

**КАЧЕСТВО, БЕЗОПАСНОСТЬ И ГИГИЕНА ПИТАНИЯ  
/ QUALITY, SAFETY AND FOOD HYGIENE**

Оригинальная статья / *Original article*

УДК 631.15

DOI: 10.31208/2618-7353-2020-12-76-86

**ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**GLOBAL PROBLEMS OF BIODIVERSITY CONSERVATION  
AND FOOD SECURITY**

<sup>1</sup>Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН

<sup>2</sup>Аюна М. Федотова, ученица 11 класса

<sup>3</sup>Елизавета А. Мосолова, ученица 8 класса

<sup>1</sup>*Marina I. Slozhenkina, doctor of biological sciences, professor, correspondent member of RAS*

<sup>2</sup>*Ayuna M. Fedotova, 11th grade student*

<sup>3</sup>*Elizaveta A. Mosolova, 8th grade student*

<sup>1</sup>Поволжский научно-исследовательский институт производства  
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

<sup>2</sup>Лицей № 8 имени А.Н. Неверова, Волгоград

<sup>3</sup>Лицей № 8 «Олимпия», Волгоград

<sup>1</sup>*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing  
of Meat-and-Milk Production, Volgograd*

<sup>2</sup>*Lyceum No. 8 named after A.N. Neverova, Volgograd*

<sup>3</sup>*Lyceum No. 8 «Olympia», Volgograd*

**Контактное лицо:** Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград.

E-mail: niimmp@mail.ru; тел. +7 (8442) 39-10-48; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

**Формат цитирования:** Сложенкина М.И., Федотова А.М., Мосолова Е.А. Глобальные проблемы сохранения биоразнообразия и продовольственной безопасности // Аграрно-пищевые инновации. 2020. Т. 12, N 4. С. 76-86. DOI: 10.31208/2618-7353-2020-12-76-86

**Principal Contact:** Marina I. Slozhenkina, Dr Biological Sci., Professor, Correspondent member of RAS, director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia.

E-mail: niimmp@mail.ru; Russia, tel. +7 (8442) 39-10-48; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

**How to cite this article:** Slozhenkina M.I., Fedotova A.M., Mosolova E.A. Global problems of biodiversity conservation and food security. *Agrian-and-food innovations*, 2020, vol. 12, no. 4, pp. 76-86. (In Russian) DOI: 10.31208/2618-7353-2020-12-76-86

**Резюме**

**Цель.** Научное обоснование происходящих процессов сокращения биоразнообразия окружающей среды и их влияния на рост угроз продовольственной безопасности стран мира.

**Материалы и методы.** Используются общенаучные методы научного поиска, методы обобщения и синтеза научного знания, методы нормативно-правового анализа сложившейся ситуации в социально-экономической сфере. Все цифровые материалы и данные были получе-

ны из открытых источников и использованы для фактического обоснования теоретического материала. Для иллюстрации материалов были использованы методы графического представления данных, статистической оценки данных и логического анализа.

**Результаты.** Истощение биоразнообразия диктует необходимость поиска новых подходов к общению с природой и использованию ее ресурсов. Нарастание угрозы разрушения существующих экосистем, формирующих среду обитания живых организмов на планете, заставляет страны мира пересматривать свои промышленные технологии и применяемые механизмы для обеспечения устойчивого экономического роста и обеспечения продовольственной безопасности. Рост численности населения не дает возможности снижать темпы развития для цивилизации, но требует интенсификации усилий со стороны руководства мировых держав для снижения темпов нарастания глобальных биологических угроз.

**Заключение.** Нарушение биологического разнообразия планеты косвенным образом влияет на состояние биоценозов и их устойчивость к разрушению и деградации. Антропогенное влияние человечества и геометрический рост численности населения не дают возможности биосфере восстанавливать равновесие после вмешательства и потребления ее ресурсов. Исследованы и последовательно решены задачи оценки роли человека в формировании проблемы потери биоразнообразия, значения сохранения биоразнообразия для поддержания жизнеобеспечения растущего земного населения, обеспечения всему населению необходимого уровня и доступности продуктов питания для сбалансированного и устойчивого экономического развития. Безусловно, необходимо более серьезно подходить к сохранению и защите биоразнообразия планеты.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, продовольственная безопасность, население, антропогенное влияние, экология, биосфера.

### **Abstract**

**Aim.** *Scientific substantiation of the ongoing processes of reducing biodiversity to the environment and their impact on the growth of threats to food security of the countries of the world.*

**Material and Methods.** *General scientific methods of scientific research, methods of generalization and synthesis of scientific knowledge, methods of regulatory analysis of the current situation in the socio-economic sphere were used. All digital materials and data were obtained from open sources and used to substantiate the theoretical material in fact. To illustrate the materials, methods of graphical data presentation, statistical data evaluation and logical analysis were used.*

**Results.** *The depletion of biodiversity dictates the need to search for new approaches to communication with nature and the use of its resources. The growing threat of destruction of the existing ecosystems that form the habitat of living organisms on the planet is forcing the countries of the world to revise their industrial technologies and applied mechanisms to ensure sustainable economic growth and food security. Population growth does not make it possible to reduce the rate of development for civilization, but requires intensification of efforts on the part of the leadership of world powers to reduce the rate of growth of global biological threats.*

**Conclusion.** *The disturbance of the biological diversity of the planet indirectly affects the state of biocenoses and resistance to destruction and degradation. The anthropogenic influence of humanity and geometric population growth in numbers do not allow the biosphere to restore equilibrium after the intervention and consumption of its resources. The tasks of assessing the role of man in the formation of the problem of loss of biodiversity, the importance of preserving biodiversity for maintaining the life support of the growing earthly population, providing the entire population with the*

*necessary level and availability of food for balanced and sustainable economic development were investigated and consistently solved. Of course, it is necessary to take a more serious approach to the conservation and protection of the planet's biodiversity.*

**Key words:** *biodiversity, food security, population, anthropogenic influence, ecology, biosphere.*

**Введение.** Глобальные проблемы, связанные с ухудшением экологии окружающей среды, нарушением баланса между диким миром и антропогенным, отражаются на общей эпидемиологической ситуации в мире [1, 2].

В последние 100 лет человечество подвергается постоянной атаке ряда инфекционных заболеваний, присущих дикому животному миру. Такие заболевания, как СПИД, ЭБОЛА, SARS, птичий грипп, свиной грипп – все это перешедшие на человека инфекции, которые вызваны вмешательством людей в жизнь дикой природы. Сегодня в мире бушует новая пандемия COVID-2019, которая беспрецедентна по своим масштабам и уровню смертности. Начавшийся взрывообразный рост заболеваемости коронавирусной инфекцией в провинции Ухань КНР в декабре 2019 – январе 2020 г. заставил государства пересмотреть свою внутреннюю политику и ввести патерналистские меры по охране собственной эпидемиологической, экономической и продовольственной безопасности [9]. Первоначально ограничительные карантинные меры, вводимые многими странами, касались перемещений туристов и иностранных граждан через государственные границы. Постепенно, по мере нарастания угрозы пандемии, карантинные меры ужесточались и превращались в экономические запреты на вывоз продовольственного сырья [3, 13]. Так, уже с апреля 2020 года введены рядом стран квоты на экспорт ряда зерновых культур на международные рынки: Россия ограничила вывоз кукурузы и пшеницы, Вьетнам – риса.

Для поддержания национальных экономик руководство стран ввело дополнительные экономические поддерживающие меры для граждан и бизнеса. Запрет на работу многих предприятий и организаций, не относящихся к жизнеобеспечивающим сферам и отраслям, сильно сказался на экономическом благосостоянии данных предприятий и их сотрудников. Очень сильно пострадали отрасли, связанные с туризмом, перевозками, сфера развлечений и услуг, отрасли, производящие товары не первой необходимости и т.д.

В ответ на распространение пандемии COVID-19 в мире Правительство Российской Федерации последовательно закрывало границу для жителей Ирана, Южной Кореи, Италии, пока, наконец, Распоряжением от 16.03.2020 г. № 635-р не запретило въезд на территорию страны всех иностранных граждан и лиц без гражданства, в том числе через территорию Республики Беларусь. Вместе с запретом для граждан были введены запреты на перевозку грузов, в том числе транзитным транспортом, через границу с продовольственными товарами, что существенно нарушило графики и объемы поставок.

Пандемия двояко влияет на экологию окружающей среды. С одной стороны, остановка многих заводов, фабрик, шахт и прочих загрязняющих производств положительно сказывается на состоянии окружающей среды – воздух вблизи промышленных объектов становится чище, очищаются воды и прилегающие местности [13]. С другой стороны, отсутствие регулярных и легальных заработков у населения заставляет его буквально хищнически отбирать у природы биоресурсы. Участились случаи браконьерства, нелегальной торговли дикими животными, вырубка лесов. Таким образом, происходит оскудение природных запасов, нарушается баланс в природе и изменяется сама биосфера. Данные изменения носят отложенный характер, они будут действительно заметны через определенный период времени, поэтому так остро эта про-

блема не ставится [4, 14]. Биоразнообразие нашей планеты сегодня сокращается по причине антропогенного воздействия человека на окружающую среду, который, расширяя сельскохозяйственные и промышленные площади, вторгается в дикую природу, нарушая ее экосистему и биологическое равновесие. Проблема нарушения равновесия в природе и во взаимоотношениях человека с природой изучалась много лет различными учеными.

Среди наиболее известных отечественных и иностранных авторов, занимавшихся проблемами сохранения биоразнообразия планеты можно отметить следующих исследователей: Вернадский В.И., Gray J.S., Кравчук М.А. и др., Левченко В.Ф., Пучковский С.В., Яблоков А.В. и др., Бродский А.К. и Бобылев Н.Г. [1-5, 9, 14].

Вопросами развития и эволюционирования биологических систем, а также влиянием экологии окружающей среды на социально-экономическое развитие стран мира занимались такие исследователи, как: Шмальгаузен И.И., Шварц С.С., Holling C.S., Тимофеев-Ресовский Н.В. и др., Crutzen P.J. and Stoermer E.F., Chapin F.S., Brown T.C. et al., Plotnikov V. et al., Fordham D.A. et al., Vertakova Y. et al., Sazonov S.P. et al. [6-8, 10-12, 15-18].

Несмотря на большое количество публикаций по данной тематике, вопросы биоразнообразия до сих пор мало изучены и не признаны приоритетными направлениями устойчивого развития на уровне руководства многих стран [5].

**Материалы и методы.** Использованы общенаучные методы научного поиска, методы обобщения и синтеза научного знания, методы нормативно-правового анализа сложившейся ситуации в социально-экономической сфере. Все цифровые материалы и данные были получены из открытых источников и использованы для фактического обоснования теоретического материала. Для иллюстрации материалов были использованы методы графического представления данных, статистической оценки данных и логического анализа.

**Результаты и обсуждение.** Народонаселение Земли растет с увеличивающейся скоростью. Технический прогресс обеспечил население вакцинами против эпидемий, дал возможность сократить детскую смертность, производить большее количество продуктов питания для обеспечения потребностей всех социальных слоев. Кроме того, благодаря последним достижениям медицины во многих развитых странах увеличилась средняя продолжительность жизни людей. Рост народонаселения происходит в основном за счет стран третьего мира, в которых достаточно остро стоят проблемы с питанием, медицинским обслуживанием и обеспечением минимальных социальных гарантий. Сегодня в мире проживает около 7713 млн. человек, а к 2100 году прогноз численности составляет 10875 млн. человек. Наиболее интенсивный рост населения происходит в регионе Юга Сахары, Центральной и Южной Азии, Восточной и Юго-Восточной Азии, а также в наименее развитых странах, что влечет нарастание проблем глобального мирового голода. В данных странах наблюдается демографический взрыв, который невозможно сдержать никакими экологическими и социальными ограничениями [6, 7]. Превышение допустимого уровня демографической нагрузки создает высокое давление на слабые экономики развивающихся стран, которые не способны обеспечить такое количество граждан минимальными социальными гарантиями. Растущее население не будет иметь возможности обучаться, получать медицинское обслуживание и даже иметь качественное и достаточное питание (таблица 1).

**Таблица 1.** Население мира, регионы и отдельные группы, 2019, 2030, 2050, 2100, млн.

**Table 1.** Population of the world, SDG regions and selected groups, 2019, 2030, 2050, 2100, millions

Показатель <i>Indicator</i>	2019	2030	2050	2100
Мир / <i>World</i>	7713	8548	9735	10875
Юг Африки / <i>Sub-Saharan Africa</i>	1066	1400	2118	3775
Северная Африка и Западная Азия <i>/Northern Africa and Western Asia</i>	517	609	754	924
Центральная и Южная Азия/ <i>Central and Southern Asia</i>	1991	2227	2496	2334
Восточная и Юго-Восточная Азия / <i>Eastern and South-Eastern Asia</i>	2335	2427	2411	1967
Латинская Америка и Карибский бассейн / <i>Latin America and the Caribbean</i>	648	706	762	680
Австралия и Новая Зеландия / <i>Australia and New Zealand</i>	30	33	38	49
Океания / <i>Oceania</i>	12	15	19	26
Европа и Северная Америка / <i>Europe and Northern America</i>	1114	1132	1136	1120
Наименее развитые страны / <i>Least development countries</i>	1033	1314	1877	3047
Развитые страны, не имеющие выхода к морю / <i>Land-locked developed countries</i>	521	659	926	1406
Малые островные развивающиеся государства / <i>Small Island Developing States</i>	71	78	87	88

Фактически население Земли к 2100 году увеличится на 29%, то есть потребность в жизнеобеспечивающих ресурсах также возрастет на 29%. К сожалению, не все страны способны обеспечить своих граждан ресурсами. Так, многие страны Африки и Азии даже не способны прокормить население по причине засушливого климата, военных конфликтов, отсутствия ресурсов для поддержания местного агробиоценоза [8, 10]. Существующий мировой пояс голода проходит именно через указанные регионы (рисунок 1).

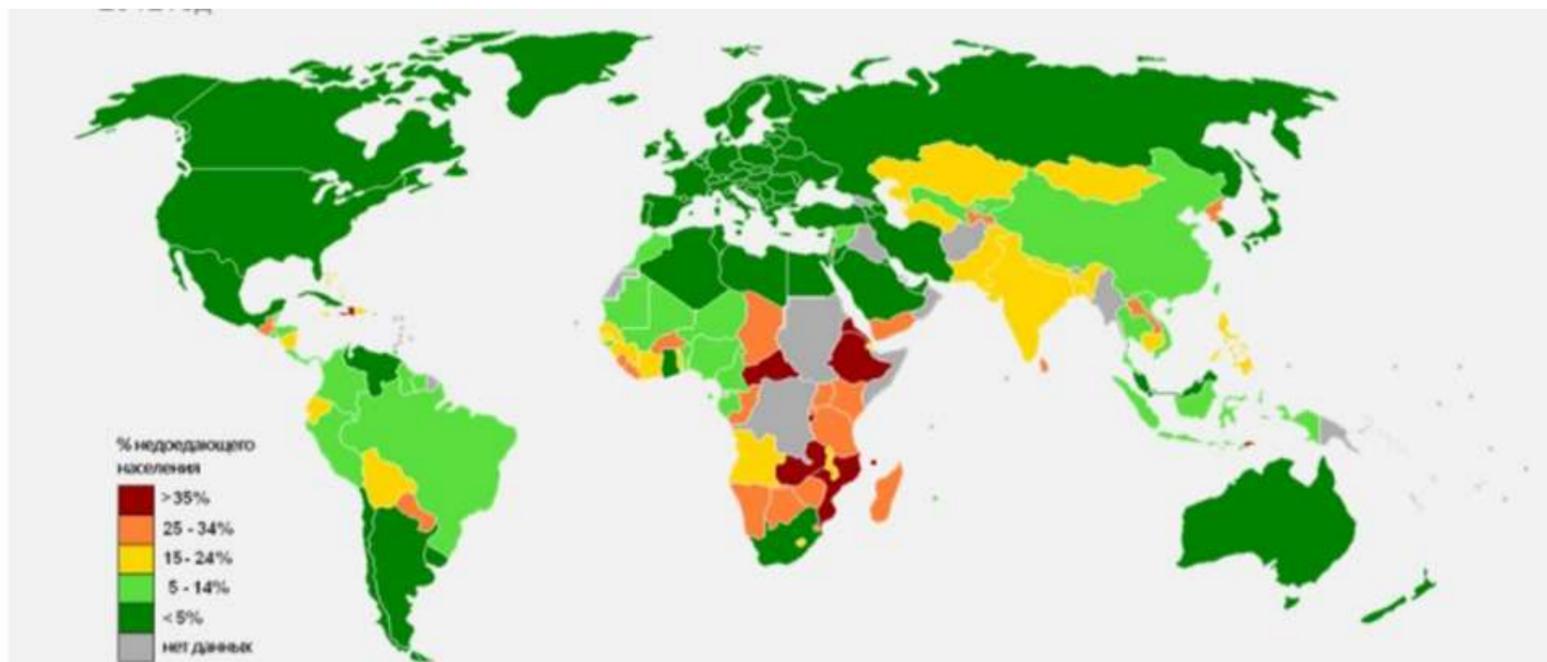


Рисунок 1. Мировой пояс голода

Figure 1. World belt of hunger

На рисунке 1 видим, что наиболее сильно население недоедает именно в Африке, южнее от экватора – до 100%. В современных условиях, когда производится достаточное количество продуктов питания – это неприемлемые цифры. Помимо африканского континента голод испытывают в Индии, островных странах Тихоокеанского бассейна, Азии, Латинской Америке, то есть там, где наблюдается наиболее высокий прирост населения. Без решения

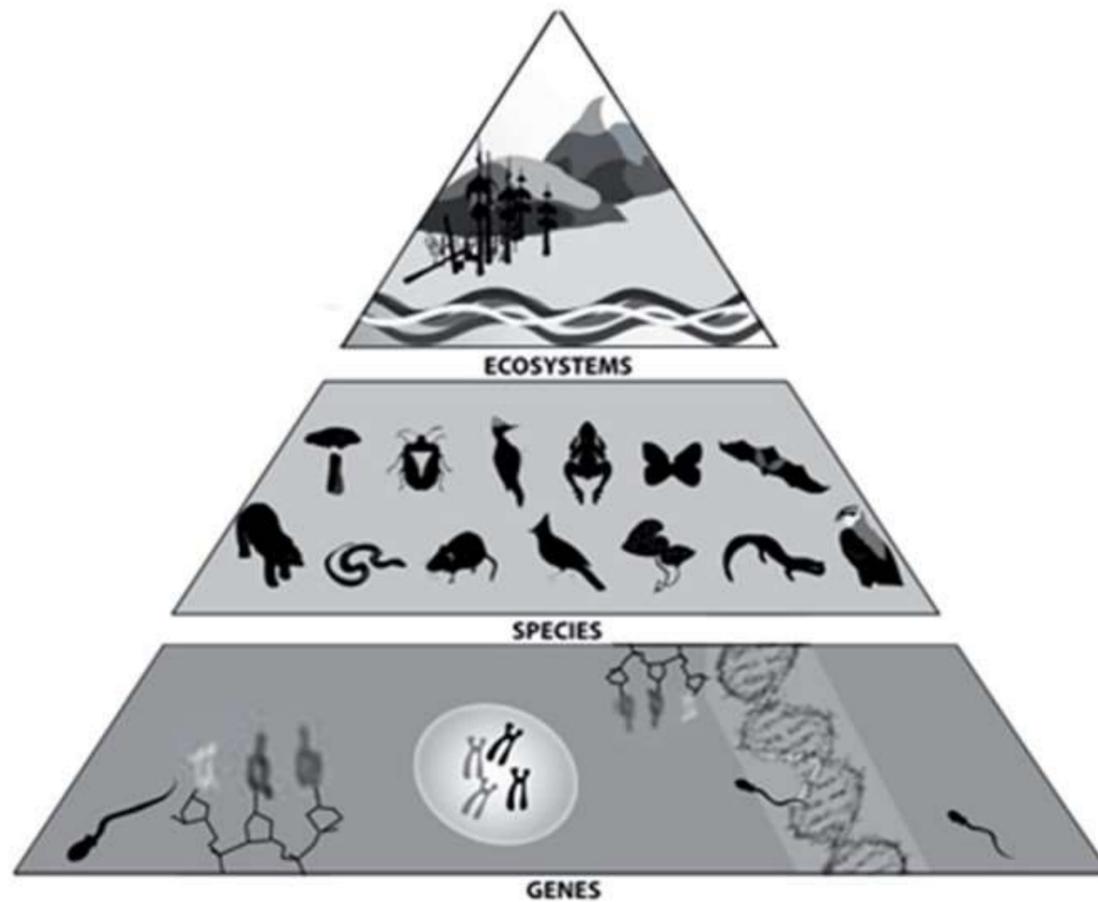
данных проблем эти регионы не смогут устойчиво и сбалансированно развиваться, поэтому нужно не просто поставлять им продовольствие, а помочь создать условия для производства продовольственного сырья [11, 12].

Усилия Всемирной продовольственной организации ООН не дают должного эффекта по снижению количества голодающих. Более того, голод в последние годы продолжает нарастать, что создает высокую социальную напряженность в указанных регионах и порождает новые военные конфликты. В условиях пандемии COVID-2019 бунты и народные волнения охватили даже развитые страны: в июне 2020 г. многие города США и ряд стран Европы охватили массовые народные протесты, направленные против расизма в условиях карантина. Таким образом, не стоит рассчитывать на гуманитарную поддержку развитых стран, так как они заняты решением внутренних проблем и борьбой с коронавирусной инфекцией, которая, по мнению ряда ученых-бактериологов, представляет собой ответ биосферы на вторжение в ее среду.

Под давлением сложившейся эпидемиологической ситуации социально-экономическое положение во многих странах складывается не самым благоприятным образом. Происходит массовое увольнение работников предприятий и организаций непродовольственной сферы и сферы услуг, сокращается финансирование по ряду признанных неактуальными программ. Отсутствие источников побуждает людей снова вторгаться в дикую природу, истощая ее биологические ресурсы, эксплуатируя и разрушая сформированную биологическую систему, которая фактически поддерживает экологию нашей планеты. Получается определенная цепочка деструктивных тенденций: человек разрушает природу для обеспечения собственных потребностей, разрушая тем самым окружающую среду, которая дает ему возможность жить, как итог всего этого – полное разрушение биосферы планеты и исчезновение земной биоты [15, 17].

Исправление сложившихся деструктивных тенденций в социально-экономической сфере невозможно без кардинального вмешательства в процессы антропогенного воздействия на биосферу [18]. Только за счет совместных усилий всех стран мира, направленных на сокращение применения разрушительных технологий в производственных сферах, на прекращение процессов разрушения естественных агроценозов и замену их искусственными, урбанизированными территориями, на охрану и восстановление земного биоразнообразия. Факт сокращения существующего биоразнообразия и возросшая скорость его исчезновения (в 100-1000 раз быстрее) по сравнению с другими эпохами подрывает основы устойчивого развития и глобального экологического равновесия. Ученые подсчитали, что ежедневно на Земле исчезает около 100-200 видов живой формы, к концу XXI века планета потеряет около 50-80% всех видов живых существ, составляющих основу современной биосферы [18]. Для окружающей среды – это огромные, фактически невозполнимые потери, которые самым негативным образом отразятся на человеческой форме жизни.

Представленная на рисунке 2 пирамида биоразнообразия земной биосферы показывает нам, как важно сохранить существующие наборы биоценозов – от самых простых до наиболее сложных. Видим, что простейшие формы, организуясь, создают наиболее сложные формы и так далее. На вершине пирамиды формируется экосистема, которая дает возможность существовать живым формам, в том числе человеку. Экосистема не просто создает среду для нормального обитания человека, но и дает ему необходимые ресурсы для создания комфортных условий жизни, поэтому ее нужно сохранять именно в данном виде, в данной форме, в данном состоянии.



**Рисунок 2.** Пирамида биоразнообразия в окружающей среде  
*Figure 2. Pyramid of biodiversity in the environment*

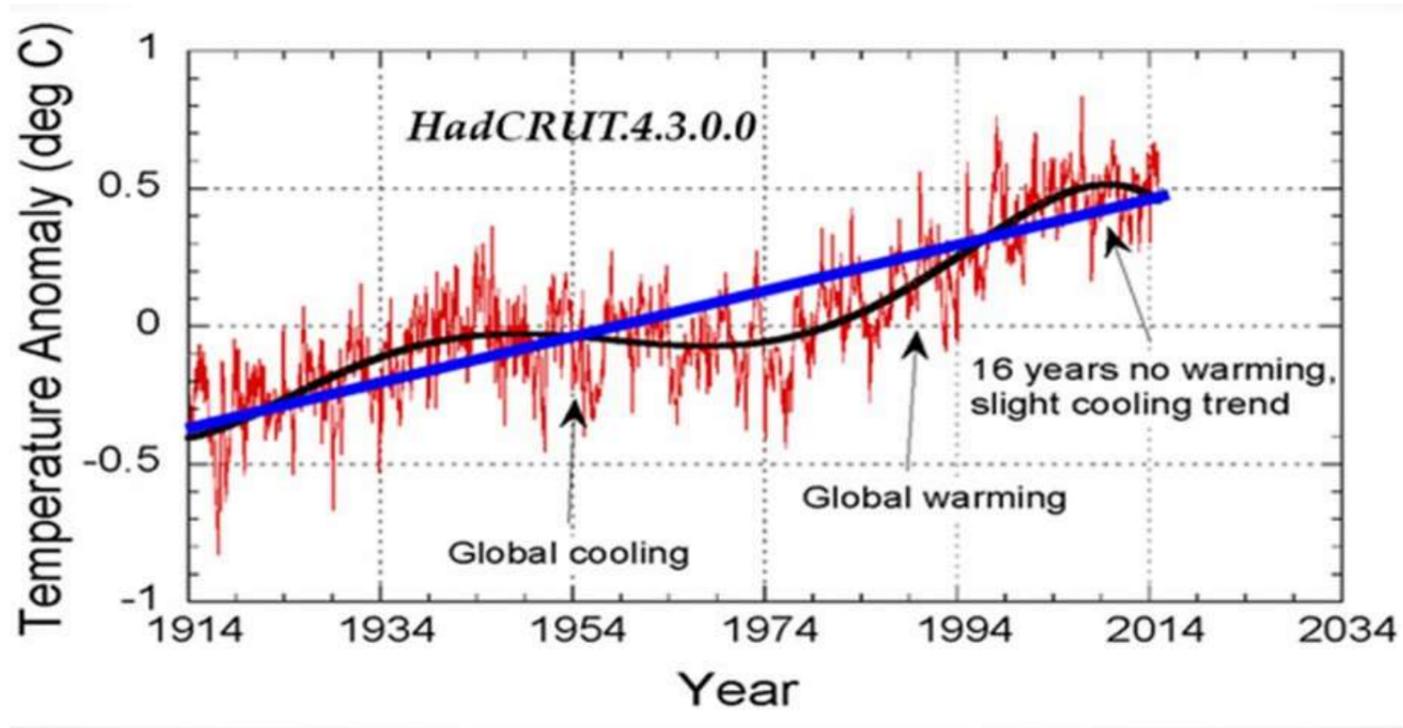
К сожалению, современная цивилизация не учитывает того факта, что экосистема может разрушаться под воздействием антропогенного существования. Так, чрезмерный выпас домашнего скота приводит к разрушению почвы и опустыниванию многих степных и полустепных территорий (появление пустыни Сахара), необоснованное потребление естественных водоемов на орошение приводит к утрате водоемов (исчезновение Аральского моря), рост объемов промышленной лесозаготовки приводит к уничтожению лесных массивов и их обитателей, осушение болот под сельскохозяйственные угодья приводит к потере уникальной флоры и фауны болотистых местностей. Подобных примеров необдуманного использования природных ресурсов и потенциалов большое количество. Человечество в стремлении создавать для себя комфортные условия для существования, максимизации коммерческой выгоды очень часто не учитывает те потери, которые несет окружающая среда в результате ее изменения и нарушения. Все перечисленные вмешательства в природную экосистему имеют накопительный характер и постепенно приводят к глобальным катастрофам.

Сегодня многие государства приходят к выводу о необходимости консолидации усилий по сохранению биоразнообразия, осознания роли биоразнообразия в сохранении экосистемы и формировании основ для ее последующей эволюции была доказана в XX веке. Данный факт необходимости защиты и поддержания существующего биоразнообразия был зафиксирован в Конвенции о сохранении биоразнообразия ООН 1992 г. Но отсутствие рычагов и регламента выполнения положений Конвенции привело к тому, что оно до сих пор не выполняется сторонами, так как не носит жесткого регламентирующего характера. Существуют примеры других документов рамочного характера в данной области.

Таким образом, видим, что в данной сфере не разработано никаких международных правовых документов, определяющих границы антропогенного воздействия на окружающую среду. Вместе с тем другая глобальная проблема – изменение климата, продуцирована сокращением биоразнообразия. Так, сокращение естественных экосистем (водных объектов, лесных массивов, болот) снижает способность земной поверхности к поглощению вырабаты-

ваемого углекислого газа, отражению лучей солнечного света, что в итоге выражается в потеплении климата и повышении уровня Мирового океана. Поскольку угроза потепления более ощутима и отражается посредством образом на жизнедеятельности человека, то она привлекает внимание развитых стран. Изучение причин такого климатического изменения привело к большему пониманию важности и роли сохранения существующего биоразнообразия. Наблюдения ученых-климатологов доказали большую роль антропогенного фактора в наметившихся климатических тенденциях.

На рисунке 3 представлены колебания температур за период 1914-2014 гг. и прогноз до 2034 года, составленный учеными (рисунок 3).



**Рисунок 3.** Глобальные температурные аномалии и колебания

**Figure 3.** Global temperature anomalies and fluctuations

Наметившаяся тенденция к росту среднегодовой температуры будет сохраняться при существующих условиях и факторах воздействия на окружающую среду. Возрастающая скорость глобального потепления выступает тревожным фактором изменения биосферы планеты, так как она влияет на уровень Мирового океана и сокращение территории суши для проживания людей. Мелкие островные государства постепенно уходят под воду, что вызывает приток мигрантов и беженцев с данных территорий, которых необходимо содержать и обеспечивать необходимыми ресурсами к существованию.

**Заключение.** Истощение природных ресурсов приводит к нарушению баланса биоразнообразия и его сокращению под воздействием жизнедеятельности человека. Такие процессы происходят по всему миру, более масштабны в развитых странах, менее масштабны в развивающихся странах. Но подобное воздействие имеет накопительный эффект и приводит к постепенному изменению и истощению окружающей среды. Неявный характер подобных изменений не способствует привлечению внимания в настоящий момент, но через поколение это отражается на оскудении территорий, изменении привычного ландшафта, исчезновении многих видов флоры и фауны, ухудшении общей среды существования человечества.

Биоразнообразие создает возможность для экосистемы восстанавливаться и эволюционировать. Важно сохранить именно то видовое разнообразие, которое есть в настоящий момент, так как чем более разнообразны формы живого на планете, тем устойчивее экосистема,

которую они продуцируют. Только в такой экосистеме может полноценно и максимально продуктивно жить и развиваться человечество.

**Благодарность:** Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ НШ-2542.2020.11.

*Acknowledgment:* This work was supported by a Grant of the President of the Russian Federation (НШ-2542.2020.11).

### Библиографический список

1. Бродский А.К., Бобылев Н.Г. Биоразнообразие в преодолении современного экологического кризиса: исследование экосистемного и антропоцентричного подходов в стратегии устойчивого развития // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2017. Т. 62. Вып. 3. С. 237-253. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2017.302
2. Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. Москва: Мысль, 1994. 671 с.
3. Кравчук М.А., Красков Ю.И., Малинин В.Н., Глобальный экологический кризис: стратегия выживания // Общество. Среда. Развитие. 2009. 1, 194-205.
4. Левченко В.Ф. Биосфера: этапы жизни (эволюция частей и целого). СПб.: ISVOE, 2012. 264 с.
5. Пучковский С.В. Эволюция биосистем. Факторы микроэволюции и филогенеза в эволюционном пространстве-времени. Ижевск: Изд. Удмуртского университета, 2013. 444 с.
6. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1986. 436 с.
7. Шварц С.С. Эволюция и биосфера. Проблемы биоценологии. М.: Наука, 1973. С. 213-228.
8. Шмальгаузен И.И. Кибернетические вопросы биологии. Новосибирск: Наука, 1968. 224 с.
9. Яблоков А.В., Левченко, В.Ф., Керженцев А.С. Выход есть: переход к управляемой эволюции биосферы // Philosophy & Cosmology. 2015. 14, 92-118.
10. Brown T.C., Bergstrom J.C., Loomis J.B. Defining, valuing and providing ecosystem goods and services // Nat. Resour. J. 2007. Vol. 47. N 2. P. 329-376.
11. Crutzen P.J., Stoermer E.F. The Anthropocene. Global Change // Newsletter. 2000. Vol. 41. P. 17-18.
12. Chapin F.S., Matson P.A., Mooney H.A. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. New York, Springer-Verlag, 2002. 436 p.
13. Fordham D.A., Akçakaya H.R., Alroy J., Saltré F., Wigley T.M.L., Brook B.W. Predicting and mitigating future biodiversity loss using long-term ecological proxies // Nature Climate Change. 2016. 6, 909-916.
1. Gray J.S. Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist // Mar. Pollut. Bull. 2002. Vol. 45. P. 46-52.
2. Holling C.S. Resilience and stability of ecological systems // Annual Review of Ecology and Systematics. 1973. Vol. 4, N 1. P. 1-23.
3. Plotnikov V., Fedotova G.V., Popkova E.G., Kastyurin A.A. Harmonization of Strategic Planning Indicators of Territories' Socioeconomic Growth // Regional and Sectoral Economic Studies. 2015. Vol. 15-2 (July-December). P. 105-114.

4. Sazonov S.P., Fedotova G.V., Sazonov V.E. Formation of the Concept of Sustainable Development of Territory in the Worsening Ecological Conditions // *Espacios*. 2018. Vol. 39. N 12. P. 7. – URL: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n12/a18v39n12p07.pdf> (дата обращения 27.11.2020)
5. Vertakova Y., Plotnikov V., Fedotova G.V. The System of Indicators for Indicative Management of a Region and its Clusters // *Procedia Economics and Finance*. 2016. Vol. 39. P. 184-191.

### References

1. Brodsky A.K., Bobylev N.G. Biodiversity in overcoming the current ecological crisis: a study of ecosystem and anthropocentric approaches in the strategy of sustainable development. *Vestnik SPbGU. Nauki o Zemle*, 2017, vol. 62, iss. 3, pp. 237-253. (In Russian) DOI: 10.21638/11701/spbu07.2017.302
2. Vernadsky V.I. *Zhivoe veshchestvo i biosfera* [Living matter and biosphere]. Moscow, Thought Publ, 1994, 671 p. (In Russian)
3. Kravchuk M.A., Kraskov Yu.I., Malinin V.N., The global ecological crisis: a strategy for survival. *Society. Wednesday. Development*. 2009. 1, 194-205. (In Russian)
4. Levchenko V.F. *Biosfera: etapy zhizni (evolyuciya chastej i celogo)* [Biosphere: stages of life (evolution of parts and the whole)]. SPb, ISVOE Publ., 2012, 264 p. (In Russian)
5. Puchkovsky S.V. *Evolyuciya biosistem. Faktory mikroevolyucii i filogeneza v evolyucionnom prostranstve-vremeni* [Evolution of biosystems. Factors of microevolution and phylogenesis in evolutionary space-time]. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2013, 444 p. (In Russian)
6. Timofeev-Resovsky N.V., Vorontsov N.N., Yablokov A.V. *Kratkij ocherk teorii evolyucii* [A brief outline of the theory of evolution]. Moscow, Science Publ., 1986. 436 p. (In Russian)
7. Schwartz S.S. *Evolyuciya i biosfera. Problemy biocenologii* [Evolution and the biosphere. Problems of biocenology]. Moscow, Science Publ., 1973, p. 213-228. (In Russian)
8. Shmalgauzen I.I. *Kiberneticheskie voprosy biologii* [Cybernetic problems of biology]. Novosibirsk, Science Publ., 1968. 224 p. (In Russian)
9. Yablokov A.V., Levchenko V.F., Kerzhentsev A.S. There is a way out: the transition to a controlled evolution of the biosphere. *Philosophy & Cosmology*. 2015. 14, 92-118. (In Russian)
10. Brown T.C., Bergstrom J.C., Loomis J.B. Defining, valuing and providing ecosystem goods and services. *Nat. Resour. J.* 2007, vol. 47, no. 2, pp. 329-376.
11. Crutzen P.J., Stoermer E.F. The Anthropocene. *Global Change Newsletter*. 2000, vol. 41, pp. 17-18.
12. Chapin F.S., Matson P.A., Mooney H.A. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. New York, Springer-Verlag, 2002. 436 p.
13. Fordham D.A., Akçakaya H.R., Alroy J., Saltré F., Wigley, T.M.L., Brook B.W. Predicting and mitigating future biodiversity loss using long-term ecological proxies. *Nature Climate Change*. 2016. 6, 909-916.
14. Gray J.S. Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. *Mar. Pollut. Bull.* 2002, vol. 45, pp. 46-52.
15. Holling C.S. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1973, vol. 4, no. 1, pp. 1-23.

16. Plotnikov V., Fedotova G.V., Popkova E.G., Kastyurin A.A. Harmonization of Strategic Planning Indicators of Territories' Socioeconomic Growth. *Regional and Sectoral Economic Studies*. 2015, vol. 15-2 (July-December), pp. 105-114.
17. Sazonov S.P., Fedotova G.V., Sazonov V.E. Formation of the Concept of Sustainable Development of Territory in the Worsening Ecological Conditions. *Espacios*. 2018, vol. 39, no. 12, pp. 7. – URL: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n12/a18v39n12p07.pdf> (accessed 27.11.2020)
18. Vertakova Y., Plotnikov V., Fedotova G.V. The System of Indicators for Indicative Management of a Region and its Clusters. *Procedia Economics and Finance*. 2016, vol. 39, pp. 184-191.

**Критерии авторства:** Марина И. Сложенкина является автором общей концепции исследования, отвечает за аналитическую и графическую часть статьи. Аюна М. Федотова и Елизавета А. Мосолова осуществляли подбор статистических данных, их обработку и оформление в табличном формате. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

*Author contributions:* Marina I. Slozhenkina is the author of the general concept of the research, is responsible for the analytical and graphic part of the article. Ayuna M. Fedotova and Elizaveta A. Mosolova carried out the selection of statistical data and their processing in a tabular format. The authors were equally involved in writing the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

**ORCID:**

Марина И. Сложенкина / Marina I. Slozhenkina <http://orcid.org/0000-0002-9660-2852>

Получено / Received: 02-12-2020

Принято после исправлений / Accepted after corrections: 21-12-2020