

Проз. 1980

ПРОЗ. 2019

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

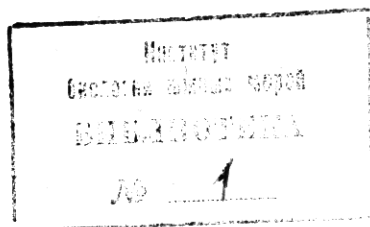
БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 36

БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
И ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ ЧЕРНОГО МОРЕЯ



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1976

Киселева М. И. Питание полихеты *Platynereis dumerilii* в Черном море.— В кн.: Эколого-морфологические исследования донных организмов. К., «Наукова думка», 1970. Маккавеева Е. Б. К биологии и сезонным колебаниям численности некоторых бокоплавов Черного моря.— Тр. Севаст. биол. ст., 1960, т. 13.

Несис К. Н. Некоторые вопросы пищевой структуры морского биоценоза.— Океанология, 1965, т. 5, вып. 6.

Хмелева Н. Н. Биология и энергетический баланс *Idotea baltica basteri* из Черного моря. Автореф. канд. дис. Севастополь, 1971.

Băcescu M., Müller G., Scolca H., Petran A., Elian V., Gomoiu M., Bodeanu N., Stănescu S. Cecetări de ecologie marină în sectorul predeltaic în condițiile anilor 1960—1961.— *Ecologie marina*, 1965.

Brand T. Stoffbestand und Ernährung einiger Polychäten und anderer mariner Würmer.— *Zeit. verg. Physiol.*, 1927, т. 5, N 4.

Morton J. The habits of *Cyclope neritea* a style-bearing Stenoglossen Gastropoda.— *Proc. Malac. Soc.*, 1960, т. 34, N 2.

Sanders H. Benthic studies in Buzzards bay. III. The structure of the soft-bottom community.— *Limnol. and oceanogr.*, 1960, т. 5, N 2.

Институт биологии южных морей АН УССР
Севастополь

Поступила в редколлегию
15.XII 1974 г.

Ю. В. Подвинцев, Н. Ю. Миловидова, В. Э. Новиков,
Л. Н. Кирюхина, М. И. Кучеренко, А. В. Цуканов

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ БИОЦЕНОЗОВ В РАЙОНЕ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Чрезвычайно актуальна задача количественной и качественной статистической оценки процессов, связанных с жизнедеятельностью донных биоценозов в условиях общего (в особенности нефтяного) загрязнения. В работах Калугиной и др. (1967), Миловидовой (1967), Смоляра (1973) отмечалась зависимость распределения донных биоценозов в черноморских бухтах от загрязнения, однако математических методов при решении этих вопросов не применяли.

Мы приводим основные результаты статистической обработки информации, полученной в результате заранее запланированной комплексной съемки.

Описание исходных данных. Таблицу исходных данных составляли на основании обработки проб, собранных дночерпателем на 64 станциях в Севастопольской бухте и прилегающих к ней районах. Регистрировали следующие параметры: X_1 — глубина; X_2 — влажность грунта в %; X_3 — содержание нефтепродуктов в грунте в %; X_4 — численность нефтеокисляющих микроорганизмов в 1 г грунта; X_5 — численность гетеротрофных микроорганизмов. Кроме того, регистрировали биологические параметры a_{ij} и b_{ij} , a_{ij} — численность, а b_{ij} — биомасса, где i — номер пробы ($i = 1, 2, \dots, 64$), j — индекс, соответствующий конкретному виду бентоса ($j = 1, 2, \dots, 33$), x_{ij} — численное значение X_j переменной в i -й пробе. Всего в районе Севастополя было обнаружено 33 вида донных организмов.

Величины a_{ij} и b_{ij} позволяют в каждой i -й пробе подсчитать показатель индекса плотности биомассы j -го вида зообентоса (P_{ij}) по формуле Зенкевича и Бродской (1937):

$$P_{ij} = \sqrt{a_{ij} \cdot b_{ij}}. \quad (1)$$

Глубина X_1 — один из важнейших параметров, обуславливающих распределение донных организмов. Параметр X_2 (% влажности грунта) отражает ряд важнейших характеристик (гранулометрический и минералогический составы, а также наличие органического вещества в грунте), но его очень трудно оценить количественно. Параметр X_3 отражает загрязнение донных осадков нефтепродуктами (действие этого фактора особенно значи-

тельно в районах крупных портов). В качестве показателя нефтяного загрязнения донных осадков было принято относительное количество хлороформ-растворимых веществ в сухом грунте. Косвенным показателем нефтяного загрязнения грунта является параметр X_4 , а X_5 — показатель общего органического загрязнения грунта.

Описание методов статистического анализа. Для изучения статистической картины взаимосвязи параметров с донными биоценозами были использованы методы многомерного статистического анализа — корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ.

Корреляционный анализ (Митропольский, 1961) применяли для статистической оценки взаимной связи различных видов донных организмов по показателю индекса их плотности. Результатом данного анализа является матрица корреляции R :

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \dots & r_{ij} & \dots \\ r_{n1} & \dots & r_{nn} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Элементы этой матрицы были подсчитаны с использованием данных (1) по формулам:

$$r_{ij} = \frac{-1}{\sigma_i \sigma_j (N-1)} \cdot \sum_{k=1}^N (P_{ki} - \bar{P}_i) \cdot (P_{kj} - \bar{P}_j);$$

$$\bar{P}_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_{ki}; \quad \sigma_i^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (P_{ki} - \bar{P}_i)^2. \quad (3)$$

Регрессионный анализ (Андерсон, 1963) применим в задачах описания таблицы исходных данных аналитическими выражениями вида:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n. \quad (4)$$

Здесь Y — главный фактор, а X_i — параметры таблицы исходных данных. Используя регрессионный анализ, вычисляют коэффициенты уравнения (4), коэффициент множественной корреляции учтенных параметров X_i с главным фактором, проверяют адекватность описания таблицы исходных данных соотношением (4).

Дисперсионный анализ (Шеффе, 1963) позволяет ответить на вопрос, оказывает ли значимое влияние исследуемая переменная X_i таблицы исходных данных на главный фактор Y . Для этого переменные X_i и главный фактор разбивают на уровни, которые могут быть количественными или качественными, фиксированными или случайными (качественный уровень — вид организмов, а количественный — их численность или биомасса).

В дисперсионном анализе рассматривается модель:

$$Y_{ij} = M + X_i + E_{ij}, \quad (5)$$

где Y_{ij} — означает i -е наблюдение на j -м уровне, M — общее среднее для всех данных, E_{ij} — случайная ошибка в i -м наблюдении на j -м уровне.

Значимость влияния параметров на главный фактор оценивается с помощью критерия Фишера или с помощью множественного рангового критерия Дункана.

Основные результаты статистического анализа донных биоценозов в районе бухты Севастополя. Корреляционный анализ показателей индекса плотности различных видов донных организмов позволил обнаружить две статистически устойчивые группы организмов зообентоса: группа А (*Lucinella divaricata* — *Chamelea gallina* — *Fabula fabula*); группа Б (*Gouldia minima* — *Polititapes aurea* — *Moerella donacina*).

Регрессионный анализ позволил получить следующую линейную статистическую модель зависимости общей биомассы бентоса Y от описанных выше факторов:

$$Y = 17,6 - 0,51X_1 + 0,15X_2 - 2,8X_3 - 1,65X_4 - 28X_5.$$

Анализ уравнения показал отсутствие адекватности исходным данным. Коэффициент множественной корреляции параметров $X_1 \div X_6$ с фактором Y составил 0,22. Поэтому перед проведением следующих съемок необходимо выявить еще ряд влияющих параметров для обеспечения более полного статистического описания.

Дисперсионный анализ выявил следующую картину статистической взаимосвязи параметров и главных факторов. На общую биомассу глубина (X_1) и влажность грунта (X_2) оказывают сильное значимое влияние с вероятностью $P = 0,97$; концентрация нефтяного загрязнения X_3 влияет с вероятностью $P = 0,7$; гетеротрофные и нефтеокисляющие микроорганизмы X_4 , X_5 влияют незначительно.

На существование пяти видов моллюсков нефтяное загрязнение грунта влияет следующим образом: *Gouldia minima* наиболее чувствительная к нефтяному загрязнению грунта, индекс ее плотности зависит от количества хлороформрастворимых веществ в грунте. Отношение Фишера при этом $F = 6,01$; *Lucinella divaricata* более стойка к нефтяному загрязнению грунта, но зависит от него ($F = 4,43$); *Cerastoderma glaucum* имеет значение $F = 4,19$; *Abra nitida milachewichi* имеет $F = 4,06$; *Tritia reticulata* наиболее стойка из всех перечисленных видов к нефтяному загрязнению грунта и имеет $F = 2,07$ (недостаточность исходной информации по остальным видам организмов не позволила провести аналогичные исследования).

Расчеты показывают, что наличие в грунте более 3% нефти для бентоса смертельно.

ЛИТЕРАТУРА

- Андерсон Т. В. Введение в многомерный статистический анализ. М., Физматгиз, 1963.
Зенкевич Л. А., Бродская В. А. Материалы по экологии руководящих форм бентоса Баренцова моря.— Учен. записки МГУ, 1937, вып. 13.
Калугина А. А., Миловидова Н. Ю., Свиридова Г. В., Уральская И. В. О влиянии загрязнений на морские организмы Новороссийской бухты Черного моря.— Гидробиол. журн., 1967, т. 3, № 1.
Миловидова Н. Ю. Донные биоценозы бухт северо-восточной части Черного моря.— В кн.: Биология моря. К., «Наукова думка», 1967.
Миловидова Н. Ю., Смоляр Р. И. Влияние загрязнения на некоторые донные биоценозы Черного моря.— Мат-лы Всесоюз. симпозиума по изучению Черного и Средиземного морей, использованию и охране их ресурсов. Часть IV. К., «Наукова думка», 1973.
Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М., Физматгиз, 1961.
Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М., Физматгиз, 1963.

Институт биологии южных морей АН УССР
Севастополь

Поступила в редколлегия
10.1 1975 г.

Н. Г. Сергеева

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ СВОБОДНОЖИВУЩИХ НЕМАТОД БИОЦЕНОЗА *MODIOLUS PHASEOLINUS*

За последние десятилетия значительно возрос интерес к изучению мелких донных организмов (мейобентоса). Обладая высокой численностью, организмы мейобентоса играют важную роль в балансе органического вещества донных отложений (Раузер-Черноусова, 1935). Мейобентос представляет собой «передаточное» звено между микро- и макробентосом, аккумулирующее и перерабатывающее мелкие пищевые частицы, потребление которых макроформами энергетически невыгодно (Киселева, 1965).