

# КОМПОНЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В СОДЕРЖАНИИ ОБЩЕГО ПОЛНОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

## COMPONENTS OF THE BIOLOGY DIVERSITY IN THE CONTENT OF THE GENERAL COMPLETE BIOLOGICAL EDUCATION

© 2014 Власова Е. А., Сухорукова Л. Н.

Ярославский государственный педагогический университет  
им. К. Д. Ушинского

© 2014 Vlasova E. A., Sukhorukova L. N.

K. D. Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University

**Резюме.** Статья посвящена биологическому разнообразию, его изучению и сохранению. В ней раскрывается содержание понятия о биологическом разнообразии в школьном курсе общей биологии. При этом отмечается ценностный компонент биоразнообразия, включающий этическую, эстетическую, экономическую ценности. Особое внимание уделяется научным компонентам, их развитию начиная с генетического разнообразия через популяционно-видовое к экосистемному.

**Abstract.** The article deals with the biological diversity, its study and preservation. It reveals the essence of the concept of biological diversity in the school course of General Biology. The authors note the value component of biodiversity, including ethical, aesthetic, and economic values. Special attention is paid to scientific components, their development since the genetic diversity through population species to ecosystem.

**Rezjume.** Stat'ja posvjashhena odnoj biologicheskomu raznoobraziju, ego izucheniju i sohraneniju. V nej raskryvaetsja sodержание ponjatija o biologicheskom raznoobrazii v shkol'nom kurse obshhej biologii. Pri jetom otmechaetsja cennostnyj komponent bioraznoobrazija, vkljuchajushhij jeticheskuju, jesteticheskuju, jekonomicheskuju cennosti. Osoboe vnimanie udeljaetsja nauchnym komponentam, ih razvitiju nachinaja s geneticheskogo raznoobrazija cherez populjacionno-vidovoe k jekosistemnomu.

**Ключевые слова:** биологическое разнообразие, генетическое разнообразие, популяционно-видовое разнообразие, экосистемное разнообразие, ценность.

**Keywords:** biological diversity, genetic diversity, population and species diversity, ecosystem diversity, value.

**Kljuchevye slova:** biologicheskoe raznoobrazie, geneticheskoe raznoobrazie, populjacionno-vidovoe raznoobrazie, jekosistemnoe raznoobrazie, cennost'.

Понятие «Биологическое разнообразие», или «Биоразнообразие» было введено в науку сравнительно недавно, в 1972 году [4]. Это интегрированное понятие, так как включает научные компоненты генетическое, популяционно-видовое и экосистемное разнообразие [4; 7; 9]. Кроме научных компонентов понятие о биоразнообразии имеет ценностный аспект. С позиций ценностного подхода биологическое разнообразие осмысливается в работах философов экологии [5; 8; 10]. Важно положение о том, что

биоразнообразие, или «дикость природы», имеет эстетическую, этическую, экономическую ценность и определяет ценность жизни. Эстетическая ценность проявляется «в художественной выразительности каждой особи, группы особей, сообщества, определенного ландшафта» [8; 10]. Этическая ценность заключается в том, что «дикая природа в целом имеет врожденное право на жизнь и существование независимо от пользы для человека» [10. С. 104]. Осознание ценностей дикой природы вызывает природоохранные

мотивации. Экономическая ценность определяется тем, что «сокращение биоразнообразия угрожает существованию человечества, и желание его сохранить выражается через готовность человечества платить за это» [10. С. 105].

Значение биоразнообразия для планетарной жизни как уникальной ценности в том, что оно способствует её сохранению и процветанию [7; 10].

В настоящее время прослеживается тенденция сокращения биологического разнообразия. Исчезновение видов в последние десятилетия достигло угрожающих темпов. Согласно Н. Н. Воронцову, сокращение биоразнообразия носит лавинообразный характер: чем больше видов исчезает, тем хуже становятся условия для жизни ещё существующих видов [2]. В связи с этим предлагаются различные пути решения проблемы сохранения биоразнообразия. При этом главное внимание уделяется сохранению видового разнообразия (создание Красных книг регионального, федерального и международного значений) и разнообразия экосистем (создание особо охраняемых природных территорий различных номинаций: заповедников, заказников, национальных парков). Сегодня мало кто задумывается о том, что проблема биологического разнообразия лежит намного глубже. Её решение затрагивает не только популяционно-видовой и экосистемный уровни организации жизни, но и организменный, и даже молекулярный. Это связано с тем, что сокращение популяций вида и численности особей в популяциях приводит к обеднению его генофонда (совокупности генов в популяциях вида). В результате сокращения численности особей из популяции исчезают редкие рецессивные аллели, обеспечивающие пластичность вида – приспособленность к меняющимся условиям среды обитания. Разнообразие рецессивных аллелей конкретных генов и представляет собой генетическое разнообразие [4; 6]. Именно разнообразие аллелей в генофонде вида служит основой разнообразия видов и экосистем.

В настоящее время содержание школьного биологического образования осмысливается с позиций идеи о ценности биоразнообразия. При организации содержания раздела биологии 10-11 классов мы учитывали, что в действующих учебниках находят отражение в основном два компонента: популяционно-видовое и экосистемное разнообразие. Понятие о генетическом разнообразии отсутствует. Авторы ограничиваются только информацией о наследственной изменчивости и её значении для эволюции. В результате понятия генетики не служат основой для изучения теоретических положений экологии.

Понятие «биоразнообразия» – это теоретическое понятие. Поэтому, согласно В. В. Давыдову, процесс его формирования основан на восхождении от абстрактного к конкретному. Абстрактное – это неясное, нечёткое представление о предмете, но обязательно целостное [3]. Поэтому целостное определение понятия «биоразнообразия» необходимо давать в теоретико-методологическом введении в курс общей биологии. Ученики узнают, что биоразнообразие – это сложное, многогранное понятие, включающее несколько взаимосвязанных, но отчётливо различающихся компонентов: разнообразие генов, видов, природных сообществ и экологических систем. Затем конкретизируются компоненты биоразнообразия, раскрывается его ценностное значение. При этом взаимосвязь содержания всех компонентов обеспечивается в движении от генетического разнообразия, через популяционно-видовое к экосистемному.

Знакомство с генетическим разнообразием в курсе общей биологии начинается при изучении закономерностей наследственности. Из законов Г. Менделя ученики узнают об аллельных генах и множественном аллелизме. Подчёркивается, что различные аллели одного гена обуславливают разную степень выражения того или иного признака. Поэтому чем больше аллелей несут особи вида, тем вид более пластичен, лучше приспособлен к меняющимся условиям среды обитания. Понятие о генетическом разнообразии получает развитие при изучении хромосомной теории наследственности. Ученикам сообщается об источнике генетического разнообразия – комбинативной изменчивости, которая проявляется у организмов, размножающихся половым путём. В результате слияния гамет каждый организм получает половину хромосом от одного родителя, а вторую половину – от другого. Число генов в хромосомах исчисляется тысячами, поэтому их комбинирование при половом размножении приводит к формированию нового уникального генотипа. Отмечается, что основа комбинативной изменчивости – случайное сочетание гамет при оплодотворении. В моногибридном скрещивании возможны три генотипа, в дигибридном – уже девять. Каким именно генотипом будет обладать данная зигота, зависит от случайной комбинации гамет. Комбинативная изменчивость возникает и благодаря независимому расхождению гомологичных хромосом в процессе мейоза и рекомбинации генов, основанной на явлении кроссинговера [9]. При изучении молекулярной теории гена внимание старшеклассников обращается на то, что ген делим и состоит из нуклеотидов. В связи с этим отмечается, что «генетическое разнообразие определяется варьированием последовательностей четырёх

нуклеотидов в ДНК организмов определённого вида» [9].

При изучении мутационной изменчивости раскрывается главная причина генетического разнообразия – генные мутации, вызывающие образование новых аллелей. Такие мутации происходят очень редко, однако в силу того, что мутационный процесс идёт постоянно, а количество генов значительно, в геномах содержится огромное количество точковых мутаций. Большинство мутаций вредны для организма, так как расшатывают исторически сложившийся генотип. Но те из них, которые в определённых условиях среды обитания становятся полезными, в дальнейшем передаются по наследству. Далее отмечается, что причины генных мутаций – это ошибки репликации, внедрение мобильных генетических элементов, нарушение в системе репарации [9]. Ученики узнают, что процесс репликации – это точное копирование наследственной информации и её передача из поколения в поколение на основе самовоспроизведения молекул ДНК. Репликация идёт с высокой точностью. Это определяется тем, что ДНК-полимераза дважды проверяет соответствие каждого нуклеотида матрице: один раз перед включением его в состав растущей цепи, второй – перед тем, как включить следующий нуклеотид. Но, несмотря на это, ошибки репликации всё же случаются, например, в процессе воспроизведения ДНК человека в среднем возникает не более трёх ошибок. Ученикам сообщается, что ошибки репликации вызываются действием химических мутагенов, которые могут изменять азотистые основания. Например, азотистая кислота удаляет из оснований аминокислоты. Когда это происходит с цитозином, он превращается в урацил и становится комплементарен аденину [9]. Далее отмечается, что мобильные генетические элементы способны перемещаться в геноме: они могут исчезать с прежних мест и появляться в новых. Встраивание мобильного элемента рядом с конкретным геном может подавлять его работу. Таким образом, мобильные генетические элементы вызывают резкие наследственные изменения, то есть приводят к появлению мутаций.

Осознать значение генетического разнообразия помогает закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н. И. Вавилова или, как называл его сам автор, «теория изменчивости». До создания этого закона считалось, что генные мутации возникают спонтанно, а генетическая изменчивость безгранична. Н. И. Вавилов доказал, что в наследственной изменчивости есть закономерности: изменчивость каждого вида имеет свой спектр. К изменениям, выходящим за пределы спектра изменчивости, никакой мутационный процесс привести не может. У

близкородственных видов большинство аллелей гомологичны, а мутационный процесс происходит сходно. Зная пределы мутационной изменчивости вида, можно предсказывать не только неизвестные признаки и свойства у близкородственных видов, но и прогнозировать общее направление эволюции вида [1].

В дальнейшем, при изучении основ селекции, отмечается, что закон Н. И. Вавилова служит одним из методов деятельности селекционеров, пользуясь которым можно находить формы растений с интересующими селекционера признаками. Ученикам интересно узнать, что сам Н. И. Вавилов считал, что в такой обширной стране, как Россия, с её климатическим, почвенным и географическим разнообразием, необходимо и соответствующее сортовое разнообразие растений, а значит, необходимо колоссальное исходное генетическое разнообразие для селекционной работы. Этим исходным генетическим материалом служат предковые виды культурных растений, сформированные в ходе длительного исторического развития [1]. Далее отмечается, что с целью изучения и сохранения генофонда предковых видов культурных растений Н. И. Вавилов ещё в 20-е годы XX века организовал свыше 180 экспедиций, в результате которых была собрана уникальная, самая крупная в мире коллекция разнообразных сельскохозяйственных растений и их диких предков.

Необходимо не только познакомить учащихся с причинами генетического разнообразия, но и показать пути его сохранения. Ученикам сообщается, что эффективным способом сохранения генетического разнообразия животных является криоконсервация генетического материала (половых клеток, зародышей, личинок). Генетическое разнообразие растений сохраняется благодаря созданию генных банков семян и спор, банков растительного материала (культур тканей, сеянцев в условиях замедленного роста), полевых генных банков (специальных, обычно клоновых, посадок плодовых и лесных пород, корневых и клубневых культур) [6; 7].

Учебная информация о генетическом разнообразии имеет не только практическое, но и теоретическое значение. Разнообразие аллелей – это материал для эволюции, основа видообразования. Поэтому после изучения генетического разнообразия следует перейти к рассмотрению видового разнообразия. В курсе общей биологии изучение этого компонента опирается на знания из основной школы, где учащиеся познакомились с видовым разнообразием растений, животных, грибов.

При определении видового разнообразия мы исходили из положения Н. В. Лебедевой, что это разнообразие видов животных, растений, грибов и микроорганизмов, включая редкие и исчезающие виды [4]. При знакомстве с

популяционной структурой вида, уточняется, что видовое разнообразие зависит от генетического разнообразия его популяций. Популяционное разнообразие выражается количеством популяций внутри одного вида. Существование вида в форме популяции обеспечивает более полное использование ресурсов среды обитания в пределах видового ареала [4; 8]. Далее раскрываются причины разнообразия видов. В связи с этим рассматриваются факторы и способы видообразования. Опираясь на знания эволюционной теории, ученики узнают, что образование нового вида – это результат действия движущих сил эволюции. Отмечается, что в природе существует три способа видообразования: аллопатрическое (географическое), симпатрическое (экологическое) и внезапное. В дальнейшем раскрываются пути видообразования. При этом главное внимание уделяется дивергенции, так как именно этот путь видообразования приводит к увеличению числа видов, то есть видовому разнообразию. Подчёркивается, что видовое разнообразие настолько огромно, что в биологической науке нет исследователя, который бы знал все описанные виды. Поэтому накопленная информация о разнообразии видов приводится в систему с помощью классификации – раздела биологической систематики. В связи с этим в курсе общей биологии важно продолжить развитие систематических понятий, полученных в основной школе. В частности, необходимо сделать обзор крупных таксонов, познакомиться с принципами и методами классификации, включая геносистематику, основанную на генетическом разнообразии [6].

Знания о генетическом и видовом разнообразии подводят учеников к важным выводам: каждый биологический вид уникален, является результатом длительной эволюции. Исчезнувший вид не может появиться вновь (правило необратимости эволюции), поэтому сохранение видов – это первостепенная задача каждого. Ученикам сообщается, что сохранению видового разнообразия способствует создание Красных книг различного значения.

Изучение видового разнообразия дает возможность перейти к рассмотрению разнообразия природных сообществ (биоценозов). Ученики узнают, что биоценоз имеет видовую структуру – видовой состав и соотношение численности разных видов. Господствующие виды (преобладающие по обилию) – доминанты. Они составляют основу биоценоза, определяя его облик. Среди доминирующих видов выделяют виды-эдификаторы, которые своей жизнедеятельностью создают условия обитания для других видов биоценоза. Кроме относительно небольшого числа видов-доминантов в состав биоценоза входит множество малочисленных и редких видов,

которые создают видовое богатство, придают биоценозу устойчивость, составляя своеобразный резерв сообщества. При изменении условий среди малочисленных видов всегда найдутся такие, которые смогут включиться в состав доминантов и даже занять их место, обеспечивая тем самым дальнейшее функционирование и развитие биоценоза.

Далее сообщается, что разнообразие биоценозов обуславливает разнообразие экосистем, в которых живой компонент (биоценоз) связан с неживой природой круговоротом веществ. Единого подхода к классификации разнообразия экологических систем нет. В курсе общей биологии отражаются некоторые из них. Ученики узнают, что одни авторы (Н. Н. Дроздов, Н. В. Лебедева, Д. А. Кривоуцкий и др.) считают основой классификации экосистем их место расположения. Согласно этой классификации выделяют: наземные экосистемы (например, хвойные и лиственные леса, луга, прерии, саванны, пустыни) и водные экосистемы (например, болота, озёра, реки, моря) [4]. Другие авторы (Б. М. Миркин, Б. А. Юрцев и др.) разделяют экосистемы по их размерам. Согласно этой классификации выделяют микроэкосистемы (например, кочка среди болота, пень в лесу, нора с её населением, ручей, аквариум); мезоэкосистемы (например, ельник-кисличник, озеро); макроэкосистемы (лес, степь, луг) [4]. Общепринято разделять экосистемы на естественные (природные) и антропогенные (искусственные). Например, луг, который сформировался под влиянием естественных факторов, представляет собой природную экосистему, а луг, который создан в результате уничтожения естественного сообщества и замены его травосмесью, – антропогенную экосистему, или агроэкосистему. Природные сообщества, входящие в состав экосистемы, могут быть образованы разным числом видов. В связи с этим выделяют богатые (например, тропические леса, коралловые рифы, прибрежные зоны водоёмов) и бедные (например, пустыни, северные тундры, загрязнённые водоёмы) экосистемы [5].

Подчёркивается, что экосистемное разнообразие – главное условие устойчивости и целостности биосферы. Для его сохранения создаются особо охраняемые природные территории (национальные парки, заказники, заповедники, памятники природы). Будущим биологам и экологам важно знать охраняемые территории своей местности.

С целью обеспечения личностной значимости информации о биологическом разнообразии привлекался материал регионального характера. Изменения природы знакомой и близкой с раннего детства позволяют особенно остро прочувствовать и ощутить её состояние, сформировать позицию непримиримости к

проявлениям безответственности по отношению к ней.

В заключение изучения биологического разнообразия отмечается, что от генетического разнообразия зависит приспособленность организмов к среде обитания, длительное устойчивое существование вида и его дальнейшая эволюция. Видовое разнообразие – основа целостности и разнообразия природных сообществ и экосистем. Экосистемное разнообразие – основное условие жизни на Земле. За счёт этого разнообразия жизнь на нашей планете не прерывается уже несколько миллиардов лет. Следовательно, необходимо

сохранять биологическое разнообразие на всех уровнях.

Изучение понятия о биологическом разнообразии в раздел биологии – 10, 11 способствует осмыслению его содержания с позиций ценностей экологической культуры и служит важной предпосылкой к практической деятельности экологического характера. Известно, что успешность деятельности зависит от мотива, побуждающего действовать. Познавание сущности биоразнообразия и опасности его обеднения создаёт установку к действию в направлении сохранения благоприятных условий существования живой природы.

### Литература

1. Вавилов Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Линнеевский вид как система. Л. : Наука, 1967. 91 с. 2. Воронцов Н. Н. Экологические кризисы в истории человечества // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 10. С. 2–10. 3. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения: опыт теоретического и экспериментального психологического исследования. М. : Педагогика, 1986. 240 с. 4. Лебедева Н. В. Биологическое разнообразие: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Н. В. Лебедева, Н. Н. Дроздов Д. А. Кривоуцкий. М. : гуманитар. изд. центр Владос, 2004. 432 с. 5. Мамедов М. Н. Устойчивое развитие и экологизация школьного образования. М. : Ступени, 2003. 283 с. 6. Медников Б. М. Геносистематика: проблемы и трудности // Биология в школе. М., 2000. № 1. С. 9–13. 7. Миркин Б. М. Биоразнообразие и принципы его сохранения: Учебное пособие. Уфа: РИО БашГУ, 2004. 122 с. 8. Моисеев Н. Н. О необходимых чертах цивилизации будущего // Вестник экологического образования в России, 2000. № 4. С. 3–11. 9. Сухорукова Л. Н. Общая биология. 10 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений: профильный уровень / Л. Н. Сухорукова, В. С. Кучменко, Т. Ф. Черняковская. М. : Просвещение, 2008. 224 с. 10. Тяпतिргянов М. М. Биоразнообразие как предмет философского анализа. М. : Экономика и информатика, 2002. 184 с.

### References

1. Vavilov N. I. The law of homologous series in hereditary variation. Linnean species as a system. L. : Nauka, 1967. 91 p. 2. Votontsov N. N. Ecological crises in humanity's history // Soros educational journal. 1999. # 10. P. 2-10. 3. Davydov V. V. Problems of developmental teaching: the experience of theoretical and experimental psychological research. M.: Pedagogika, 1986. 240 p. 4. Lebedeva N. V. Biological diversity: textbook for university students / Lebedeva N. V., Drozdov N. N., Krivolutskiy D. A. M. : Vlados, 2004. 432 p. 5. Mamedov M. N. Stable development and ecologization of school education. M. : Stupeni, 2003. 283 p. 6. Mednikov B. M. Genosystematics : problems and difficulties // Biology at school. M., 2000. # 1. P. 9–13. 7. Mirkin B. M. Biological diversity and the principles of its preservation: textbook. Ufa: Bashkir State University, 2004. 122 p. 8. Moiseev N. N. The necessary features of the civilization of the future // Journal of ecological education in Russia, 2000. # 4. P. 3–11. 9. Sukhorukova L. N. General biology. 10<sup>th</sup> grade: textbook for high schools : advanced level / Sukhorukova L. N., Kuchmenko V. S., Chernykhovskaya T. F. M. : Prosveshcheniye, 2008. 224 p. 10. Tyaptirgyanov M. M. Biological variety as a subject of philosophical analysis. M. : Economy and information technology, 2002. 184 p.

### Literatura

1. Vavilov N. I. Zakon gomologicheskikh rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti. Linneevskij vid kak sistema. L. : Nauka, 1967. 91 s. 2. Voroncov N. N. Jekologicheskie krizisy v istorii cheloveche-stva // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. 1999. № 10. S. 2–10. 3. Davydov V. V. Problemy razvivajushhego obuchenija: opyt teoreticheskogo i jeksperimental'nogo psihologicheskogo issle-dovanija. M.: Pedagogika, 1986. 240 s. 4. Lebedeva N. V. Biologicheskoe raznoobrazie: Uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij / N. V. Lebedeva, N. N. Drozdov D. A. Krivo-luckij. M. : gumanit. izd. centr Vlados, 2004. 432 s. 5. Mamedov M. N. Ustojchivoe razvitie i jekologizacija shkol'nogo obrazovanija. M. : Stupeni, 2003. 283 s. 6. Mednikov B. M. Genosistema-tika: problemy i trudnosti // Biologija v shkole. M., 2000. № 1. S. 9–13. 7. Mirkin B. M. Bioraz-noobrazie i principy ego sohranenija: Uchebnoe posobie. Ufa: RIO Bash GU, 2004. 122 s. 8. Moiseev N. N. O neobhodimyh chertah civilizacii budushhego // Vestnik jekologicheskogo obrazovanija v Rossii, 2000. № 4. S. 3–11. 9. Suhorukova L. N. Obshhaja biologija. 10 klass: ucheb. dlja obshheobra-zovat. uchrezhdenij: profil'nyj uroven' / L. N. Suhorukova, V. S. Kuchmenko, T. F. Chernjakovskaja. M. : Prosveshhenie, 2008. 224 s. 10. Tjaptirgyanov M. M. Bioraznoobrazie kak predmet filosofskogo analiza. M. : Jekonomika i informatika, 2002. 184 s.

*Статья поступила в редакцию 12.06.2014 г.*