

**Журавлёв Александр Иванович**

студент

**Фадеев Александр Николаевич**

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный

технологический университет»

г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл

## ЛЕПЕСТКОВАЯ ДИАГРАММА КАК СРЕДСТВО ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Аннотация:** в данной статье авторами выполнено математическое моделирование морфометрических параметров котловины озера Морской Глаз в программной среде CurveExpert 1.4. В работе описан метод графического представления результатов моделирования в виде лепестковых диаграмм, позволяющих визуально оценивать зависимости параметров.

**Ключевые слова:** лепестковая диаграмма, математическое моделирование, морфометрические параметры, трехмерная модель, румб.

1 июля 2014 года состоялась экспедиция на озеро Морской Глаз (д. Шарик-боксад, Волжский район, республика Марий Эл), в результате которой была получена цифровая модель котловины [1].

Для оценки параметров склонов котловины выполнено построение профилей, берущих начало из самой низкой (глубокой) точки и ориентированных по 8 направлениям света: север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад.

Модели математического моделирования котловины озера получены в программной среде CurveExpert 1.4.

Для моделирования применена формула, представленная смесью устойчивых законов, полученных объединением закона показательного роста, закона экспоненциальной гибели, простого устойчивого закона, и волнового изменения. Описывает волновые сигналы с амплитудой и периодом колебательных возмущений на основе биотехнического закона:

$$y = a + b * x^c * \exp(-d * x) + e * x^f * \exp(-g * x) * \cos(h * x - i). \quad (1.1)$$

Результаты математического моделирования занесены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры готовой статистической модели  
склона котловины озера Морской Глаз

Румб	Значения параметров, составляющих модели по формуле 1.1								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
С	83,36	1,05	1,20	0,016	$2,68 \cdot 10^{-9}$	16,98	1,70	0,73	-2,90
СВ	84,88	1,44	1,12	0,015	0,68	2,38	0,39	0,43	2,91
В	84,1	1,81	1,22	0,034	0,04	1,93	0,07	0,20	1,38
ЮВ	84,79	1,42	1,31	0,04	$-5,65 \cdot 10^{-8}$	18,19	2,37	0,41	2,21
Ю	84,51	2,41	1,14	0,031	0,02	7,53	0,99	0,02	1,68
ЮЗ	85,55	0,55	1,69	0,046	-0,44	2,29	0,31	0,84	-2,35
З	84,68	1,87	1,06	0,01	0,06	2,38	0,17	-0,35	0,21
СЗ	84,18	2,33	0,9	0,004	1,63	0,85	0,11	-0,29	1,34

Графическое представление позволяет визуально установить зависимости параметров от направления склона (рис. 1).

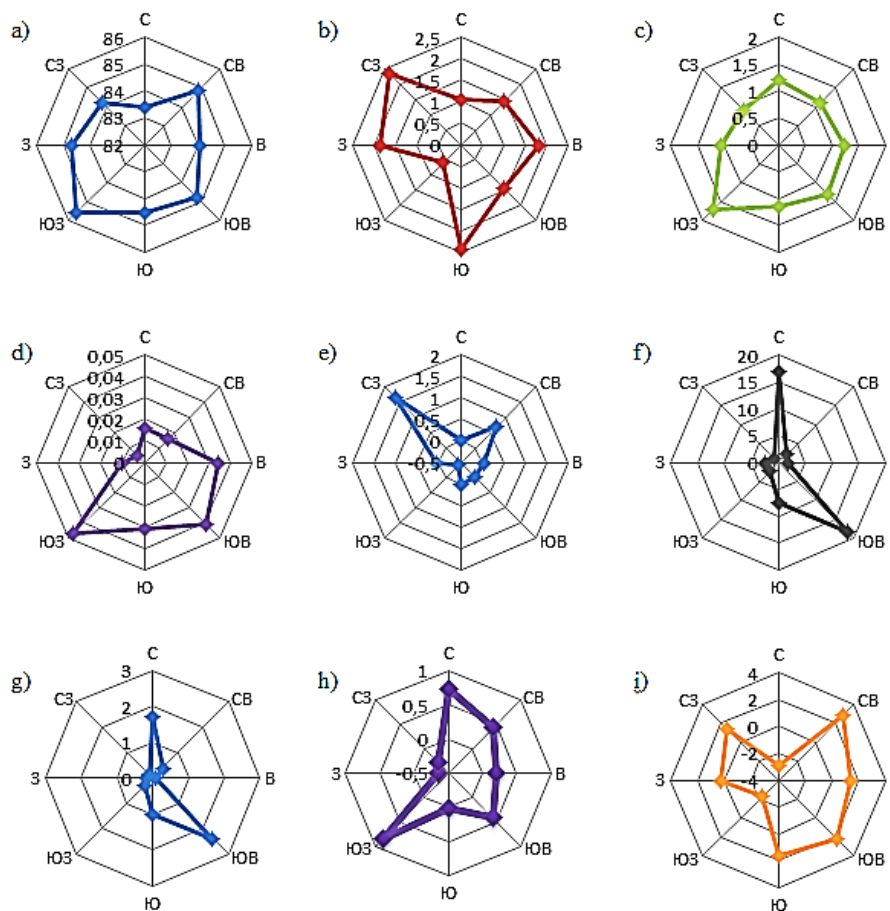


Рис. 1. Значения параметров из табл. 1 в виде лепестковых диаграмм

Параметр  $a$  характеризует простой устойчивый закон и указывает на линейную предысторию. Вторая и третья составные части содержат параметры  $b, c, d$  ( $e, f, g$ ) и являются биотехническим законом в краткой форме, где  $b$  ( $e$ ) и  $d$  ( $f$ ) характеризуют активность роста и активность гибели,  $c$  ( $g$ ) – интенсивность роста. Параметры  $h$  и  $i$  – амплитуда и период колебательных возмущений.

Для параметра  $a$  наблюдается 2 скачка за пределами интервала в 84–85, это увеличение для ЮЗ и уменьшение для С. Для параметра  $c$  скачек на увеличение для ЮЗ, уменьшение для СЗ.

Значительным скачками в сторону увеличения значений для С обладают параметры  $f, g, h$ ; для ЮВ –  $f, g$ ; для ЮЗ –  $a, c, d, h$ ; для СЗ –  $b, e$ . В сторону уменьшения для С – параметр  $i$ ; для В –  $g$ ; для ЮЗ –  $b, e, i$ ; З –  $f, g, h$ ; СЗ –  $d, f, g, h$ .

Лепестковые диаграммы (рис. 1) можно классифицировать как:

- стабильные, не имеющие значительных числовых отклонений (параметры  $a$  и  $c$ );
- скачкообразные, значения сильно разнятся и график обретает соответствующий «игольчатый» вид (параметры  $e, f, g$ );
- смещённые, значения в одном направлении отличительно больше чем в другом, в результате чего создается видимость смещения графика относительно центра (параметр  $d$ );
- уравновешенные, напоминают смещённые, но с одним отличием, заключающимся в том, что в противоположную сторону от смещения (выделяющийся сектор) имеют некоторый увеличивающий скачек (стабилизирующий сектор).

### ***Список литературы***

1. Журавлёв А.И. Получение о обработка морфометрических характеристик озера Морской Глаз / А.И. Журавлёв // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: Материалы Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 23–28 ноября 2015 г.): В 8 ч. Ч. 5: Инновации в строительстве, природообустройстве и техносферной безопасности / Редкол.: В.Г. Котлов, В.М. Поздеев [и др.]. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 316 с.