

Производительность 12-вольтного погружного насоса 3 осуществлялась путем изменения напряжения питания (рисунок 3). Насос создает избыточное давление (над атмосферным) в диапазоне $1.0 \cdot 10^5 \div 2.5 \cdot 10^5$ Па, обеспечивая лишь транспортирование жидкости со скоростями от ≈ 3 м/с до ≈ 5 м/с. Отметим, что при отсутствии электрического воздействия на струю, жидкость всегда вытекала из штуцера в виде сплошного потока.

Разработанная авторами установка позволит провести экспериментальные исследования по возможности диспергирования электропроводящих, плохо проводящих и диэлектрических жидких сред.

Список литературы

1. Свинцов В. Я. Влияние электрического поля на физические характеристики биосырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 1995. № 6. С. 14–15.
2. Свинцов В. Я., Шматова Е. Н., Хлыстунов М. С., Муканов Р. В. Электростатический способ диспергирования жидких топлив применительно к котельным установкам // Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 1. С. 255–258.
3. Пробивное напряжение воздуха между плоскими пластинами. URL: <https://www.calc.ru/600.html>
4. Хзмалян Д. М., Каган Я. А. Теория горения и топочные устройства : учеб. пособие для теплоэнерг. специальностей вузов / под ред. д-ра техн. наук, проф. Д. М. Хзмаляна. М. : Энергия, 1976. 487 с

УДК 628.394.17

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И МЕТОДЫ ЕГО КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ

**Г. М. Абдурахманов¹, Ю. М. Брумитейн²,
А. Ф. Сокольский³, А. Ш. Канбетов⁴**

¹*Институт прикладной экологии Республики Дагестан
(г. Махачкала, Россия)*

²*Астраханский государственный университет (г. Астрахань, Россия)*

³*Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет (г. Астрахань, Россия)*

⁴*Атырауский институт нефти и газа (г. Атырау, Казахстан)*

В работе сделан анализ существующих критериев оценки биологического разнообразия. В простейшем случае такие оценки при парных сравнениях могут осуществляться по критериям «меньше-равно-больше», но более целесообразны количественные оценки. Биологическое разнообразие (БР) достаточно часто считается некоторым интегральным показателем лучшего или худшего состояния экосистем. В силу этого динамика изменения этого показателя (в т. ч. в условиях техногенных нагрузок) вызывает пристальный интерес [1–4]. Приведены классические модели анализа биологического разнообразия. Показаны недостатки каждого из методов. Сделан вывод о необходимости осторожного подхода при расчетах разнообразия по тем или иным математическим моделям. Приведенные материалы показывают, что проблема оценки биоразнообразия

далека от своего окончательного решения. При выборе количественных методов оценки желательно исходить из цели и задач работы, применяя один или несколько существующих математических моделей.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, критерий, экосистема, территориальное распределение, биомасса, доминирование, математическая статистика, индекс, экология, количественная оценка.

This paper made an analysis of the existing criteria for assessment of biological diversity. In the simplest case, such assessments when paired comparisons can be carried out according to the criteria "less-well-more," but it is more suitable to quantify. Biodiversity (BR) is often considered to be sufficiently certain integral indicator of a better or worse state of ecosystems. Because of this, the dynamics of change of the index (including in the conditions of technogenic loads) is a keen interest [1–4]. Presents the classic models of the analysis of biological diversity. The drawbacks of each method. The conclusion about the need for a cautious approach to diversity calculations on various mathematical models. These data show that the problem of assessing the biodiversity is far from its final decision. When choosing a quantitative assessment methods, it is desirable to proceed from the purpose and work problems by applying one or more of the existing mathematical models.

Keywords: biodiversity criteria, ecosystem, spatial distribution, biomass, dominance, mathematical statistics, index, ecology, quantitative evaluation.

Хотя большинство людей интуитивно представляют, что такое «биологическое разнообразие», но это представление на качественном уровне. Поэтому необходимы разработка и грамотное применение количественных критериев оценки биологического разнообразия (БР). Такие оценки позволяют сравнить эти одномоментные показатели для разных местообитаний или в одном местообитании, но для разных моментов времени. В простейшем случае такие оценки при парных сравнениях могут осуществляться по критериям «меньше-равно-больше», но более целесообразны количественные оценки.

Биологическое разнообразие (БР) достаточно часто считается некоторым интегральным показателем лучшего или худшего состояния экосистем. В силу этого динамика изменения этого показателя (в т. ч. в условиях техногенных нагрузок) вызывает пристальный интерес [1–4].

В общем случае показатели БР зависят от климатических условий (температурный режим, осадки и пр.) и техногенной нагрузки. Нередко вместо техногенной нагрузки используется термин «антропогенная нагрузка», однако это не одно и то же. Часто считается, что более разнообразные в видовом отношении сообщества позволяют в большей мере использовать потенциальные ресурсы экосистем. Однако в некоторых случаях это может быть и не так [5–8].

Объекты, к которым может быть применен показатель БР. Наиболее грубый подход – определение общего числа видов. Однако при этом не используются данные об их относительном обилии. В общем случае целесообразны подходы, более полно учитывающие такую информацию [2]:

(А) На основе соотношения долей численности видов в каком-то местообитании в определенный момент времени.

(Б) Среднеинтегральные оценки БР для того же местообитания за какой-то промежуток времени (на основе нескольких данных о БР в определенные моменты в пределах рассматриваемого временного интервала).

При этом, кроме оценок средних значений и дисперсионных характеристик показателей БР, их можно связать изменением условий внешней среды (температурный режим, величина паводка и пр.). Отметим, что для многих экосистем в процессе их функционирования во времени характерно не просто изменение соотношений численности видов, но и принципиальное изменение состава видов (например, для зимнего и летнего периодов).

(В) На основе территориального распределения соотношений численностей видов по отдельным местообитаниям (т. е. оценки по группам местообитаний). Кроме того, такой анализ позволяет оценить какие виды являются общераспространенными, а какие – индикаторными, т. е. как-то связанными с изменениями характера местообитания.

(Г) При оценке БР видимо надо учитывать и то, что часть видов в конкретном местообитании имеется постоянно, а часть могут его просто посещать, т.е. находиться в нем лишь часть времени. Формально это, очевидно, может быть учтено, если допустить, что показатели численности видов могут быть и менее единицы.

(Д) Как правило, показатели видового разнообразия применяются в отношении видов без различения их по родам и семействам (видимо исходя из того, что такая классификация носит в какой-то степени условный характер). Однако, наличие в выборке видов из различных таксономических групп видимо должно приводить к увеличению оценок показателей разнообразия.

(Е) В общем случае надо также учитывать, что при оценке разнообразия могут быть использованы совокупности видов для разных трофических уровней: фитопланктон, зоопланктон, бентос, рыбы, млекопитающие. Для таких условий оценки БР в литературе не обсуждались.

(Ж) Помимо численностей видов для оценки биоразнообразия могут быть использованы и биомассы видов. Это особенно целесообразно, если виды значительно различаются по величинам биомасс. Кроме того, могут быть очевидно предложены и некоторые комбинированные показатели, учитывающие как численность и биомассу.

(З) При оценках показателей разнообразия обычно не учитывается половой и возрастной состав встречающихся видов. Эта информация (в случае ее доступности) также может быть использована для оценки БР.

Показатели доминирования видов. Они связаны с показателями разнообразия и нередко используются вместе с ними. Понятно, что при росте показателей доминирования ведущих видов показатели разнообразия биосистем обычно уменьшаются.

Существующие индексы видового богатства и их недостатки.

Индексы разнообразия можно отнести к специальным методам математической статистики для конкретной предметной области. Однако в стандартных учебниках по биометрике они не рассматриваются

Пик интереса к «индексам разнообразия» (судя по количеству научных публикаций) пришелся на конец 60-х – начало 70-х годов XX века.

Пусть $\{K_i\}$ набор численностей видов ($i=1 \dots S$).

S – общее количество видов.

Их относительные значимости в простейшем случае оценим как $\{p_i\}$, где

$$p_i = K_i / (\sum_{i=1}^S K_i) = K_i / N \quad (1)$$

т. е. в виде долей от общей численности, без учета степени межвидовых отличий.

Показатель разнообразия по Симпсону

$$D\{p_i\} = 1 - \sum_{i=1}^S (p_i^2) \quad (2)$$

При равной численности всех видов, т. е.

$$p_i = const = 1/S \quad (3)$$

будем иметь максимальное значение:

$$D_{max} = (S-1)/S \quad (4)$$

Когда доля какого-то вида стремится к «1», то:

$$D \rightarrow 0$$

Для конечных объемов выборок эта формула (показатель Симпсона) модифицируется:

$$D^{\#} = 1 - \sum_{i=1}^S \left\{ \frac{K_i(K_i-1)}{N(N-1)} \right\} \quad (5)$$

При случайных наборах значений численностей видов, величина D ниже максимальной, что иллюстрируется таблицей 1 для 10 видов (варианты 2...5).

Таблица 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сумма	D
Ч1	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	1.000	0.900
Ч2	0.675	0.656	0.525	0.725	0.297	0.450	0.018	0.278	0.180	0.925	4.730	0.868
Ч3	0.810	0.896	0.972	0.497	0.806	0.872	0.042	0.212	0.720	0.596	6.423	0.879
Ч4	0.185	0.851	0.007	0.066	0.474	0.650	0.473	0.461	0.334	0.278	3.780	0.858
Ч5	0.260	0.423	0.207	0.204	0.444	0.262	0.663	0.459	0.924	0.957	4.804	0.869

Показатель разнообразия по Шэннону:

$$H\{p_i\} = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i) \quad (6)$$

При равной численности всех видов, т. е.

$$p_i = \text{const} = 1/S \quad (7)$$

будем иметь максимальное значение:

$$H_{\max} = \ln(S) \quad (8)$$

Когда доля какого-то вида стремится к 1, то:

$$H \rightarrow 0$$

Обычно $H = 1,5 \dots 3,5$. Редко превышает 4,5.

При случайных наборах значений численностей видов, величина H также ниже максимальной, что иллюстрируется таблицей 2 для 10 видов (варианты 2...5).

Таблица 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сумма	H
Ч1	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	1.000	2.303
Ч2	0.675	0.656	0.525	0.725	0.297	0.450	0.018	0.278	0.180	0.925	4.730	2.113
Ч3	0.810	0.896	0.972	0.497	0.806	0.872	0.042	0.212	0.720	0.596	6.423	2.163
Ч4	0.185	0.851	0.007	0.066	0.474	0.650	0.473	0.461	0.334	0.278	3.780	2.052
Ч5	0.260	0.423	0.207	0.204	0.444	0.262	0.663	0.459	0.924	0.957	4.804	2.157

С увеличением числа видов максимальные значения показателей Симпсона и Шеннона растут (таблица 3).

Таблица 3

	Число видов S						
	2	3	4	5	10	25	100
D-max	0.500	0.667	0.750	0.800	0.900	0.960	0.990
H-max	0.693	1.099	1.386	1.609	2.303	3.219	4.605

Поэтому сравнивать экологическое разнообразие двух объектов при разной численности видов не вполне корректно.

В связи с этим, естественно проводить нормировку полученных показателей на максимальные значения при данном числе видов.

Для показателя Симпсона это соответствует:

$$D^* = D / D_{\max}(S) \quad (9)$$

Однако более удобен т. н. показатель эквитабельности:

$$E = H^* = H / H_{\max}(S) = H / \ln S \quad (10)$$

При случайных наборах значений численностей видов величина E ниже максимальной, что иллюстрируется таблицей 4 для 10 видов (варианты 2...5), и относительно слабо зависит от количества видов.

Таблица 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сумма	H	E
Ч1	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	1.000	2.303	1.000
Ч2	0.675	0.656	0.525	0.725	0.297	2.877	1.569	0.975					
Ч3	0.810	0.896	0.972	0.497	0.806	0.872	4.853	1.773	0.911				
Ч4	0.185	0.851	0.007	0.066	0.474	0.650	0.473	0.461	3.168	1.787	0.813		
Ч5	0.260	0.423	0.207	0.204	0.444	0.262	0.663	0.459	0.924	0.957	4.804	2.157	0.937

Если виды, по которым оценивается экологическое разнообразие, значительно различаются по массе, то оценки долей может быть целесообразно давать через суммарные биомассы B_i :

$$p_i = B_i / \sum_{i=1}^S (B_i) \quad (11)$$

Некоторые другие меры разнообразия, используемые в экологии. По Hatcherinson-Bowman (обобщение индекса Шеннона с учетом конечности выборки):

$$(1 - \sum_{i=1}^S (1/p_i)) / 12N^2 + [\sum_{i=1}^S \{(1/p_i) - (1/p_i^2)\}] / 12N^3 \quad (12)$$

Обычно ограничиваются лишь 1 и 2-м членами формулы. Когда нельзя гарантировать случайного характера выборки или если учтены все особи в сообществе, то подходящей мерой будет индекс Бриллюэна:

$$HB = \frac{\ln N! - \sum_{i=1}^S (\ln(K_i!))}{N} \quad (13)$$

На основе показателя Бриллюэна также можно оценить «выровненность»:

$$E^* = \frac{HB}{HB_{\max}} \quad (14)$$

$$HB_{\max} = \frac{1}{N} \ln \frac{N!}{\{[N/S]!\}^{S-r} * \{([N/S]+1)!\}^r} \quad (15)$$

Где $[N/S]$ – целая часть отношения N/S , $r = N - S[N/S]$

Подход по Макинтошу (на основе расстояния точки, описывающей сообщество, от начала координат в многомерном пространстве видов):

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^S K_i^2} \quad (16)$$

Отсюда мера разнообразия:

$$R^{\#} = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}} \quad (17)$$

Мера выровненности:

$$E^{\#} = \frac{N - U}{N - N/\sqrt{S}} \quad (18)$$

Индекс Бергера-Паркера:

$$d = \frac{K_{\max}}{N}$$

(это относительная значимость наиболее обильного вида)

При этом для оценки разнообразия обычно используют:

$$d^* = 1/d \quad (19)$$

Эти индексы независимы от S , но на них влияет размер выборки.

Приведенные материалы показывают, что проблема оценки биоразнообразия далека от своего окончательного решения. При выборе количественных методов оценки желательно исходить из цели и задач работы, применяя один или несколько существующих математических моделей.

Список литературы

1. Близнец И. А., Леонтьев К. Б. Авторское право и смежные права. М. : Проспект, 2009. 416 с.
2. Брумштейн Ю. М. Базы данных и некоторые смежные объекты. Анализ понимания терминов в законодательстве и сфере информационных технологий // Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права. 2009. № 1. С. 8–18.
3. Каспийское море. О влиянии экологических изменений на биоразнообразие и биопродуктивность / под ред. А. Ф. Сокольского. Астрахань, 2009. 404 с.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1973. 343 с.
5. Усманов Б. М. Общие принципы оценки экологического состояния окружающей среды // Современные аспекты экологии и экологического образования : материалы Всероссийской конференции. 19–23 сентября 2005 г. Казань, 2005. С. 381–383.
6. Учитель Ю. Г., Терновой А. И., Терновой К. И. Разработка управленческих решений. М. : ЮНИТИ: ДАНА, 2008. 383 с.
7. Федоров В. Д., Гильманов Т. Г. Экология. М. : Изд-во МГУ, 1980. 464 с.
8. Черноруцкий И. Г. Методы принятия решений. СПб. : БХВ-Петербург, 2005. 416 с.

УДК 662.957

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛИЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАЗОПЕРЕХОДНЫХ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Ю. В. Цымбалюк

*Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет (Россия)*

Показана актуальность технической и технологической модернизации, а также инновационного развития сельскохозяйственной отрасли в рамках государственной программы по импортозамещению. Рассмотрены различные виды обогрева тепличных комплексов: водяная система, солнечная, а также система с использованием инфракрасных нагревателей. Произведен сравнительный анализ существующих видов систем