

**ИНДИКАТОРНЫЙ ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗАПАСА НА
ПРИМЕРЕ ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА**

М.М. Пятинский, В.А. Шляхов, Д.Ф. Афанасьев

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону, Россия

Email: pyatinskiy_m_m@azniirkh.ru

Ключевые слова: экосистемный анализ, метод главных компонент, Черное море, шпрот.

Введение

Комплексные исследования экосистем и их изменчивости являются приоритетным направлением современных эколого-биологических проблем [Матишов, 2011; European parliament, 2011; Шунтов, Темных, 2013; Титова, Родионов, 2017]. Наиболее высокую практическую важность эти исследования приобрели при оценке состояния рыбных запасов и воздействия на них различных факторов среды [Матишов, 2011; Daskalov et.al., 2017]. В соответствии с методическими рекомендациями [Бабаян и др., 2018] по подготовке материалов обоснования общего допустимого улова или рекомендованного вылова, каждый эксплуатируемый вид водных биоресурсов, зачастую, используется и изучается изолировано от экосистемных взаимосвязей. Оценка биомассы запаса биоресурса выполняется на основе многолетней динамики его биологических характеристик и параметров промысла. При таком подходе учитывается воздействие лишь единственного фактора – промысловой эксплуатации.

Черноморский шпрот – короткоциклового, холоднолюбивый, пелагический зоопланктофаг. Для черноморского шпрота, как и многих других краткоциклового видов, характерны частые, до настоящего момента не объясненные, флуктуации продуктивности нерестового стада (ожидаемой численности пополнения). Наличие подобных флуктуаций сильно затрудняет прогнозирование численности пополнения и не позволяет построить надежную функцию, описывающую зависимость «запас-пополнение».

Для инклюзивного изучения состояния водных биоресурсов, среды обитания и воздействия биотических и абиотических факторов на водные биоресурсы предлагается метод ретроспективного анализа состояний экосистемы на основе среднемноголетних показателей о биотической и абиотической составляющей среды обитания на примере черноморского шпрота в водах России за период 1994–2019 гг. Такой подход позволит выявить квази-стабильные состояния пелагической экосистемы российских вод Черного моря и их влияния на продуктивность нерестового запаса черноморского шпрота.

Материалы и методы исследования

В качестве входных данных использовались фондовые данные Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и данные Европейского проекта «Коперник»:

– Абиотическая составляющая: температура поверхности воды, содержание растворенного кислорода в воде, содержание растворенных нитратов и фосфатов;

– Биотическая составляющая: удельная биомасса фитопланктона (поверхность воды), биомасса кормового зоопланктона (для шпрота), биомасса гребневика мнемнопсис и берое (пищевые конкуренты), биомасса, численность пополнения и промысловая смертность черноморского шпрота, биомасса камбалы-калкан и пелагиды (хищники для шпрота);

– Антропогенные факторы: промысел шпрота на Крымско-Кавказском шельфе, в целом в Черном море.

Выделение периодов квази-стабильных состояний пелагической экосистемы выполнено методом кластерного анализа k-средних [Hartigan, Wong, 1979; Rousseeuw, 1987]. Для уменьшения размерности входных данных применен метод главных компонент, позволяющий выполнить качественный анализ о природе некоторых связей [Gorban et al., 2007].

Результаты и обсуждение

В результате уменьшения размерности данных методом главных компонент удалось описать 73% общей дисперсии рассматриваемой экосистемы. Выделены 3 главные компоненты, которые по совокупности значимых факторов в каждой получили названия: 1 компонента – зоологическая кормовая-биоресурсная (33% общей дисперсии), 2 компонента – инвазивные кормовые конкуренты (25% общей дисперсии), 3 компонента – гидролого-гидро-химическая (15% общей дисперсии). На основе собственных значений и собственных векторов выполнена кластеризация периодов квази-стабильных состояний экосистемы, Рис., а.

На основе результатов кластеризации собственных векторов главных компонент пелагической экосистемы выделены 3 периода квазистабильных состояний и главенствующие факторы, определяющие их:

1) 1994–1998 гг.: негативное влияние гребневика мнемнопсис на кормовую базу, факторы биомассы фитопланктона и хищных видов рыб;

2) 1999–2003: переходный период встраивания гребневика берое в трофическую цепь, факторы биомассы запаса шпрота и численности пополнения;

3) 2004–2019 гг.: обусловлен факторами биомассы кормового зоопланктона, температуры воды и промышленной эксплуатацией шпрота.

В результате получения новых сведений о периодах квази-стабильных состояний, выполнено построение модели сегментной регрессии «запас-пополнение» (Рис. б) для периода однородной продуктивности запаса шпрота 2004–2019 гг.

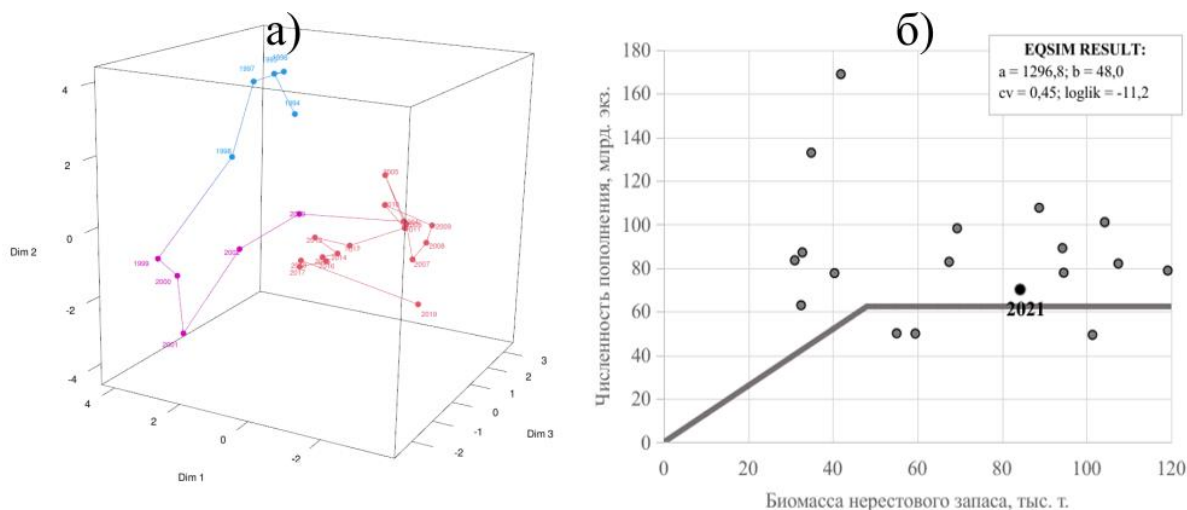


Рис. Кластеризация методом к-средних периодов квази-стабильных состояний пелагической экосистемы Черного моря в пространстве 3-х главных компонент и модель сегментной регрессии «запас-пополнение» для черноморского шпрота за период стабильного состояния 2004–2019 гг.

Результаты аппроксимации наблюдаемых данных сегментной регрессией выдержали статистическую диагностику, что позволяет надежно прогнозировать численность пополнения.

Список литературы

- Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И. и др. 2018. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов // М.: Изд-во ВНИРО. 312 с.
- Матишов Г.Г. 2011. Комплексные исследования больших морских экосистем России. Изд. КНЦ РАН. 516 с.
- Титова Г.Д., Родионов В.З. 2017. Современные принципы реализации экосистемного подхода в морском планировании // Региональная экология. №. 3. С. 17–23.
- Шунтов В.П., Темных О.С. 2013. Иллюзии и реалии экосистемного подхода к изучению и управлению морскими и океаническими биологическими ресурсами // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). Т. 173. С. 3–29.