, Э. Н. Биоценологическая концепция В. В. Станчинского // Рус. орнитол. журн.- 2014. - №1083. – С.3985-4001.
- 45) Моссио, М., Монтевиль, М., Лонго, Г. Теоретические принципы биологии: организация. Прогресс в биофизике и молекулярной биологии / М.

Моссио, М. Монтевиль, Г. Лонго [Электронный ресурс] – URL: doi:10.1016/j.pbiomolbio.2016.07.005. (дата обращения 18.12.2023).

46) Мякшина, А.О. Генетика в задачах: учебно-методическое пособие / А.О. Мякшина. - Северодвинск: «Перспективы», 2015. - 36 с.

47) Нехаева, В.И. Практический курс общей генетики: учеб. пособие для студентов биологических специальностей педагогических высших учебных заведений / В.И. Нехаева. - М.: ФЛИНТА, 2011. 211 с.

48) Никишова, Е. А. Биология. 10 класс. Тематический и итоговый контроль / Никишова Елена Александровна. - М.: Национальное образование, 2014. - 357 с.

49) Основные особенности и методы изучения генетики [Электронный ресурс] // Кафедра медицинской биологии СЗГМУ им. И.И. Мечникова. URL: http://biomed.szgmu.ru/SZGMU_SITE/TL_Abstracts_of_lectures/Key_features_and_methods_for_the_study_of_human.html, свободный.

50) Пакулова, В.М., Иванова, Н.В., Голикова, Т.В. Модульные программы по методике обучения биологии: учебное пособие для самообразования [Электронный ресурс] // В.М. Пикулова и др. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. - Красноярск, 2015. URL: <http://elib.kspu.ru/document/16959>, свободный.

51) Парамонова, Н.П. О классификации явления внутривидовой изменчивости // Палеонтологический журнал, 1979. - № 3. – С.12-21.

52) Почевилл, А. Данчин, Э. Генетическая ассимиляция и парадокс слепой вариации // в кн. Д. Уолша и П. Ханеман «Вызовы эволюционной теории». - Оксфорд: Издательство Оксфордского университета, 2016. - 368 с.

53) Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / сост. Савинов Е.С. М.: Просвещение, 2011. 291 с.

54) Прохорчук, Е.Н. Школьный учебник биологии. Приемы работы с ним: учебное пособие / Е.Н. Прохорчук. Красноярск, 2007. 188 с.

55) Савинов, Е.С. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа. ФГОС / Е.С. Савинов. - М.: Просвещение, 2016. 416 с.

- 56) Сазанов, А.А. Генетика: учеб. Пособие /А,А. Сазанов. -СПб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2011. - 264 с.
- 57) Современные образовательные технологии: учебное пособие / под. ред. Н.В. Бордовской. М.: КНОРУС, 2011. 423 с.
- 58) Сото, А., Лонго, Г. Зачем нам нужны теории? /А. Сото, Г. Лонго // Progress in biophysics and Molecular Biology. [Электронный ресурс] – URL: doi:10.1016/j.pbiomolbio. 2016.06.005, свободный.
- 59) Сухова, Т.С. Биология. 5-9 классы: рабочая программа к линии УМК «Живая природа»: учебно-методическое пособие /Т.С. Сухова. - М.: Вентана-Граф, 2017. - 97 с.
- 60) Тренировочные варианты [Электронный ресурс] // Решу ОГЭ: биология. Обучающая система Дмитрия Гущина URL: <https://bio-oge.sdamgia.ru>, свободный.
- 61) Федеральный перечень учебников Министерства просвещения РФ. [Электронный ресурс] – URL: <https://fpu.edu.ru/?name=&fio=&schoolClass=8&subjectAll=144&publisher=&fpuGroup=&educationLevel=&subjectArea=&subject=&language=&submit=> (дата обращения 10.05.2024).
- 62) Филиппченко Ю. А. Генетика мягких пшениц.- Л.: Ленсельхозгиз, 1934. – 262 с.
- 63) Фицула, М.М. Педагогика: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений / М.М. Фицула. - М.: Академия, 2020. 554 с.
- 64) Хадитов, Э.Р. Профессионально-личностное становление педагога /Э.Р. Хадитов //Образование и саморазвитие. – 2016. - № 1(47). – С.56-65
- 65) Яблоков, А. В. Изменчивость млекопитающих / АН СССР. Ин-т морфологии животных им. А. Н. Северцова. – М.: Наука, 1966. - 363 с. – С.188.
- 66) Albert, C. H. et al. A multi-trait approach reveals the structure and the relative importance of intra- vs. interspecific variability in plant traits // Functional Ecology, 2010. - № 24. – pp. 1192–1201.

- 67) Barrett RDH, Schluter D. 2008 Adaptation from standing genetic variation // *Trends in Ecology & Evolution*, 2008. - № 23. – pp.38–44.
- 68) Blackenhorn W.U., Demont M. Bergmann and converse Bergmann latitudinal elines in arthropods: two ends of a continuum? // *Integrative and Comparative Biology*, 2000. - № 44. – pp. 423-424.
- 69) Bolnick, D.I., Svanbäck, R., Fordyce, J.A., Yang, L.H., Davis, J.M., Hulsey, C.D., Forister, M.L. The ecology of individuals: Incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*. – 2003. - № 161(1). - pp. 1-28.
- 70) Coble, A. A., R. G. Asch, S. Rivero-Calle, S. M. Heerhartz, J. M. Holding, C. T. Kremer, M. Finiguerra, K. E. Strock. Climate is variable, but is our science? // *Limnol. Oceanogr.: Bull*, 2016. –№. 25. – pp. 71–76. doi:10.1002/lob.10115.
- 71) Ellegren H. Microsatellites: simple sequences with complex evolution // *Nature Reviews Genetics*, 2004. - № 5. – pp.435–443.
- 72) Endler, J. Geographic Variation, Speciation and Clines. *Monographs in population biology*, 1977. - №. 10ю – pp. 1-246.
- 73) González-Olalla, J. M., J. M. Medina-Sánchez, P. Carrillo. Fluctuation at high temperature combined with nutrients alters the thermal dependence of phytoplankton // *Microb. Ecol.*, 2022. -№ 83. – pp. 555–567. doi:10.1007/s00248-021-01787-8
- 74) Gould, S.J. *The Structure of Evolutionary Theory*. Harvard University Press / S.J. Gould // JSTOR, 2022. – [Электронный ресурс] – URL: <https://doi.org/10.2307/j.ctvjsf433>, свободный.
- 75) Gould, S.J. *The Structure of Evolutionary Theory*. Harvard University Press / S.J. Gould // JSTOR, 2022. – [Электронный ресурс] – URL: <https://doi.org/10.2307/j.ctvjsf433> (дата обращения 28.04.2024).
- 76) Govaert, L., Pantel, J. H. & De Meester, L. Eco-evolutionary partitioning metrics: assessing the importance of ecological and evolutionary contributions to population and community change // *Ecology Letters*, 2016. - № 19. – pp.839–853.
- 77) Govaert, L., Pantel, J. H., De Meester, L. Eco-evolutionary partitioning metrics: assessing the importance of ecological and evolutionary contributions to population and community change // *Ecology Letters*, 2016. - № 19. – pp.839–853.

- 78) Grant P.R. Ecology and Evolution of Darwin's Finches. – Princeton: NJ: Princeton University Press, 1986. – 144 p.
- 79) Guzmán-Agüero, J. E., M. Nieves-Soto, M. Á. Hurtado, P. Piña-Valdez, M. C. Garza-Aguirre. Feeding physiology and scope for growth of the oyster *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) acclimated to different conditions of temperature and salinity // *Aquacult. Int.*, 2013. - № 21.- pp. 283–297. doi:10.1007/s10499-012-9550-4
- 80) Harris, R. M. Biological responses to the press and pulse of climate trends and extreme events // *Nat. Clim. Change*, 2018. - № 8. – pp. 579–587. doi:10.1038/s41558-018-0187-9.
- 81) Hendry, A. P. *Eco-evolutionary Dynamics* – Princeton: Princeton Univ. Press, 2017. – 164 p.
- 82) Irwin D.E., Bensch S., Irwin J.H., Price T.D. Speciation by distance in a ring species // *Science*, 2005. - № 307. – pp. 414-416.
- 83) Jackson, M. C., S. Pawar, G. Woodward. The temporal dynamics of multiple stressor effects: From individuals to ecosystems // *Trends Ecol. Evol.*, 2021. - № 36. – pp. 402–410. doi:10.1016/j.tree.2021.01.005
- 84) Kondaurova T.I. et al. Pedagogical conditions for the formation of the students' scientific worldview when teaching biology // *Journal of Physics: Conference Series*. - 2020. – pp. 1-8.
- 85) Koussoroplis, A.-M., S. Pincebourde, A. Wacker. Understanding and predicting physiological performance of organisms in fluctuating and multifactorial environments // *Ecol. Monogr.* 2017. - 87. – pp. 178–197. doi:10.1002/ecm.1247
- 86) Kroeker, K. J., L. E. Bell, E. M. Donham, U. Hoshijima, S. Lummis, J. A. Toy, E. Willis-Norton. Ecological change in dynamic environments: Accounting for temporal environmental variability in studies of ocean change biology // *Glob. Change Biol*, 2020. - № 26. – pp. 54–67. doi:10.1111/gcb.14868.
- 87) Kroeker, K. J., L. E. Bell, E. M. Donham, U. Hoshijima, S. Lummis, J. A. Toy, E. Willis-Norton. Ecological change in dynamic environments: Accounting for temporal environmental variability in studies of ocean change biology // *Glob. Change Biol*, 2020 - № 26. – pp. 54–67. doi:10.1111/gcb.14868.

- 88) Lommer M. et al. et al. Genome and low-iron response of an oceanic diatom adapted to chronic iron limitation // *Genome Biology*, 2012. - № 13. – p. R66.
- 89) Mousseau T.A., Rolf D.A. Geographic variability in the incidence and heritability of wing dimorphism in the striped ground cricket // *A Honemobius fasciatus*. *Heredity*, 1989. - № 62. – pp. 315-318.
- 90) [Mousseau, T.A. Geographical Variation](#) // ResearchGate. - [October 2012](#). – pp. 1-6. DOI: 10.1002/9780 470015902.a0001736.pub3
- 91) Oliver, E. C., Longer and more frequent marine heatwaves over the past century // *Nat. Commun*, 2108. - № 9: - pp. 13-24. doi:10.1038/s41467-018-03732-9.
- 92) Parkinson J.E., Banaszak A.T., Altman N.S., LaJeunesse T.C., Baums I.B. Intraspecific diversity among partners drives functional variation in coral symbioses // *Scientific Reports*, 2015. - № 5. – pp. 156-167.
- 93) Polazzo, F., S. K. Roth, M. Hermann, A. Mangold-Döring, A. Rico, A. Sobek, P. J. Van den Brink, and M. C. Jackson. Combined effects of heatwaves and micropollutants on freshwater ecosystems: Towards an integrated assessment of extreme events in multiple stressors research // *Glob. Change Biol*, 2022. - № 28. – pp. 1248–1267. doi:10.1111/gcb.15971
- 94) Richardson, J. L., Urban, M. C., Bolnick, D. I., Skelly, D. K. Microgeographic adaptation and the spatial scale of evolution // *Trends in Ecology & Evolution*, 2014. - №. 29. – pp. 165–176.
- 95) Roman, M. R., S. B. Brandt, E. D. Houde, J. J. Pierson. Interactive effects of hypoxia and temperature on coastal pelagic zooplankton and fish // *Front. Mar. Sci.*, 2019. - № 6. - pp. 1-39. doi:10.3389/fmars.2019.00139
- 96) Rundle H.D., Nagel L., Boughman J.W., Schluter. D. Natural selection and parallel speciation in sympatric sticklebacks // *Science*, 2000. - № 287. – pp. 306-308.
- 97) Ryneanson TA, Armbrust EV. 2005 Maintenance of clonal diversity during a spring bloom of the centric diatom *Ditylum brightwelli* // *Molecular Ecology*, 2005. - № 14. - pp 1631–1640.

- 98) Rynearson TA, Armbrust EV. 2005 Maintenance of clonal diversity during a spring bloom of the centric diatom *Ditylum brightwelli* // *Molecular Ecology*, 2005. - № 14. - pp 1631–1640.
- 99) Ryo, M., C. A. Aguilar-Trigueros, L. Pinek, L. A. Muller, and M. C. Rillig. Basic principles of temporal dynamics // *Trends Ecol. Evol.* 2019. - № 34. – pp. 723–733. doi:10.1016/j.tree.2019.03.007
- 100) Sabeti P.C. Natural selection: uncovering mechanisms of evolutionary adaptation to infectious disease // *Nature Education*, 2008. – № 1. – pp.1
- 101) Schlotterer C, Tautz D. Slippage synthesis of simple sequence DNA // *Nucleic Acids Research*, 1992 - №.20. – pp.211–215.
- 102) Scho“B. C., Kerle S et al. Intraspecific genetic diversity and composition modify species-level diversity–productivity relationships // *New Phytologist*, 2015. -№ 205. – pp. 720–730.
- 103) Vajedsamiei, J., F. Melzner, M. Raatz, S. C. Morón Lugo, C. Pansch. Cyclic thermal fluctuations can be burden or relief for an ectotherm depending on fluctuations' average and amplitude // *Funct. Ecol.*, 2021. - № 35. – pp. 2483–2496. doi:10.1111/1365-2435.13889.
- 104) Vasseur, D. A., P. Yodzis. The color of environmental noise // *Ecology*, 2004. - № 85. – pp. 1146–1152. doi:10.1890/02-3122.

ПРИЛОЖЕНИЯ**Приложение А****Тест по теме «Наследственность и изменчивость»****Вариант 1**

1. Все КЛЕТКИ человеческого ОРГАНИЗМА содержат такое количество хромосом

- A. 23
- B. 46
- C. 8
- D. 45

Правильный ответ - 46. Это связано с тем, что каждая клетка человеческого организма содержит 23 пары хромосом, всего 46 хромосом. Хромосомы представляют собой нитевидные структуры, которые содержат ДНК и несут генетическую информацию. Они находятся в ядре каждой клетки организма, за исключением красных кровяных телец.

2. Каждая ГАМЕТА содержит столько же хромосом, сколько и клетка организма

- A. В два раза больше
- B. Вдвое меньше
- C. На ту же сумму
- D. на 1/3 больше

Правильный ответ: Б. Вдвое меньше. Гаметы - это репродуктивные клетки, такие как сперматозоиды и яйцеклетки, которые образуются в процессе, называемом мейозом. Во время мейоза количество хромосом в клетке уменьшается вдвое. Это связано с тем, что гаметы гаплоидны, то есть содержат только один набор хромосом, в то время как клетки организма диплоидны и содержат два набора хромосом. Следовательно, правильный ответ - "в два раза меньше" хромосом в гаметах по сравнению с клетками организма.

3. Сперматозоиды и яйцеклетки являются примерами

- A. Клетки тела
- B. Мейоз
- C. Гаметы
- D. ДНК

Правильный ответ: C. Гаметы. Сперматозоиды и яйцеклетки являются примерами гамет. Гаметы - это репродуктивные клетки, которые участвуют в половом размножении. Они отвечают за передачу генетической информации от одного поколения к другому. Сперматозоиды вырабатываются самцами, а яйцеклетки - самками. В процессе, называемом оплодотворением, сперматозоид и яйцеклетка объединяются, образуя зиготу, которая в конечном итоге развивается в новый организм.

4. Название крупной молекулы, содержащейся в хромосомах, называется
- A. РНК
 - B. Управление по борьбе с наркотиками
 - C. DVD
 - D. ДНК

Правильный ответ: D. ДНК. Правильным ответом будет ДНК, или дезоксирибонуклеиновая кислота. ДНК - это крупная молекула, которая содержится в хромосомах и несет генетическую информацию организма. Он отвечает за передачу наследственных признаков от одного поколения к другому. РНК, DEA и DVD - это неверные ответы, поскольку они неточно описывают крупные молекулы, содержащиеся в хромосомах.

5. Как выглядит структура ДНК?
- A. Витая лестница
 - B. Плетеная веревка
 - C. Длинная палка
 - D. Твиззлер

Правильный ответ: A. Витая лестница. Структуру ДНК часто описывают как витую лестницу, потому что она состоит из двух нитей, которые закручены друг вокруг друга в форме двойной спирали. Структура, похожая на лестницу,

образуется путем спаривания нуклеотидов, которые являются строительными блоками ДНК, а переплетение нитей создает стабильную и компактную структуру. Такая форма витой лестницы позволяет хранить и воспроизводить генетическую информацию в молекуле ДНК.

6. Где расположены хромосомы внутри клетки?

- A. Рибосома
- B. Ядерная мембрана
- C. Клеточная стенка
- D. Ядро

Правильный ответ: D. Ядро. Хромосомы расположены внутри ядра клетки. Ядро является центром управления клеткой и содержит генетический материал, включая хромосомы. Хромосомы представляют собой нитевидные структуры, которые содержат ДНК и гены, ответственные за определение признаков и характеристик организма. Ядро окружено ядерной мембраной, которая действует как защитный барьер для хромосом и другого содержимого ядра. Следовательно, правильный ответ - ядро.

7. Различные версии одного и того же гена известны как

- A. Центромеры
- B. Аллели
- C. Хромосомы
- D. Гаметы

Правильный ответ: Аллели B.

Аллели - это разные версии или вариации одного и того же гена. Это альтернативные формы гена, которые могут занимать одинаковое положение в хромосоме. Каждый человек наследует два аллеля каждого гена, по одному от каждого родителя. Эти аллели могут быть одинаковыми (гомозиготными) или разными (гетерозиготными), и они определяют черты и характеристики организма. Следовательно, правильным ответом будут аллели, поскольку они представляют различные версии гена.

8. Гетерозиготный означает

А. Наличие двух одинаковых генов, отвечающих за определенный признак

В. Наличие зиготы, которая является гетеро

С. Наличие двух генов, отвечающих за один и тот же признак, которые отличаются друг от друга

Д. Ни один из вышеперечисленных

Правильный ответ: С: Наличие двух генов, отвечающих за один и тот же признак, которые отличаются друг от друга. Гетерозиготный - это индивидуум, имеющий два разных аллеля (варианта гена) для определенного признака. В генетике индивиды наследуют по одному аллелю от каждого родителя, и если эти аллели различаются, то индивид считается гетерозиготным по данному признаку. Это отличается от гомозиготности, когда индивид имеет два идентичных аллеля по одному признаку.

9. Признаки, связанные с полом, не передаются по х- и у-хромосомам.

А. Правда

В. Ложь

Правильный ответ: В. Ложь

Признаки, связанные с полом, на самом деле передаются через Х- и Y-хромосомы. У людей Х- и Y-хромосомы определяют пол индивидуума: женщины имеют две Х-хромосомы (XX), а мужчины - одну Х- и одну Y-хромосому (XY). Гены, расположенные в половых хромосомах, могут нести признаки, характерные для того или иного пола. Эти признаки известны как признаки, связанные с полом. Примерами признаков, связанных с полом, являются дальтонизм и гемофилия, которые чаще встречаются у мужчин из-за их наследования по Х-хромосоме. Следовательно, утверждение о том, что признаки, связанные с полом, не передаются по Х- и Y-хромосомам, неверно.

10. Жаворонок, гомозиготный по красноглазости (EE), спаривается с жаворонком, гомозиготным по сероглазости(ee). Каков процент вероятности того, что у их потомства будут серые глаза?

А. 25%

В. 50%

C. 75%

D. Ничего из вышеперечисленного

Правильный ответ: D. Ничего из вышеперечисленного

Данный вопрос касается скрещивания жаворонка с красными глазами (гомозиготного по красноглазости, EE) и жаворонка с серыми глазами (гомозиготного по сероглазости, ee). Поскольку красные глаза преобладают над серыми, потомство унаследует одну копию аллеля красных глаз от красноглазого жаворонка. Следовательно, ни у кого из потомства не будет серых глаз.

Вариант 2

1. Наличие двух одинаковых генов, отвечающих за определенный признак, называется

A. Гетерозиготный

B. Гомозиготный

Правильный ответ: D. Гомозиготный

Гомозиготность - это состояние, при котором у индивидуума есть два идентичных гена, отвечающих за определенный признак. Это означает, что оба аллеля гена одинаковы. В этом случае наличие двух одинаковых генов для определенного признака правильно называется гомозиготным.

2. Тип гена, который всегда проявляет себя, называется

A. Мощный ген

B. Доминантный ген

C. Гомозиготный ген

D. Рецессивный ген

Правильный ответ: B. Доминантный ген

Доминантный ген - это тип гена, который всегда проявляется в фенотипе организма, даже если он находится в паре с другим аллелем. Это означает, что если у организма есть одна доминантная аллель и одна рецессивная аллель для определенного признака, доминантная аллель будет определять физическое проявление этого признака. Напротив, рецессивный ген проявляет себя только в

сочетании с другой рецессивной аллелью. Гомозиготные гены означают наличие двух идентичных аллелей для определенного гена, который может быть как доминантным, так и рецессивным.

3. Диаграмма, показывающая возможные комбинации генов, называется

A. Символ гена

B. Кариотип

C. Квадрат Паннетта

D. Круговая диаграмма

Правильный ответ: C. Квадрат Паннетта

Квадрат Паннетта - это диаграмма, используемая для прогнозирования возможных комбинаций генов, которые могут возникнуть в результате генетического скрещивания двух особей. Она обычно используется в генетике для определения вероятности передачи определенных признаков потомству. Квадрат Паннетта отображает различные комбинации аллелей от каждого родителя, позволяя ученым понять потенциальные результаты генетических скрещиваний.

4. Гены, отвечающие за признак, которые скрыты при наличии доминантного гена, называются

A. Слабый ген

B. Гетерозиготный

C. Рecessивный ген

Правильный ответ: C. Рecessивный ген

Гены, отвечающие за признак, которые скрыты при наличии доминантного гена, называются рецессивными генами. Эти гены экспрессируются только в том случае, если у человека есть две копии рецессивного гена, по одной от каждого родителя. При наличии доминантного гена рецессивный ген маскируется и не влияет на наблюдаемые черты индивидуума. Однако, если оба родителя являются носителями рецессивного гена, они могут передать его своему потомству, и если наследуются обе копии, рецессивный признак будет выражен.

5. Каковы шансы на то, что ваш отпрыск будет мальчиком или девочкой?

A. 25%

B. 33%

C. 50%

D. 75%

Правильный ответ: C. 50%

Вероятность того, что потомство будет мальчиком или девочкой, составляет 50%, поскольку вероятность рождения мальчика или девочки одинакова. У людей пол ребенка определяется комбинацией хромосом, унаследованных от родителей. Отец несет либо X, либо Y-хромосому, в то время как мать всегда несет X-хромосому. Если сперматозоид отца, несущий X-хромосому, оплодотворит яйцеклетку матери, родится девочка (XX). Если сперматозоид отца, несущий Y-хромосому, оплодотворяет яйцеклетку, то потомством будет мальчик (XY). Поскольку количество сперматозоидов, несущих X- и Y-хромосомы, одинаково, шансы родить мальчика или девочку равны 50%.

6. Когда черты, унаследованные от родителей, смешиваются в потомстве, это называется

A. Совместное доминирование

B. Неполное доминирование

C. Полное доминирование

Правильный ответ: B. Неполное доминирование

Неполное доминирование происходит, когда признаки обоих родителей смешиваются в потомстве, в результате чего образуется промежуточный фенотип, отличный от обоих родителей. В этом случае ни один из признаков не доминирует над другим, и потомство демонстрирует комбинацию обоих признаков. Это отличается от полного доминирования, когда одна черта является доминирующей и маскирует проявление другой. Термин "глуповато выглядящий отпрыск" не является научным термином и не совсем точно описывает неполное доминирование.

7. Когда аллели от обоих родителей появляются у потомства, это называется

A. Полное доминирование

B. Кодоминантность

С. Неполное доминирование

Д. Координация

Правильный ответ: В. Кодоминантность

Кодоминантность возникает, когда оба аллеля от каждого из родителей полностью выражены в фенотипе потомства. Это означает, что ни один из аллелей не является доминантным или рецессивным, и оба вносят вклад в наблюдаемые признаки. При кодоминантности признаки, обусловленные каждой аллелью, различны и могут проявляться у потомства одновременно. Это отличается от полного доминирования, когда одна аллель является доминирующей и маскирует проявление другой аллели, и неполного доминирования, когда наблюдается смешанный или промежуточный фенотип. Координация - это не тот термин, который используется в генетике для описания экспрессии аллелей.

8. Рецессивный ген всегда проявляет себя.

А. Правда

В. Ложь

Правильный ответ: В. Ложь

Это утверждение неверно, поскольку рецессивный ген экспрессируется только в том случае, если у индивидуума есть две копии этого гена. Если у индивидуума есть один доминантный ген и один рецессивный ген, доминантный ген будет экспрессироваться, маскируя рецессивный ген. Следовательно, рецессивный ген не всегда проявляет себя.

9. FF-полосатый мех, Ff- однотонный мех, ff- пятнистый мех. Две жаворонки сочетаются однотонным мехом. Какой мех, скорее всего, будет у их потомства?

А. Полосатый

В. Густой

С. Пятнистый

Правильный ответ: В. Густой

Когда две жаворонки с густой шерстью спариваются, у их потомства, скорее всего, тоже будет густая шерсть. Это связано с тем, что густая шерсть представлена доминантной аллелью (Ff), в то время как полосатая шерсть представлена

рецессивной аллелью (ff). Поскольку у обоих родителей густой мех, они оба должны быть носителями доминантной аллели, и, следовательно, их потомство унаследует по крайней мере одну доминантную аллель, в результате чего у них будет густой мех.

10. Женщина, страдающая дальтонизмом, вступает в брак с мужчиной, страдающим дальтонизмом. Каков процент вероятности того, что их потомство действительно будет дальтоником?

- A. 25%
- B. 50%
- C. 75%
- D. Ни один из вышеперечисленных

Правильный ответ: B. 50%

Когда женщина, носительница гена дальтонизма, вступает в брак с мужчиной, страдающим дальтонизмом, вероятность того, что их потомство будет дальтоником, составляет 50%. Это связано с тем, что женщина является носителем, то есть у нее есть один нормальный ген и один ген дальтонизма. Мужчина, страдающий дальтонизмом, имеет два гена дальтонизма. Таким образом, существует 50%-ная вероятность того, что потомство унаследует ген дальтонизма либо от матери, либо от отца, в результате чего оно станет дальтоником.

Вариант 3

1. Если характерным признаком для окраса шерсти собаки были сплошной мех (f) и пятнистый мех (F), то гомозиготная самка с плотным мехом и гомозиготный самец с пятнистым мехом имеют 25%-ный шанс иметь потомство с плотным мехом.

- A. Правда
- B. Ложь

Правильный ответ: B. Ложь

Данное утверждение является ложным. Если характерным признаком для окраса шерсти собаки были сплошной мех (f) и пятнистый мех (F), то гомозиготная самка с твердым мехом (ff) и гомозиготный самец с пятнистым мехом (FF) всегда

будут производить потомство с гетерозиготным генотипом по рисунку шерсти (Ff). Таким образом, вероятность рождения потомства с густой шерстью составляет 0%.

2. Сколько пар хромосом содержится в клетке человеческого организма?

A. 46

B. 12

C. 23

D. 8

Правильный ответ: C. 23

В клетке человеческого тела имеется 23 пары хромосом. Это связано с тем, что у человека в общей сложности 46 хромосом, каждая из которых имеет соответствующего партнера. Эти пары хромосом содержат генетическую информацию, необходимую для развития и функционирования человеческого организма.

3. Пол отпрыска определяется по имени _____.

Пол потомства определяется сочетанием генетического материала, переданного родителями мужского и женского пола. Родитель-мужчина предоставляет сперматозоид, который несет либо X, либо Y-хромосому, что определяет, будет ли потомство мужчиной или женщиной. Яйцеклетку, которая всегда содержит X-хромосому, производит женщина. Когда сперматозоид, несущий X-хромосому, оплодотворяет яйцеклетку, потомство будет женского пола, тогда как если сперматозоид, несущий Y-хромосому, оплодотворяет яйцеклетку, потомство будет мужского пола.

4. Мужские организмы обладают

A. Две x-хромосомы

B. Две y-хромосомы

C. Одна x- и одна z-хромосома

D. Одна x и одна y-хромосома

Правильный ответ: Кодоминантность возникает, когда оба аллеля от каждого из родителей полностью выражены в фенотипе потомства. Это означает, что ни один из аллелей не является доминантным или рецессивным, и оба вносят вклад в

наблюдаемые признаки. При кодоминантности признаки, обусловленные каждой аллелью, различны и могут проявляться у потомства одновременно. Это отличается от полного доминирования, когда одна аллель является доминирующей и маскирует проявление другой аллели, и неполного доминирования, когда наблюдается смешанный или промежуточный фенотип. Координация - это не тот термин, который используется в генетике для описания экспрессии аллелей.

5. Рецессивный ген всегда проявляет себя.

А. Правда

В. Ложь

Правильный ответ: В. Ложь

Это утверждение неверно, поскольку рецессивный ген экспрессируется только в том случае, если у индивидуума есть две копии этого гена. Если у индивидуума есть один доминантный ген и один рецессивный ген, доминантный ген будет экспрессироваться, маскируя рецессивный ген. Следовательно, рецессивный ген не всегда проявляет себя.

6. Если характерным признаком для окраса шерсти собаки были сплошной мех (f) и пятнистый мех (F), то гомозиготная самка с плотным мехом и гомозиготный самец с пятнистым мехом имеют 25%-ный шанс иметь потомство с плотным мехом.

А. Правда

В. Ложь

Правильный ответ: В. Ложь

Данное утверждение является ложным. Если характерным признаком для окраса шерсти собаки были сплошной мех (f) и пятнистый мех (F), то гомозиготная самка с твердым мехом (ff) и гомозиготный самец с пятнистым мехом (FF) всегда будут производить потомство с гетерозиготным генотипом по рисунку шерсти (Ff). Таким образом, вероятность рождения потомства с густой шерстью составляет 0%.

7. Сколько пар хромосом содержится в клетке человеческого организма?

А. 46

В. 12

C. 23

D. 8

Правильный ответ: C. 23.

В клетке человеческого тела имеется 23 пары хромосом. Это связано с тем, что у человека в общей сложности 46 хромосом, каждая из которых имеет соответствующего партнера. Эти пары хромосом содержат генетическую информацию, необходимую для развития и функционирования человеческого организма.

8. Пол отпрыска определяется _____.

Пол потомства определяется сочетанием генетического материала, переданного родителями мужского и женского пола. Родитель-мужчина предоставляет сперматозоид, который несет либо X, либо Y-хромосому, что определяет, будет ли потомство мужчиной или женщиной. Яйцеклетку, которая всегда содержит X-хромосому, производит женщина. Когда сперматозоид, несущий X-хромосому, оплодотворяет яйцеклетку, потомство будет женского пола, тогда как если сперматозоид, несущий Y-хромосому, оплодотворяет яйцеклетку, потомство будет мужского пола.

9. Мужские организмы обладают

A. Две x-хромосомы

B. Две y-хромосомы

C. Одна x- и одна z-хромосома

D. Одна x и одна y-хромосома

Правильный ответ: D. Одна x и одна y-хромосома

Мужские организмы имеют одну X- и одну Y-хромосому. Это связано с тем, что система определения пола у людей основана на наличии этих хромосом. У женщин две X-хромосомы (XX), в то время как у мужчин одна X и одна Y-хромосома (XY). Наличие Y-хромосомы определяет развитие мужских признаков в процессе эмбрионального развития. Следовательно, правильный ответ - одна X и одна Y-хромосома.

10. Когда у женщины есть ген, отвечающий за какое-либо заболевание, но она не проявляет никаких признаков этого расстройства, ее называют

- A. Чудак
- B. Носительница
- C. Больной гемофилией
- D. Признак, связанный с полом

Правильный ответ: B. Носительница. Когда у женщины есть ген, отвечающий за какое-либо расстройство, но она не проявляет никаких симптомов этого расстройства, ее называют "носительницей". Это означает, что, хотя она лично не страдает от этого расстройства, она может передать этот ген своему потомству, у которого затем может развиться это расстройство. Этот термин обычно используется в генетике для описания индивидуумов, которые обладают определенным геном, но не проявляют связанных с ним признаков или состояний.

Вводный тест по понятиям генетики**Вариант 1****1. Наука о наследственности и изменчивости**

- А) биология
- Б) цитология
- В) генетика

Ответ: В

2. Деление ядра путем перешнуровывания без образования веретена деления

- А) митоз
- Б) амитоз

Ответ: Б

3. Единица наследственности, определяющая развитие отдельного признака

- А) ген
- Б) аск
- В) аллель

Ответ: А

4. Совокупность генов в гаплоидном наборе

- А) генотип
- Б) ген
- В) аллель

Ответ: Б

5. Изменение хромосомы в связи с утратой одного из внутренних ее участков

- А) делеция
- Б) дупликация
- В) имбридинг

Ответ: А

6. Потомство, полученное от одной особи с помощью вегетативного размножения

А) клон

Б) популяция

Ответ: А

7. Скрещивание особей, имеющих близкую степень родства

А) депрессия

Б) имбридинг

В) супрессия

Ответ: Б

8. Совокупность генов в популяции или вида

А) ген

Б) генотип

В) аллель

Ответ: А

9. Небелковая часть фермента

А) кофермент

Б) коэнзим

Ответ: А

10. Перемещение особей из одной популяции в другую малыми или большими группами

А) миграция

Б) отбор

В) подбор

Ответ: А

Вариант 2

1. Развитие из неоплодотворенного яйца

А) партеногенез

Б) панмиксия

В) гиногенез

Ответ: А

2. Совокупность индивидуумов, происходящих от одной особи

А) чистая линия

Б) клон

В) порода

Ответ: А

3. Одноклеточные организмы, имеющие неоформленное ядро

А) прокариоты

Б) эукариоты

Ответ: А

4. Одноклеточные организмы, имеющие оформленное ядро

А) прокариоты

Б) эукариоты

Ответ: Б

5. Восстановление молекулы ДНК называется

А) денатурация

Б) ренатурация

Ответ: Б

6. Повышение жизнеспособности гибридов первого поколения

А) гетерозис

Б) плейотропия

В) наддоминирование

Ответ: А

7. Перемещение особей из одной популяции в другую малыми или большими группами

А) миграция

Б) плейотропия

В) порода

Ответ: А

8. Явление, когда на формирование одного признака влияет несколько эквивалентных пар генов.

- А) эпистаз
- Б) полимерия
- В) криптомерия

Ответ: Б

9. Развитие потомства только за счет ядер сперматозоидов.

- А) партеногенез
- Б) гиногенез
- В) андрогенез

Ответ: В

10. Животные, в клетках которых имеется чужой ген.

- А) трансгенные
- Б) клонированные

Ответ: А

Вариант 3

1. Увеличение числа полных наборов хромосом

- А) гаплоидия
- Б) полиплоидия
- В) гетероплоидия

Ответ: Б

2. Передача наследственной информации от одного штамма бактерий другому называется

- А) трансформация
- Б) транскрипция
- В) транслокация

Ответ: А

3. Оболочка земного шара в котором существует жизнь

- А) биосфера

Б) литосфера

В) гидросфера

Ответ: А

4. Газовая оболочка земного шара

А) атмосфера

Б) литосфера

В) гидросфера

Ответ: А

5. Совокупность всех вод земли

А) биосфера

Б) литосфера

В) гидросфера

Ответ: В

6. Вещества, которые нейтрализуют мутаген в цитоплазме клетки

А) комутагены

Б) антимутагены

В) радиопротекторы

Ответ: Б

7. Вещества, которые защищают организм от радиационных поражений

А) комутагены

Б) антимутагены

В) радиопротекторы

Ответ: В

8. Вещества, которые усиливают действие мутагена

А) комутагены

Б) антимутагены

В) радиопротекторы

Ответ: А

9. Дарвиновские выюрки представляют собой:

А) климатические вариации

- Б) морфологические вариации
- В) географическую изоляцию
- Г) репродуктивную изоляцию

Ответ: В

10. Утверждение: у вьюрков Дарвина, обитающих на Галапагосских островах, клювы модифицированы по-разному в зависимости от их пищевых привычек. Причина: Адаптивная радиация приводит к развитию функциональной структуры, отличной от общей предковой формы.

- А) И утверждение, и причина верны, а Причина - это правильное объяснение Утверждения
- Б) И утверждение, и причина верны, но Причина не является правильным объяснением утверждения
- В) Утверждение верно, но причина неверна
- Г) И утверждение, и причина неверны

Ответ: А

**Контрольный срез
Вариант 1**

1. Выберите три варианта. Мутации ведут к изменению

- 1) первичной структуры белка
- 2) этапов оплодотворения
- 3) генофонда популяции
- 4) нормы реакции признака
- 5) последовательности фаз митоза
- 6) полового состава популяции

Ответ 134

2. Выберите два верных ответа из пяти и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Какие понятия используются для характеристики генотипической изменчивости?

- 1) искусственный мутагенез
- 2) вариационная кривая
- 3) модификация признаков
- 4) норма реакции
- 5) геномные мутации

Ответ 15

3. Выберите три верных ответа из шести. Какие из перечисленных ниже характеристик можно отнести к мутационной изменчивости?

- 1) конъюгация и кроссинговер при редукционном делении
- 2) обмен участками ДНК между бактериальными клетками
- 3) независимое расхождение хромосом в мейозе
- 4) изменение последовательности триплетов в нуклеиновой кислоте
- 5) потеря участка хромосомы
- 6) увеличение количества хромосом в клетке

Ответ 456

4. Выберите три верных ответа из шести и запишите цифры, под которыми они указаны. Какие из приведённых ниже признаков можно использовать для описания мутационной изменчивости?

- 1) имеет групповой характер
- 2) определяется отсутствием участка хромосом
- 3) обусловлена изменением последовательности нуклеотидов в гене
- 4) возникает в пределах нормы реакции
- 5) возникает при нарушении расхождения хромосом в процессе деления клетки
- 6) возникает при слиянии гамет

Ответ 235

5. Ниже приведен перечень характеристик изменчивости. Все они, кроме двух, используются для описания характеристик мутационной изменчивости. Найдите две характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) возникновение при действии радиации
- 2) поворот участка хромосомы на 180 градусов
- 3) уменьшение числа хромосом в кариотипе
- 4) изменения фенотипа в пределах нормы реакции признака
- 5) рекомбинация генов при кроссинговере

Ответ 45

6. Все приведённые ниже характеристики, кроме двух, используют для описания мутационной изменчивости. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите в цифры, под которыми они указаны.

- 1) образуется под воздействием рентгеновских лучей
- 2) обладает направленной модификацией
- 3) изменяется в пределах нормы реакции
- 4) формируется в результате нарушения мейоза
- 5) возникает внезапно у отдельных особей

Ответ 23

7. Все приведенные ниже характеристики, кроме двух, используются для описания мутационной изменчивости. Найдите две характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) зависит от действия радиации
- 2) может проявиться при потере нескольких нуклеотидов
- 3) характеризуется появлением добавочной хромосомы
- 4) зависит от широты нормы реакции признака
- 5) определяется сочетанием гамет при оплодотворении

Ответ: 45

8. Все приведённые ниже процессы, кроме двух, характерны для мутационной изменчивости. Найдите два процесса, «выпадающих» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) изменение признака в пределах нормы реакции
- 2) наследование аутомсом
- 3) изменение числа хромосом в клетке
- 4) потеря участка хромосомы
- 5) полиплоидия

Ответ 12

9. Все приведённые ниже характеристики, кроме двух, используют для описания мутационной изменчивости. Найдите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) случайное сочетание негомологичных хромосом в мейозе
- 2) перенос участка хромосомы на негомологичную хромосому
- 3) уменьшение числа хромосом в кариотипе
- 4) изменения последовательности нуклеотидов в структуре ДНК
- 5) рекомбинация генов при кроссинговере

Ответ 15

10. Все приведённые ниже характеристики, кроме двух, используют для описания мутационной изменчивости. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) увеличение числа хромосом в клетке
- 2) независимое расхождение хромосом в мейозе
- 3) конъюгация и кроссинговер при редукционном делении
- 4) потеря участка хромосомы
- 5) изменение последовательности триплетов в нуклеиновой кислоте

Ответ 23

11. Все приведённые ниже характеристики, кроме двух, используют для описания мутаций в половых клетках человека. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) передаются по наследству
- 2) носят групповой характер
- 3) могут быть хромосомными
- 4) возникают в ответ на изменения условий окружающей среды
- 5) могут происходить при нарушении расхождения хромосом

Ответ 24

12. Все приведенные ниже примеры, кроме двух, являются примерами проявления генотипической изменчивости у человека. Определите два примера, «выпадающих» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) появление шестого пальца на руке
- 2) белый цвет кожи у европейцев
- 3) увеличение мышечной массы в результате тренировок
- 4) изменение пигментации кожи на солнце
- 5) рождение голубоглазого ребенка в семье, где оба родителя кареглазые

Ответ 34

13. Ниже приведен перечень характеристик изменчивости. Все они, кроме трех, используются для описания характеристик генотипической изменчивости. Найдите три характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) формирование у стрелолиста разных форм листьев на воде и воздухе
- 2) появление коротконогой овцы в стаде овец с нормальными конечностями
- 3) изменение размеров плода у огурца при недостатке влаги
- 4) проявление у детей цвета волос одного из родителей
- 5) появление загара при воздействии солнечных лучей на кожу человека
- 6) появление мыши альбиноса среди серых мышей

Ответ 135

14. Все приведённые ниже понятия, кроме двух, используют для описания закономерностей наследственной изменчивости. Определите два понятия, «выпадающих» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) норма реакции признака
- 2) рекомбинация генов
- 3) хромосомная мутация
- 4) кратное изменение числа хромосом
- 5) вариационный ряд

Ответ 15

15. Ниже приведен перечень характеристик изменчивости. Все они, кроме трех, используются для описания наследственной изменчивости. Найдите три характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) приводит к изменению генотипа
- 2) связана с перекомбинацией генов в генотипе
- 3) обладает адаптивностью и адекватностью изменений
- 4) является кратковременной
- 5) возникает в результате воздействия мутагенов
- 6) характеризуется ограниченностью: имеет норму реакции

Ответ 346

16. Установите соответствие между причиной видообразования и его способом: 1) географическое, 2) экологическое.

- А) расширение ареала исходного вида
- Б) стабильность ареала исходного вида
- В) разделение ареала вида различными преградами
- Г) многообразие изменчивости особей внутри ареала
- Д) многообразие местообитаний в пределах стабильного ареала

Ответ: 12122

17. Установите соответствие между особенностями видообразования и их способами: 1) географическое, 2) экологическое.

- А) изоляция популяций из-за водной преграды
- Б) изоляция популяций из-за разных сроков размножения
- В) изоляция популяций из-за возникновения гор
- Г) изоляция популяций из-за больших расстояний
- Д) изоляция популяций в пределах ареала

Ответ: 12112

Вариант 2

1. Все перечисленные ниже признаки, кроме двух, используются для описания наследственной изменчивости. Определите два признака, «выпадающие» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Возникает в результате сочетания негомологичных хромосом в гаметах.
- 2) Следствие кроссинговера.
- 3) Изменения в последовательности нуклеотидов в гене.
- 4) Следствие влияния ультрафиолета — синтез меланина.
- 5) Интенсивность изменения зависит от силы и продолжительности действия фактора внешней среды.

Ответ 45

2. Все приведённые ниже характеристики, кроме трех, используют для описания наследственной изменчивости. Определите три характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) обусловлена случайным расхождением хромосом в мейозе
- 2) служит материалом для эволюции
- 3) образует вариационный ряд
- 4) имеет массовый характер
- 5) обеспечивает формирование новых аллелей
- 6) не передается при половом размножении

Ответ 346

3. Ниже приведен список характеристик изменчивости. Все они, кроме трех, используются для описания мутационной изменчивости. Найдите три характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) приводят к изменению генотипа
- 2) является ненаследственной изменчивостью
- 3) возникает в результате воздействия биологических мутагенов – вирусов
- 4) различают генеративные и вегетативные мутации
- 5) различают генеративные и соматические мутации
- 6) характеризуется ограниченностью: имеет норму реакции

Ответ 246

4. Установите соответствие между характеристикой и видом изменчивости: 1) мутационная, 2) комбинативная

- А) возникает при воздействии радиации
- Б) формируется при слиянии гамет
- В) обусловлена независимым расхождением пар хромосом
- Г) обусловлена обменом генами между гомологичными хромосомами
- Д) связана с увеличением числа хромосом в кариотипе

Ответ 12221

5. Установите соответствие между указанными признаками и видами изменчивости, к которым они принадлежат: 1) мутационная, 2) комбинативная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) возникает в клетках эпидермиса
- Б) изменение одного нуклеотида в гене
- В) возникает из-за ошибок в работе ДНК-полимеразы
- Г) результат кроссинговера в овогенезе
- Д) изменение числа хромосом в геноме

Ответ 11121

6. Установите соответствие между характеристиками и видами изменчивости: 1) модификационная, 2) мутационная. Запишите цифры 1 и 2 в правильном порядке.

- А) передается по наследству
- Б) вызывает одинаковые изменения у всех особей вида
- В) адекватна к изменениям условий среды
- Г) вызывает случайные индивидуальные изменения
- Д) проявляется в пределах нормы реакции признака
- Е) поддается ранжированию в виде вариационного ряда

Ответ 211211

7. Установите соответствие между характеристиками и видами изменчивости: 1) мутационная, 2) модификационная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) имеет индивидуальный характер
- Б) исчезает при отсутствии воздействия фактора
- В) не наследуется
- Г) ограничена нормой реакции
- Д) связана с изменением генотипа
- Е) может иметь обратимый характер

Ответ 122212

8. Установите соответствие между характеристиками изменчивости и ее видами: 1) мутационная, 2) модификационная. Запишите цифры 1 и 2 в правильном порядке.

- А) изменяет фенотип в пределах нормы реакции
- Б) передается по наследству
- В) затрагивает гены, хромосомы
- Г) вызывает одинаковые изменения у всех особей вида
- Д) вызывает индивидуальные изменения

Ответ 21121

9. Установите соответствие между характеристикой и видом изменчивости: 1) мутационная, 2) модификационная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) появляется лишь у отдельных особей
- Б) проявляется у многих особей вида
- В) называется также фенотипической
- Г) передается по наследству
- Д) приводит к внезапному изменению генетического материала
- Е) возможна в пределах нормы реакции

Ответ 122112

10. Установите соответствие между характером изменчивости и её видом: 1) мутационная, 2) модификационная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) определяется нормой реакции
- Б) изменения касаются фенотипа
- В) изменения наследуются
- Г) изменения всегда адаптивны
- Д) изменения случайны
- Е) изменения индивидуальны

Ответ 221211

11. Установите соответствие между характеристикой и видом изменчивости: 1) наследственная, 2) модификационная

- А) Связана с изменением генов и хромосом
- Б) Не затрагивает генотипа
- В) Проявляется у отдельных особей
- Г) Изменения проявляются у всех особей вида
- Д) Изменения имеют случайный характер
- Е) Изменения имеют приспособительный характер

Ответ 121212

12. Установите соответствие между примерами и видами изменчивости: 1) генотипическая, 2) модификационная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) различные фенотипы одуванчиков одного генотипа
- Б) увеличение числа хромосом в кариотипе свёклы
- В) изменение окраски тела хамелеона в различных условиях
- Г) проявление гемофилии у человека
- Д) различие формы подводных и надводных листьев у стрелолиста

Ответ 21212

13. Установите соответствие между характеристикой изменчивости организмов и её видом: 1) ненаследственная, 2) наследственная

- А) возникает в результате изменений генотипа
- Б) соответствует условиям среды и является приспособительной
- В) проявляется в пределах нормы реакции
- Г) возникает случайно у единичных особей
- Д) обусловлена комбинацией генов и мутациями

Ответ 21122

14. Установите соответствие между характеристиками и видами изменчивости: 1) наследственная, 2) ненаследственная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) изменения адекватны условиям среды

- Б) может быть вредной, полезной или нейтральной
 - В) изменения определяются нормой реакции признака
 - Г) носит групповой характер
 - Д) носит внезапный скачкообразный характер
 - Е) затрагивает только изменения фенотипа
- Ответ 212212

15. Установите соответствие между характеристиками и способами видообразования: 1) географический, 2) экологический.

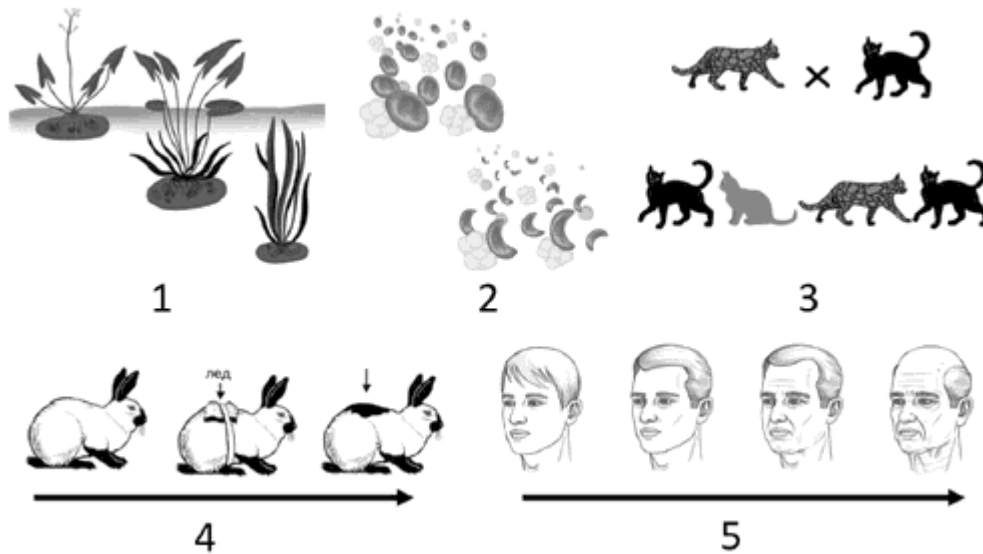
- А) стабильность ареала
 - Б) возникновение физических преград
 - В) возникновение популяций с разными сроками размножения
 - Г) изоляция популяций в лесу автодорогой
 - Д) расширение ареала
- Ответ: 21211

16. Установите соответствие между характеристиками и видами изменчивости: 1) наследственная, 2) модификационная. Запишите цифры 1 и 2 в правильном порядке.

- А) групповая изменчивость
 - Б) связана с перестроением генетического материала
 - В) может приводить к изменению в последовательности нуклеотидов ДНК
 - Г) бывает мутационной и комбинативной
 - Д) изменения в генетическом материале возникают спонтанно
 - Е) изменения возможны в генетически заданных пределах
- Ответ 211112

17. Установите соответствие между характеристиками и видами изменчивости, примеры которых представлены на рисунках 1 и 2. Запишите

указанные цифры в порядке, соответствующем буквам.



- А) передается по наследству
- Б) изменение фенотипа в зависимости от условий окружающей среды
- В) имеет массовый характер
- Г) является примером индивидуальной изменчивости
- Д) имеет адаптивный характер
- Е) затрагивает генотип

Ответ 211212

Вариант 3

1. Установите соответствие между признаком растений и видом изменчивости, к которому его относят: 1) мутационная, 2) модификационная

- А) появление в отдельных соцветиях цветков с пятью лепестками вместо четырех
- Б) усиление роста побегов в благоприятных условиях
- В) появление единичных листьев, лишенных хлорофилла
- Г) угнетение роста и развития побегов при сильном затенении
- Д) появление махровых цветков среди растений одного сорта

Ответ 12121

2. Установите соответствие между характеристиками и видами изменчивости: 1) ненаследственная, 2) наследственная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

А) выживание небольшого процента всходов от общего числа семян, пораженных грибковым заболеванием

Б) истончение скорлупы вследствие недостаточного содержания кальция в рационе волнистого попугайчика

В) рождение птенца-альбиноса у пары серых ворон

Г) устойчивость бактерий к постоянно принимаемому антибиотику

Д) появление пятилепесткового цветка у четырехлепестковой сирени

Е) повышение урожайности моркови при прореживании всходов

Ответ 212221

3. Установите соответствие между примерами и видами изменчивости: 1) наследственная, 2) ненаследственная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

А) появление в потомстве здоровых родительских особей щенка с гемофилией

Б) наличие у стрелолиста листьев разной формы

В) развитие потомства разной массы в одном помете у животных в зависимости от рациона кормления

Г) формирование листьев разного размера на южной и северной стороне одного дерева

Д) рождение птенца-альбиноса у нормально окрашенных родительских особей

Ответ 12221

4. Установите соответствие между примером биологического явления и формой изменчивости, которую он иллюстрирует: 1) генотипическая, 2) фенотипическая. Запишите цифры 1 и 2 в правильном порядке.

А) появление коротконогой овцы в стаде овец с нормальными конечностями

Б) появление мыши-альбиноса среди серых мышей

- В) формирование у стрелолиста разных форм листьев в воде и на воздухе
- Г) проявление у детей цвета глаз одного из родителей
- Д) изменение размера кочана капусты при недостатке влаги

Ответ 11212

5. Установите соответствие между примерами и видами изменчивости:

1) фенотипическая, 2) генотипическая. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

А) появление в одном соцветии сирени цветков с пятью лепестками вместо четырех

Б) рождение ребенка-дальтоника у родителей с нормальным цветовым зрением

В) угнетение роста у травянистых растений при недостатке света

Г) усиление роста листьев и стеблей при внесении в почву удобрений

Д) рождение альбиносов у млекопитающих

Е) появление тюльпанов с пестрыми лепестками у растений одного сорта

Ответ 221122

6. Установите соответствие между примерами и видами изменчивости:

1) генотипическая, 2) фенотипическая. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

А) появление белоглазого потомства у красноглазых дрозофил

Б) рождение щенка-гемофилика у здоровых особей

В) различное количество зубчиков на листьях одной берёзы

Г) снижение яйценоскости кур при недостаточном питании

Д) рождение резус-отрицательного ребёнка у резус-положительных родителей

Ответ 11221

7. Установите соответствие между примерами и видами изменчивости:

1) генотипическая, 2) фенотипическая. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

А) появление полиплоидных растений

- Б) изменение массы тела у овец при различном рационе питания
 - В) появление в соцветиях сирени махровых цветков
 - Г) рождение ребёнка с синдромом Дауна
 - Д) появление разной окраски шерсти горностаевого кролика в зависимости от температуры
 - Е) рождение у здоровых родителей ребёнка с генотипом ХХУ
- Ответ 121121

8. Выберите три верных ответа из шести и запишите цифры, под которыми они указаны. Какие из перечисленных ниже признаков используются для описания комбинативной изменчивости?

- 1) обеспечивается при половом размножении
- 2) обусловлена кроссинговером
- 3) единичные случайные изменения в ДНК
- 4) возникает из-за рекомбинации хромосом в мейозе
- 5) может приводить к появлению «лишних» хромосом в кариотипе
- 6) получающаяся комбинация генов не передаётся по наследству

Ответ 124

9. Выберите три верных ответа из шести и запишите цифры, под которыми они указаны. Какие из приведённых ниже пунктов являются причинами комбинативной изменчивости?

- 1) рекомбинация генов в результате кроссинговера
- 2) случайное сочетание гамет при оплодотворении
- 3) изменение последовательности нуклеотидов в гене
- 4) независимое расхождение хромосом в мейозе
- 5) изменение числа хромосом в кариотипе
- 6) резкая смена температурного режима обитания организма

Ответ 124

10. Ниже приведен перечень характеристик изменчивости. Все они, кроме двух, используются для описания характеристик комбинативной

изменчивости. Найдите две характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) возникновение при действии радиации
- 2) случайное сочетание негомологичных хромосом в мейозе
- 3) случайное сочетание гамет при оплодотворении
- 4) рекомбинация генов при кроссинговере
- 5) изменение последовательности нуклеотидов в мРНК

Ответ 15

11. Приведенные ниже характеристики, кроме двух, используются для описания причин комбинативной изменчивости. Определите эти две характеристики, «выпадающие» из общего списка, запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) случайная встреча гамет при оплодотворении
- 2) спирализация хромосом
- 3) репликация ДНК в интерфазе
- 4) рекомбинация генов при кроссинговере
- 5) независимое расхождение хромосом в мейозе

Ответ 23

12. Все приведённые ниже характеристики, кроме двух, используют для описания комбинативной изменчивости. Найдите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) случайное сочетание негомологичных хромосом в гамете
- 2) изменение последовательности нуклеотидов в ДНК
- 3) случайная встреча гамет при оплодотворении
- 4) рекомбинация генов при кроссинговере
- 5) адекватность фенотипических изменений условиям среды

Ответ 25

13. Все приведённые ниже характеристики, кроме двух, используют для описания комбинативной изменчивости. Определите две характеристики,

«выпадающие» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) сочетание генов при образовании гамет
- 2) формирование генотипа при оплодотворении
- 3) появление у потомства сочетаний признаков, отсутствующих у родителей
- 4) изменение ДНК в митохондриях яйцеклетки
- 5) выпадение аминокислоты и изменение структуры белка

Ответ 45

14. Все приведённые ниже примеры, кроме двух, характеризуют комбинативную изменчивость. Определите два примера, «выпадающих» из общего списка, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) сочетание у потомства признаков обоих родителей
- 2) появление у здоровых родителей ребёнка, больного гемофилией
- 3) появление зелёной окраски тела у эвглены на свету
- 4) рождение голубоглазого ребёнка у кареглазых родителей
- 5) потемнение кожи у человека при воздействии ультрафиолетовых лучей

Ответ 35

45. Все приведённые ниже примеры, кроме трёх, характеризуют комбинативную изменчивость. Определите три примера, «выпадающих» из общего списка, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) возникает при ошибке во время репликации ДНК
- 2) возникает во время полового размножения
- 3) единичные случаи изменения в ДНК
- 4) возникает из-за рекомбинации хромосом в мейозе
- 5) может приводить к появлению «лишних» хромосом в кариотипе
- 6) получающаяся комбинация генов не передаётся по наследству

Ответ 135

15. Установите соответствие между примерами и формами изменчивости: 1) комбинативная, 2) модификационная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) изменение окраски шерсти у зайца-беляка в зависимости от температуры
- Б) разница в весе у бычков одного отёла, содержащихся в разных условиях
- В) появление морщинистых семян у гороха при скрещивании растений с гладкими семенами
- Г) наличие листьев разной длины на одном растении
- Д) рождение у здоровых родителей ребёнка-дальтоника

Ответ 22121

16. Установите соответствие между механизмами (примерам) и способами видообразования: 1) географическое, 2) экологическое.

- А) расширение ареала исходного вида
- Б) сохранение единого исходного ареала вида
- В) появление двух видов чайки в Северном и Балтийском морях
- Г) образование новых мест обитания в пределах исходного ареала
- Д) наличие популяций севанской форели, различающихся сроками нереста

Ответ: 12122

17. Установите соответствие между характеристиками и способами видообразования: 1) географическое, 2) экологическое.

- А) длительное постоянство существования ареала исходного вида
- Б) разделение ареала исходного вида непреодолимой преградой
- В) различная пищевая специализация внутри исходного ареала
- Г) разделение ареала на несколько изолированных частей
- Д) освоение различных сред обитания в пределах исходного ареала
- Е) изоляция популяций из-за разных сроков размножения

Ответ: 212122