

## МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ КАК ФАКТОРА ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЦЕССА В ВУЗОВСКОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ»

© 2021

Ламехова Е.А.

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет  
(г. Челябинск, Российская Федерация)

*Аннотация.* Развитие синтетической теории эволюции, возникшей на основе синтеза дарвинизма, генетики и экологии, сопровождалось открытием факторов эволюции, которые были неизвестны в XIX веке. Открытие изоляции позволило описать механизм сохранения популяций, видов, а также процесс видообразования. В учебной литературе по теории эволюции приводятся определения изоляции, классификация форм изоляции, а также роль изоляции в эволюционном процессе. Изучение изоляции как фактора эволюции нуждается в разработке методики изучения изолирующих механизмов. Реализация этой цели сопряжена с выбором варианта определения изоляции как фактора эволюции. Методически удачным является определение изоляции, описывающее роль этого фактора на начальных этапах микроэволюции и приводящего к появлению новых видов и сохранению их изолированности. При формулировке определения изоляции желательным является использование таких терминов, как популяция, вид, поток генов и дивергенция. Изолирующие механизмы проявляются в нескольких формах, что обуславливает необходимость их классификации. Классификация Э. Майра (1974) позволяет при проведении занятий описывать последовательность, взаимосвязь и роль в эволюции основных форм изоляции. С точки зрения методики обучения рекомендуется проведение лабораторных работ при рассмотрении таких форм изоляции, как сезонная, биотопическая и этологическая формы. Реализация предложенной методики изучения изоляции как фактора эволюционного процесса в вузовской дисциплине «Теория эволюции» позволяет повысить эффективность усвоения учебного материала студентами.

*Ключевые слова:* методика обучения; методика изучения изоляции; вузовская дисциплина «Теория эволюции»; рабочая программа; синтетическая теория эволюции; изоляция; эволюция; микроэволюция; поток генов; формы изоляции; изолирующие механизмы; генетическая структура популяции.

## METHODOLOGY FOR ISOLATION STUDY AS A FACTOR OF THE EVOLUTIONARY PROCESS FOR THE UNIVERSITY COURSE «THEORY OF EVOLUTION»

© 2021

Lamekhova E.A.

South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation)

*Abstract.* The development of the synthetic theory of evolution, which arose on the basis of the synthesis of Darwinism, genetics and ecology, was accompanied by the discovery of evolutionary factors that were unknown in the 19<sup>th</sup> century. The discovery of isolation made it possible to describe the mechanism of conservation of populations, species, as well as the process of speciation. The educational literature on the theory of evolution provides definitions of isolation, a classification of isolation forms, and the role of isolation in the evolutionary process. The study of isolation as a factor in evolution requires a development of a methodology for isolating mechanisms study. The achievement of this goal is associated with the choice of a variant of isolation definition as a factor of evolution. Methodologically successful is the definition of isolation, which describes the role of this factor at the initial stages of microevolution and leads to the emergence of new species and the preservation of their isolation. When formulating the definition of isolation, it is advisable to use terms such as population, species, gene flow and divergence. The isolating mechanisms are manifested in several forms, which necessitate their classification. The classification of E. Mayr (1974) makes it possible to describe the sequence, relationship and role in the evolution of the main forms of isolation when conducting classes. From the point of view of teaching methods, laboratory work is recommended when considering such forms of isolation as seasonal, biotopic and ethological forms. The implementation of the proposed methodology for isolation study as a factor in the evolutionary process while doing the university course «Theory of Evolution» makes it possible to increase the effectiveness of the assimilation of educational material by students.

*Keywords:* teaching method; method of isolation study; university course «Theory of Evolution»; version of the program; insulation; evolution; microevolution; gene flow; forms of isolation; isolating mechanisms; the genetic structure of the population.

*Постановка проблемы в общем виде  
и ее связь с важными научными  
и практическими задачами*

Накопление сведений о растениях и животных, начавшееся в первобытном обществе, сменилось попытками научных обобщений. На определенном этапе развития биологических представлений, появля-

ются, например, эволюционные идеи: естественного возникновения жизни на Земле, превращения видов, классификации организмов и некоторые другие. Первое эволюционное учение было создано Ж.Б. Ламарком (1744–1829 гг.), но не получило признания по ряду причин. Теория эволюции органического мира сформулирована Ч. Дарвином (1809–1882 гг.).

Одно из достижений ученого – открытие материальных факторов эволюции [1; 2]. Развитие эволюционных идей в XX веке связано с формированием синтетической теории эволюции (СТЭ), описанием закономерностей и факторов эволюции [3; 4].

Развитие СТЭ привело к признанию теоретических положений Ч. Дарвина и открытых им факторов эволюционного процесса. Одновременно с этим событием биологи-дарвинисты, уточняя механизм протекания микроэволюции, открыли новые факторы эволюции. В 1937 г. Ф.Г. Добжанский опубликовал работу «Генетика и происхождение видов». Ученый описал механизм перестройки генетической структуры популяций в зависимости от влияний факторов эволюции. Впервые была описана роль изоляции в возникновении новых внутривидовых форм [5]. Открытие эволюционной роли изоляции обусловило формирование научного интереса к этому фактору, который способствовал разработке учения о виде и процессе видообразования [6–8]. В литературе описано взаимодействие изоляции с другими факторами эволюции, приводящее к появлению новых видов [9].

В учебной литературе по теории эволюции уделено внимание определению изоляции, описанию форм изоляции и их роли в адаптивном преобразовании популяций, а также в процессе видообразования и сохранения возникших группировок особей. Учебное пособие «Дарвинизм» включает вариант определения изоляции, классификацию форм изоляции и описание эволюционной роли изоляции [5]. В учебнике «Основы теории эволюции» изоляция описывается в главе, посвященной видообразованию, что позволяет автору учебника уделить особое внимание роли изоляции в процессе видообразования [10]. Заслуживает внимания вариант изложения учебного материала об изоляции в качестве элементарного фактора эволюции с классификацией форм изоляции и описанием ее роли в микроэволюционном процессе [11]. Новый вариант характеристики роли изоляции в эволюции заключается в описании механизмов изоляции не только на микроэволюционном, но и на макроэволюционном уровне. Такой вариант характеристики роли изоляции позволяет конкретнее описывать роль и механизм элементарных путей макроэволюции [12]. При описании роли изоляции в эволюционном процессе подчеркивается значение этого фактора в формировании, сохранении и развитии популяции [13].

Анализ содержания учебной литературы по теории эволюции позволяет прийти к выводу о том, что информация о формах изоляции и ее роли в эволюции представлена в соответствии с современным уровнем и характером развития теории эволюции органического мира. Однако актуальной остается задача методического сопровождения изучения роли изоляции в эволюционном процессе.

На основании этого была определена *цель* нашего исследования – разработка методики изучения изоляции как фактора эволюции в вузовской дисциплине «Теория эволюции».

*Объектом* данного исследования является процесс изучения теории эволюции в вузе, а *предметом* исследования – методика изучения изоляции как фактора эволюции. *Гипотеза* исследования заключа-

ется в том, что при использовании преподавателем предлагаемых методических подходов студенты будут лучше усваивать сложный теоретический материал.

Для реализации цели были определены следующие *задачи*:

1. Предложить методически обоснованный выбор определения изоляции.

2. Разработать характеристику форм изоляции, описать их роль в эволюционном процессе и конкретизировать методику изучения этих общепедагогических вопросов в вузовской дисциплине «Теория эволюции».

#### *Методологическая основа*

Методологическая база проведенных исследований включает в себя как учет общих тенденций формирования эволюционных идей, так и принятие и распространение теории естественного отбора, сформулированной Ч. Дарвином. Анализ истории формирования эволюционных идей в биологии позволяет прийти к выводу о том, что они являются системообразующими регулятивами, которые влияют на построение других наук [4].

Особую роль в процессе отбора учебного материала и разработке методики изучения изоляции играет учет фундаментальных проблем современной биологии. В литературе описан вариант перечня фундаментальных проблем современной биологии, включающий положения о признании единства и разнообразия, сходства и различия, которые проявляются на разных уровнях организации живой материи. Использование варианта фундаментальных проблем современной биологии позволяет методически грамотно разрабатывать методику изучения изоляции в вузовской дисциплине «Теория эволюции».

Материалы собраны в ходе многолетней работы со слушателями подготовительного отделения университета и преподавания методики обучения биологии при подготовке будущих учителей биологии. Из общенаучных методов эмпирического познания применялись наблюдение и эксперимент. Обобщение проведено при использовании общенаучных методов теоретического познания: абстрагирования, идеализации, индукции и дедукции. На некоторых этапах работы проводились анализ и синтез, а также установление аналогий.

#### *Результаты*

Разработка методики изучения изоляции как самостоятельного фактора эволюции связана с составлением фрагмента программы с перечнем вопросов, рекомендуемых для изучения. Анализ содержания учебников и учебных пособий по теории эволюции, а также практическая работа в этом направлении позволяет рекомендовать следующий вариант части программы.

Факторы эволюции. Изоляция. Краткая история изучения. Значение работ Ф. Добжанского и Э. Майра в изучении роли изоляции в эволюционном процессе. Изоляция. Изолирующие механизмы. Определения изоляции и изолирующих механизмов. Примеры изоляции и изолирующих механизмов. Классификация форм изоляции. Географическая и биологическая формы изоляции. Формы репродуктивной

изоляции. Классификация форм изоляции Э. Майра. Прекопуляционные изолирующие механизмы (прекопуляция). Формы прекопуляции: биотопическая, сезонная, этологическая и механическая формы изоляции. Определения, примеры и роль в эволюционном процессе. Нарушение форм прекопуляции. Посткопуляционные изолирующие механизмы (посткопуляция). Формы посткопуляции. Определения, примеры и роль в эволюции. Нарушение форм посткопуляции.

Эволюционная роль изоляции. Статический и статистический характер действия изоляции. Проявление изоляции на разных уровнях эволюционного процесса. Роль изоляции в формировании популяционной структуры вида. Влияние изоляции на генетическую структуру популяций. Изоляция – начальная стадия процесса видообразования. Значение изоляции в возникновении и сохранении совокупностей организмов надвидового уровня.

Взаимодействие изоляции с другими факторами эволюционного процесса. Влияние изоляции на динамику численности организмов и миграции.

Содержание учебного процесса опирается на использование определений и терминов. В литературе приводятся несколько вариантов определения изоляции. Э. Майр [7] предлагает выделять изолирующие механизмы, которые определяются как биологические свойства организмов, предотвращающие скрещивание действительно или потенциально симпатрических популяций. Определение изолирующих механизмов, сформулированное Э. Майром, является основой определений изоляции, включенных в учебники и учебные пособия по теории эволюции. Наличие нескольких вариантов определений определяет необходимость выбора оптимального варианта. Возможна оценка варианта определения с учетом того, что определение – установление смысла незнакомого термина с помощью знакомых терминов, являющихся уже осмысленными [14]. В табл. 1 приводятся общепринятые варианты определения изоляции.

Общим во всех определениях является указание на наличие преград для свободного скрещивания организмов и их совокупностей разного ранга. Используются термины: преграды для скрещивания, панмиксия, популяция, вид. Варианты определений различаются по характеристике механизма и указанием результатов, к которым приводит действие изоляции.

Большой интерес представляет определение А.С. Северцова [12]. К числу явных преимуществ определения относятся:

- использование терминов, описывающих микроэволюционный уровень;
- описание роли изоляции на начальных и последующих этапах эволюционного процесса;
- переход проявления изоляции от начальных стадий дивергенции к прекращению обмена генами между близкими видами;
- описание роли изоляции в процессе видообразования (т.к. допускается прекращение потока генов между группировками особей).

Многообразие форм изоляции привело к необходимости их классификации. В учебной литературе при описании закономерностей микроэволюции и

видообразования, используют два варианта классификации. Все формы изоляции подразделяются на две формы: географическая и биологическая формы. Примеры названного подхода приведены в учебной литературе [5; 8; 11]. При изучении проявления географической изоляции необходимо выбирать примеры, учитывая следующие рекомендации:

- использовать примеры видов, которые четко различаются по морфологическим признакам;
- приводить примеры на видах животных и растений;
- отдавать предпочтение примерам географической изоляции между группами растений, т.к. между ними эффективнее срабатывает географическая изоляция;
- учитывать проявление географической изоляции в двух вариантах: изоляция расстоянием и изоляция естественными преградами.

Многообразие изолирующих механизмов, представленное в виде форм изоляции, опирается на выделение прекопуляционных и посткопуляционных механизмов изоляции. Прекопуляционные механизмы предотвращают межвидовые скрещивания, а посткопуляционные снижают успешность межвидовых скрещиваний [15]. Прекопуляционные и посткопуляционные изолирующие механизмы включают формы изоляции, выделенные Э. Майром [7]. В табл. 2 приведена классификация изолирующих механизмов и названы формы изоляции, описанные Э. Майром.

Представленные варианты классификации механизмов и форм изоляции отличаются по выбранным масштабам: классификация Э. Майра отличается большей степенью конкретизации. При сравнении двух вариантов описания форм изоляции можно прийти к выводу о том, что биотопическая изоляция по классификации Э. Майра в большей степени соответствует географической форме изоляции. Остальные формы прекопуляции и посткопуляции являются вариантами уточнения механизма биологической изоляции.

Изучение изоляции в курсе теории эволюции должно сопровождаться определениями, примерами, описанием механизма сохранения формы изоляции и анализом причин, приводящим к нарушению действия формы изоляции. Названия форм прекопуляции, их определения и причины, приводящие к нарушению формы изоляции, указаны в табл. 3.

При изучении механизма и форм прекопуляции необходимо подчеркнуть следующие общие особенности:

- прекопуляция предотвращает скрещивание близкородственных форм организмов;
- формы прекопуляции препятствуют напрасной трате гамет;
- прекопуляционные изолирующие механизмы эффективно совершенствуются благодаря действию естественного отбора;
- все формы прекопуляции могут нарушаться при изменении условий [7].

В табл. 4 приведены названия форм посткопуляции, определения форм и перечень причин, которые нарушают проявление действия формы изоляции.

**Таблица 1** – Варианты определения изоляции

Автор	Формулировка определения	Используемые в определении термины
А.Б. Георгиевский	Изоляция – существование барьеров, препятствующих скрещиванию между популяциями одного или нескольких видов	Барьеры для скрещивания, популяция, вид
А.В. Яблоков, А.Г. Юсуфов	Изоляция – возникновение любых барьеров, ограничивающих панмиксию	Барьеры для скрещивания, панмиксия
А.С. Северцов	Изоляция – ограничение потока генов между дивергирующими популяциями и полное прекращение обмена генами между близкими видами	Поток генов, дивергенция, популяция, вид

**Таблица 2** – Классификация изолирующих механизмов

Изолирующие механизмы	Формы изоляции
Прекопуляционные изолирующие механизмы	А. Биотопическая изоляция. Б. Сезонная изоляция. В. Этологическая изоляция. Г. Механическая изоляция
Посткопуляционные изолирующие механизмы	А. Гибель гамет. Б. Гибель зигот. В. Нежизнеспособность гибридов. Г. Стерильность гибридов

**Таблица 3** – Формы прекопуляционных изолирующих механизмов: определения и причины, приводящие к их нарушению

Форма изоляции, определение формы изоляции	Причины, нарушающие проявление формы изоляции
Биотопическая изоляция – изоляция, связанная с разделением мест обитания организмов	А. Миграции организмов. Б. Нарушение границ между биотопами
Сезонная изоляция – форма изоляции, связанная с разными сроками полового размножения организмов	А. Установление необычных погодных условий
Этологическая изоляция – нарушение скрещивания между организмами, обусловленное несоответствием в поведении	А. Отклонения в поведении
Механическая изоляция	А. Отклонения в строении половых органов

**Таблица 4** – Формы посткопуляционных изолирующих механизмов: определения и причины, приводящие к их нарушению

Форма изоляции, определение формы изоляции	Причины, нарушающие проявление формы изоляции
Гибель гамет – устранение половых клеток от оплодотворения при проявлении иммунологических реакций в половых путях самки	А. Снижение уровня иммунитета самки. Б. Отклонения в составе и структуре оболочек яйцеклетки
Гибель зигот – прекращение онтогенеза на стадии зиготы	А. Комплекс генетических причин. Б. Причины цитологического характера [16]
Нежизнеспособность гибридов – элиминация особей при низком уровне приспособленности к условиям обитания	А. Низкий уровень приспособленности к доступным экологическим нишам. Б. Экологическая и этологическая неполноценность гибридов
Стерильность гибридов – неспособность гибридов производить нормальные половые клетки	А. Нарушения на клеточном уровне. Б. Нарушение сбалансированности генных комплексов [16; 17]

При изучении прекопуляционных изолирующих механизмов необходимо подчеркнуть следующие особенности:

- прекопуляция уменьшает успешность межвидовых скрещиваний;
- формы прекопуляции не препятствуют напрасной трате гамет;
- естественный отбор совершенствует формы посткопуляции косвенным путем;
- формы посткопуляции срабатывают надежнее форм прекопуляции [7];

– прекопуляционные и посткопуляционные изолирующие механизмы связаны между собой: сначала, в зависимости от биологии видов, срабатывает прекопуляция, а затем, если она нарушается, проявляются формы посткопуляции.

Изучение изоляции как одного из факторов эволюции рекомендуется проводить в форме лекций и лабораторных занятий. Проведение лабораторных занятий при изучении теории эволюции играет важную роль в профессиональной подготовке будущих учителей биологии [18]. Лабораторные занятия поз-

волят достичь большего образовательного эффекта при использовании местных видов растений и животных [19]. К числу методически доступных и эстетически привлекательных видов, используемых в качестве наглядных объектов, относятся представители класса Птицы. В литературе приводятся сведения о видовом составе птиц Челябинской области, которые могут быть использованы при изучении биологии животных и знакомства с процессами, важными с эволюционной точки зрения [20; 21]. При учете некоторых методических рекомендаций и использовании остаточных знаний студентов по эволюционной теории возможно изучение некоторых характеристик изоляции в курсе зоологии. Методические аспекты реализации названного варианта работы описаны в литературе [22; 23].

При изучении форм и механизма изоляции необходимы лабораторные занятия. Методически доступнее подготовка занятия, связанного с изучением биотопической, сезонной и этологической изоляции.

Описание биотопической изоляции должно опираться на знание учебного материала о популяции, т.к. существование популяции связано с установлением изоляции. В литературе описана методика изучения популяции как единицы вида и эволюции [13]. Кроме этого, необходимо уделить внимание определению биотопа, которое формулируется как относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом. Термин «биотоп» признается в качестве синонима по отношению к термину «местообитание вида» [24]. Специфика условий в пространстве биотопа, определяет границы популяции, а значит, изолированность популяции от других совокупностей организмов. Учитывая сведения о популяции и биотопе, а также роль биотопической изоляции на разных этапах видообразования, необходимо привести два варианта примеров при описании биотопической изоляции. Первый вариант – для популяций в пределах вида и более крупных внутривидовых группировок. А второй – по отношению к различным участкам, которые занимают сформировавшимися видами. В итоге такой подход

позволит проиллюстрировать роль биотопической изоляции в установлении географической и биологической изоляции и формировании видоарела. В качестве удачных примеров проявления биотопической изоляции можно рекомендовать ситуации с разорванными ареалами [11; 25].

Сезонная изоляция длительно иллюстрировалась на примере рас форели, сформировавшихся в озере Севан. В пределах озера обособились 5 рас, для каждой расы выявлены свои сроки размножения. Условно пронумерованная раса № 1, размножается в ноябре – начале декабря, а, например, раса № 4 – с конца весны и в течение лета. Различия в сроках размножения являются препятствием для скрещивания между группами организмов, а значит, определяют установление изоляции. Пример с расами форели оз. Севан интересен также тем, что расы рыб с разными сроками размножения чаще встречаются в определенных пространствах озера, что может быть отнесено к проявлению биотопической изоляции.

Связь между биотопической и сезонной формами изоляции описана при изучении размножения колониальных видов птиц в составе поливидовой колонии. Полученные результаты приведены на рис. 1 [26].

Данные рисунка показывают различия между неродственными видами птиц по срокам прилета и основным событиям, описывающим ранний онтогенез колониальных видов птиц. Приведенные результаты позволяют прийти к следующим выводам:

- птицы разных систематических групп различаются по началу и срокам протекания основных событий в раннем онтогенезе;
- различия в длительности протекания стадий раннего онтогенеза проявляются при сравнении размножения колониальных видов птиц при их размножении в биологическом центре или на периферии колонии;
- длительность протекания стадий в раннем онтогенезе птиц, а также их начало и завершение лежат в основе проявления изоляции между группами животных на одной территории.



Обозначения: ○ – озерная чайка; □ – черношейная поганка; ●—● – интервал времени в жизни озерной чайки; ●—●—● – интервал времени в жизни черношейной поганки.

**Рисунок 1** – Основные события в жизни поливидовой колонии птиц на примере размножения озерной чайки и черношейной поганки (оз. Курлады, 1988–2007 гг.)

Методически доступным является организация изучения роли этологической изоляции. Основой успешного усвоения знаний по этой форме прекопуляции является использование информации о рефlekсах и раздражителях. Рекомендуется проанализировать следующие виды раздражителей: зрительные, звуковые и химические. Из названных раздражителей доступнее зрительные, различия по которым можно проиллюстрировать представителями разных видов, относящихся к одному роду.

Описание форм изоляции, последовательности их проявления, результатов и возможных вариантов нарушения должно завершиться характеристикой эволюционной роли изоляции. Анализ литературы [5–12] позволяет сформулировать следующие положения, учитывающие разные аспекты эволюционной роли изоляции:

- изоляция при взаимодействии с другими факторами эволюции определяет особенности протекания микроэволюционного процесса;
- изоляция является начальной стадией видообразования;
- изоляция обеспечивает сохранение популяций, подвидов и видов;
- изоляция не приводит к появлению новых признаков у организмов, но приводит к изменению частот генов, генотипов и фенотипов.

#### Заключение

Методические аспекты изучения роли изоляции в эволюционном процессе с содержательной точки зрения выражаются в формулировке определений, использовании примеров, описании механизма и роли в адаптивных преобразованиях совокупностей организмов. Определение изоляции как фактора эволюции должно включать такие понятия, как популяция, вид, поток генов и дивергенция. Использование указанных понятий позволит обосновать роль изоляции в процессе видообразования с начальных стадий на уровне дивергенции популяций до формирования изоляции на этапе завершения видообразования. Абстрактный характер изоляции как фактора эволюции должен конкретизироваться в учебном процессе примерами по отношению к видам растений и животных, а также лабораторными работами.

Перспективными направлениями разработки методики изучения изоляции в вузовской дисциплине «Теория эволюции» являются:

1. Разработка заданий для тестового контроля знаний по теме.
2. Составление биологических задач по теме.
3. Аprobация лабораторных работ по формам изоляции.

#### Список литературы:

1. История биологии с древнейших времен до начала XX века / под ред. С.Р. Микулинского. М.: Наука, 1972. 536 с.
2. Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. М.: Прогресс-Традиция, 1999. 640 с.
3. История биологии с начала XX века до наших дней / под ред. Л.Я. Бляхера. М.: Наука, 1975. 660 с.
4. Ламехова Е.А., Ламехов Ю.Г. Методика изучения закономерностей эволюционного процесса в средней общеобразовательной школе. Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гум.-пед. ун-та, 2020. 196 с.

5. Георгиевский А.Б. Дарвинизм. М.: Просвещение, 1985. 271 с.
6. Dobzhansky Th. Genetics of the evolutionary process. New York, Columbia University Press, 1971. 505 p.
7. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: Мир, 1974. 465 с.
8. Симпсон Дж. Великолепная изоляция. М.: Мир, 1983. 256 с.
9. Солбриг О., Солбриг Д. Популяционная биология и эволюция. М.: Мир, 1982. 488 с.
10. Северцов А.С. Основы теории эволюции. М.: МГУ, 1987. 320 с.
11. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение. М.: Высш. шк., 1998. 336 с.
12. Северцов А.С. Теория эволюции. М.: ВЛАДОС, 2005. 380 с.
13. Ламехов Ю.Г., Ламехова Е.А. Методика изучения популяции в школьном курсе биологии // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 1 (26). С. 265–271. DOI: 10.17816/snv201981309.
14. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Большая Российская энциклопедия. СПб., 2000. 1456 с.
15. Mecham J.S. Isolating mechanisms in anuran amphibians // Vertebrate Speciation / W.F. Blair (ed.). Austin: University of Texas Press, 1961. P. 24–61.
16. Dobzhansky Th. Genetics and the origin of species, 3rd. ed. New York: Columbia Univ. Press, 1951. 364 p.
17. White M.J.G. Animal cytology and evolution, 2nd ed. Cambridge Cambridge Univ. Press, 1954. 454 p.
18. Ламехов Ю.Г. Значение лабораторных занятий по теории эволюции для профессиональной подготовки будущих учителей биологии // Проблемы и перспективы развития методики обучения биологии в период перехода педагогического образования на многоуровневую подготовку: мат-лы IV всерос. науч.-практ. конф. 29 сентября – 2 октября 2008 г., г. Челябинск, Российская Федерация. Челябинск: Челябинский государственный педагогический университет, 2008. С. 46–48.
19. Ламехова Е.А., Ламехов Ю.Г. Использование местных объектов растений и животных при подготовке учителей биологии // Актуальные проблемы методики преподавания биологии, химии и экологии в школе и вузе: сб. мат-лов междунар. науч.-практ. конф. 27–29 октября 2016 г., г. Москва, Российская Федерация / отв. ред. В.В. Пасечник. М.: МГОУ, 2016. С. 56–58.
20. Ламехов Ю.Г. Птицы Челябинской области. Челябинск: Абрис, 2013. 128 с.
21. Ламехов Ю.Г., Ламехова Е.А. Изучаем жизнь пернатых // Биология для школьников. 2013. № 1. С. 32–41.
22. Ламехов Ю.Г. Эволюционный подход при изучении дисциплины «Зоология» в высшей школе // Актуальные проблемы методики преподавания биологии, химии и экологии в школе и в вузе: сб. мат-лов всерос. с междунар. уч. науч.-практ. конф., 8–10 ноября 2017 г., г. Москва, Российская Федерация / отв. ред. В.В. Пасечник. М.: МГОУ, 2017. С. 81–82.
23. Ламехова Е.А., Ламехов Ю.Г. Эволюционный подход к изучению биологии птиц в высшей школе // Инновации в естественнонаучном образовании: мат-лы IX всерос. (с междунар. уч.) науч.-метод. конф. в рамках VI междунар. науч.-образ. форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития», 27 октября 2017 г., г. Красноярск, Российская Федерация / отв. ред. И.А. Зорков, Н.М. Горленко. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет, 2017. С. 89–94.

24. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990. 637 с.

25. Вилер А. Определитель рыб морских и пресных вод северо-европейского бассейна. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 432 с.

26. Ламехов Ю.Г. Последовательность формирования пространственно-временной структуры поливидовых и моновидовых колоний птиц // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2013. С. 259–266.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Ламехова Елена Анатольевна</b>, кандидат педагогических наук, доцент кафедры общей биологии и физиологии; Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск, Российская Федерация). E-mail: lamehovaea@cspu.ru.</p>	<p><b>Lamekhova Elena Anatolyevna</b>, candidate of pedagogical sciences, associate professor of General Biology and Physiology Department; South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation). E-mail: lamehovaea@cspu.ru.</p>

**Для цитирования:**

Ламехова Е.А. Методика изучения изоляции как фактора эволюционного процесса в вузовской дисциплине «Теория эволюции» // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 4. С. 273–279. DOI: 10.17816/snv2021104306.