

**V. V. Sadomskiy<sup>1</sup>, E. G. Krupa<sup>2</sup>, I. M. Aminova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>“SED” LLP, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Republican State Enterprise "Institute of Zoology", Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>“Akjayik” State Nature Reserve, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: sadomsky@list.ru, elena\_krupa@mail.ru, agrimony92@mail.ru

## **EXPERIMENTAL SURVEYS OF SEISMIC-ACOUSTIC IMPACT ON THE NORTH CASPIAN AQUATIC ORGANISMS**

**Abstract.** Materials of experimental and field surveys of seismic-acoustic impact on the North Caspian zooplankton, zoobenthos and ichthyofauna in summer, 2012-2013 are provided in this article. The article also demonstrates that for assessment of seismic exploration impact, the following is of high indicator value: proportion of traumatized or dead specimens, the values of Shannon-Wiener diversity index and the value of an average individual mass of the specimen in hydrocoenoses. The highest proportion of the traumatized and/or dead specimens was recorded in plankton and benthic invertebrates populations in the course of experimental tests at a distance of 1m and 5m from the seismic SP. At the same period, a deviation of the Shannon-Wiener diversity index values and average individual mass of the specimen from background values was recorded in the both communities. Species composition of ichthyofauna was characterized by a high level of similarity throughout all stages of the surveys implemented. The lowest indicators of diversity (number of species, values of Shannon-Wiener diversity index) and fish numbers were recorded during seismic exploration. An increased average individual mass of a specimen in ichthyocoenoses together with the reduced numbers during seismic exploration may indicate the avoidance of unfavorable zone by younger fishes.

**Key words:** zooplankton, zoobenthos, fishes, seismic acoustics, air gun, seismic surveys.

УДК 502.53/57.087

**В. В. Садомский<sup>1</sup>, Е. Г. Крупа<sup>2</sup>, И. М. Аминова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ТОО «SED», Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>3</sup>Государственный природный резерват «Акжайык», Атырау, Казахстан

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОБИОНТОВ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ**

**Аннотация.** Представлены материалы экспериментальных и натуральных исследований сейсмоакустического воздействия на зоопланктон, зообентос и ихтиофауну Северного Каспия в летний период 2012–2013 гг. Показано, что для оценки влияния сейсморазведочных работ наибольшую индикаторную значимость имеют доля травмированных или мертвых особей, значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера и величины средней индивидуальной массы особи в гидроценозах. Максимальная доля травмированных и/или мертвых особей в популяциях планктонных и донных беспозвоночных была зафиксирована в период проведения опытных испытаний на расстоянии 1 и 5 м от пневмоисточника. В этот же период наблюдалось отклонение значений индекса разнообразия Шеннона-Уивера и средней индивидуальной массы особи в обоих сообществах от фоновых значений. Видовой состав ихтиофауны имел высокую степень сходства на всех этапах проведения исследований. Минимальные показатели разнообразия (число видов, значения индекса Шеннона-Уивера) и численности рыб были отмечены во время проведения сейсморазведочных работ. Увеличение

средней индивидуальной массы особи в ихтиоценозах, наряду со снижением численности во время проведения сейсморазведочных работ, может свидетельствовать об избегании рыбами младших возрастов неблагоприятной зоны.

**Ключевые слова:** зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, пневмоисточник, сейсморазведочные работы.

Интенсивная сейсмическая разведка с целью освоения нефтяных месторождений приводит к наращиванию антропогенной нагрузки на всю экосистему Каспийского моря. Современные опубликованные сведения по оценке сейсмоакустического воздействия не отражают степень и рамки его влияния на различные группы гидробионтов, с чем связана актуальность данной работы.

Экспериментальное изучение сейсмоакустического воздействия на сообщества гидробионтов реализовано на двух участках Северного Каспия (рисунок 1) в июне 2012 г. и августе 2013 г. Проведено три серии исследований – до воздействия (фоновый уровень, 1 этап), во время воздействия пневмоисточника (опытные испытания, 2 этап) и после окончания воздействия сейсморазведочных работ (3 этап). С целью оценки воздействия сейсмоакустики на поведенческую реакцию ихтиофауны проведены исследования состава и количественных показателей бенто-пелагического сообщества рыб на всех этапах сейсморазведочных работ.

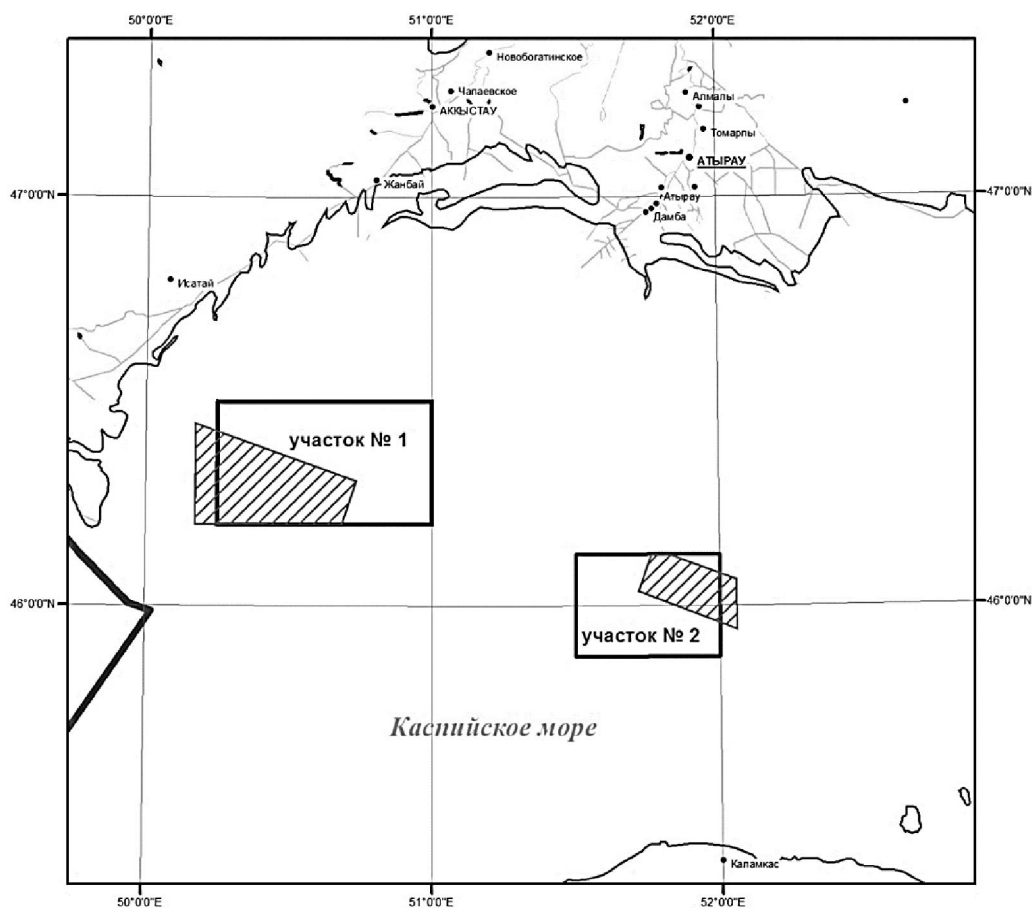


Рисунок 1 – Схема расположения опытных участков по оценке воздействия сейсморазведки на гидробионты Северного Каспия

Отбор и обработку образцов зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны проводили стандартными методами [1-5]. На всех этапах проведения исследований оценивалась доля травмированных и/или мертвых особей в популяциях планктонных и донных беспозвоночных.

Во время опытных испытаний садки с заранее отловленными образцами рыб и зоопланктоном размещались на глубине 3–4 м и на расстоянии 1 м, 5 м и 10 м от пневмоисточника (рисунок 2). С целью соблюдения относительной точности в дистанцировании между пневмоисточником и

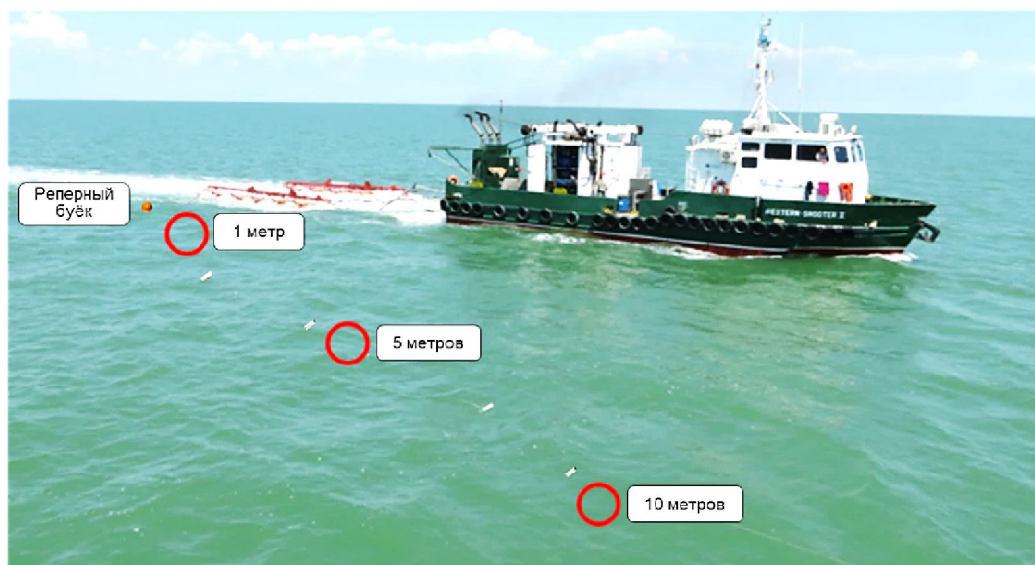


Рисунок 2 – Схема расположения станций по исследованию воздействия сейсмоакустики на гидробионтов

точками постановки садков, возбуждение сейсмоакустического сигнала выполнялось с понтонного устройства, буксируемого шутером, в момент его прохождения через реперный буёк. Образцы донных отложений с зообентосом отбирались на опытных станциях в течении 15 минут после возбуждения пневмоисточником сейсмоакустических сигналов.

Регистрация гидрологических и гидрофизических параметров проводилась параллельно с опытными испытаниями.

Экспериментальные участки характеризовались небольшими глубинами с близкими по значению гидрофизическими и гидрохимическими характеристиками (таблица 1). Донные отложения были представлены терригенными осадками, в которых преобладала (76,5-54,6%) песчаная фракция (0,05-1,0 мм) [6].

Таблица 1 – Гидролого-гидрофизические показатели на опытных участках

Участок	Глубина, м	Прозрачность, м	Температура, °С	Соленость воды, ‰	Мутность, NTU	pH	Скорость течений, м/с
Участок № 1, июнь 2012 г.	6,5	1,0	26,6	5,1	9,06	7,7	9-11
Участок № 2, август 2013 г.	5,1	0,7	24,8	6,0	8,9	8,4	7-13

Разнообразие зоопланктона варьировало в пределах от 23 до 50 таксонов. Фоновыми являлись обычные для Каспийского моря виды: коловратки *Brachionus quadridentatus*, *B. plicatilis*, *Filinia longiseta*; ветвистоусые *Cornigerius maeoticus hirsus*, *Podonevadne camptonyx*, *P. angusta*, *P. trigona*, *Cercopagis pengoi*; веслоногие *Acartia tonsa*, *Calanipeda aqueductalis*; личинки *Cirripedia*, *Bivalvia*, *Hediste diversicolor*; краб *Rhitropanopeus harrisi*. Состав фоновых видов сохранял существенные черты сходства на протяжении всех этапов исследований.

Число видов планктонных беспозвоночных и их суммарная численность в фоновых условиях и после окончания воздействия характеризовались одинаковыми или близкими величинами (таблица 2). В период проведения опытных испытаний более низкое разнообразие и отклонение численности зоопланктона от значений, полученных на 1 и 3 этапах, обусловлены методикой проведения исследований – нахождением подопытных сообществ в изолированных садках.

Большую индикаторную значимость имеют относительные показатели – доля травмированных или мертвых особей, значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера и средней индивидуальной массы особи. Так доля травмированных или мертвых особей в популяциях планктонных беспозвоночных на фоновом уровне и после окончания воздействия была примерно одинаковой и при

Таблица 2 – Структурные показатели зоопланктона обследованной акватории Северного Каспия на различных этапах исследований

Показатель	Фоновые условия	Опытные испытания	После воздействия
<sup>1</sup> Число видов	34	29	35
<sup>2</sup> Число видов	19	10	18
<sup>1</sup> Средняя численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	43,5	110,0	53,9
<sup>2</sup> Средняя численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	95,6	31,0	71,7
<sup>1</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей, %	0,5	10,8	0,7
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	2,12	1,84	2,14
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	1,94	2,36	1,86
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	1,88	2,32	2,05
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	0,74	0,44	1,27
<sup>1</sup> Средняя масса особи, мг	0,0051	0,0045	0,0051
<sup>2</sup> Средняя масса особи, мг	0,0540	0,0100	0,0470

*Примечание.* Цифрами обозначены соответствующие участки.

этом на порядок ниже, чем во время воздействия сейсмоакустики. Частота встречаемости мертвых и/или травмированных особей веслоногих *Calanipeda aquedulcis* и *Acarcia tonsa* на всех этапах проведения исследований была близкой по значению, для остальных видов, за исключением полихеты *H. diversicolor* и коловратки *B. plicatilis*, частота встречаемости мертвых и/или травмированных особей была выше во время воздействия.

Анализ пространственного распределения показал, что доля травмированных и/или мертвых особей планктонных беспозвоночных была максимальной на удалении от пневмоисточника от 1 до 5 м, а на расстоянии 10 м снижалась с различной интенсивностью, но не достигала фоновых значений (рисунок 3).

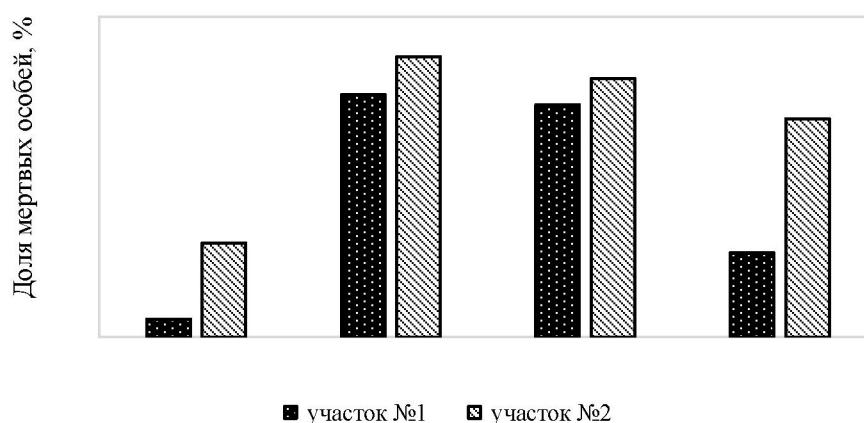


Рисунок 3 – Изменение доли травмированных и/или мертвых особей в зоопланктоне на различном удалении от пневмоисточника

Динамика значений индекса Шеннона-Уивера на каждом из участков имела свои особенности (рисунок 4). Величины показателя, рассчитанные по доле видов в суммарной численности (бит/экз), в фоновый период и после окончания воздействия сейсморазведочных работ по обоим участкам не различались. При этом во время проведения опытных испытаний, значения индекса на участке №1 снизились, а на участке №2, напротив, возросли относительно двух других этапов.

В период опытных испытаний, динамика второго варианта индекса (бит/мг) характеризовалась противоположными тенденциями: имела положительную на участке №1 и отрицательную – на участке №2. При этом относительно фоновых значений показатель был несколько выше, чем после окончания воздействия.



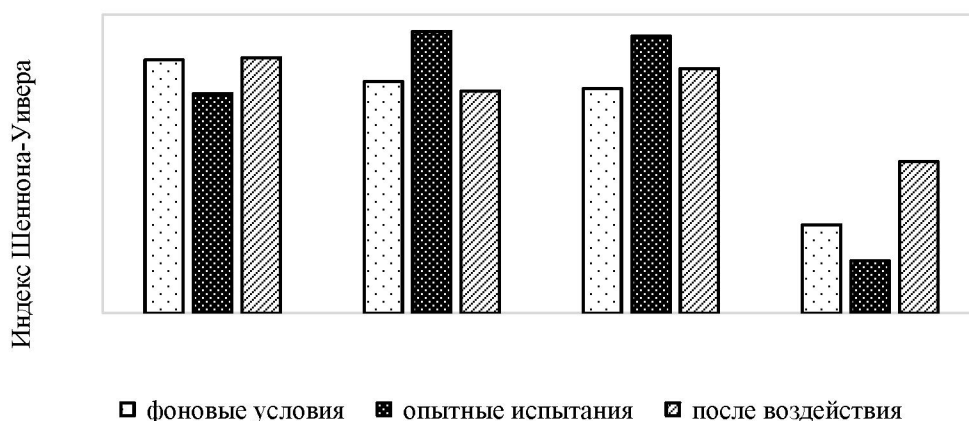


Рисунок 4 – Динамика значений индекса Шеннона-Уивера на различных этапах исследования воздействия сейсмоакустики на зоопланктон

По обоим участкам средняя масса зоопланктеров заметно снижалась в период воздействия и вновь возвращалась к фоновым или близким к фоновым значениям после его прекращения.

Разнообразие зообентоса варьировало по участкам в пределах от 16 до 26 видов. Фоновыми являлись обычные для Каспийского моря виды: черви *Hediste diversicolor*, *Oligochaeta* gen. sp., моллюски *Abra ovata*, *Cerastoderma lamarcki*; ракообразные *Stenocuma gracilis*, *S. graciloides*, *Pontogammarus (Obesogammarus) obesus*, личинки насекомых.

Разнообразие и численность зообентоса на различных этапах исследований изменялись незакономерно (таблица 3), что можно объяснить выраженной агрегированностью распределения бентосных организмов. Доля в суммарной численности бентоценоза мертвых и/или травмированных особей была выше в период проведения опытных работ, при довольно близких значениях этого показателя при фоновых условиях и после окончания воздействия сейсморазведочных работ.

Таблица 3 – Структурные показатели зообентоса обследованной акватории Северного Каспия на различных этапах исследований

Показатель	Фоновые условия	Опытные испытания	После воздействия
<sup>1</sup> Число видов	20	14	13
<sup>2</sup> Число видов	14	15	10
<sup>1</sup> Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	1862	1810	1300
<sup>2</sup> Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	887	961	1294
<sup>1</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей, %	1,8	2,6	1,9
<sup>2</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей, %	0,5	1,5	0,8
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	1,51	0,66	0,80
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	0,96	1,09	1,02
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	1,17	0,60	0,88
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	0,74	0,73	0,62
<sup>1</sup> Средняя масса особи, мг	7,75	12,8	8,90
<sup>2</sup> Средняя масса особи, мг	15,5	17,2	13,7

*Примечание.* Цифрами обозначены соответствующие участки.

Доля мертвых и/или травмированных особей в популяциях донных беспозвоночных была максимальной в непосредственной близости к пневмоисточнику (рисунок 5). Величина показателя снижалась по мере удаления от источника воздействия, и в тоже время на расстоянии 10 м оставалась выше фонового уровня.

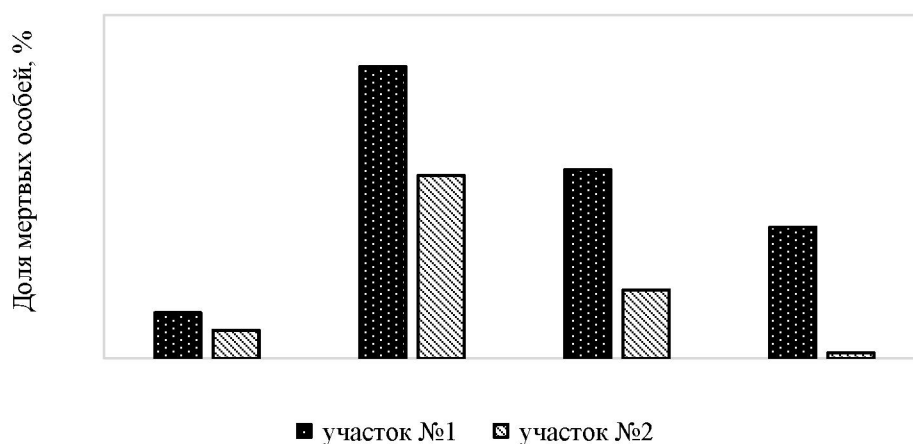


Рисунок 5 – Изменение доли мертвых и/или травмированных особей в популяциях донных беспозвоночных на различном удалении от пневмоисточника

Величина средней индивидуальной массы особей в донных ценозах была максимальной в период опытных испытаний.

Динамика значений индекса Шеннона-Уивера по участкам изменялась незакономерно, но во всех случаях отмечено отклонение величины показателя как от фоновых значений, так и от значений, полученных в период после окончания воздействия (рисунок 6).

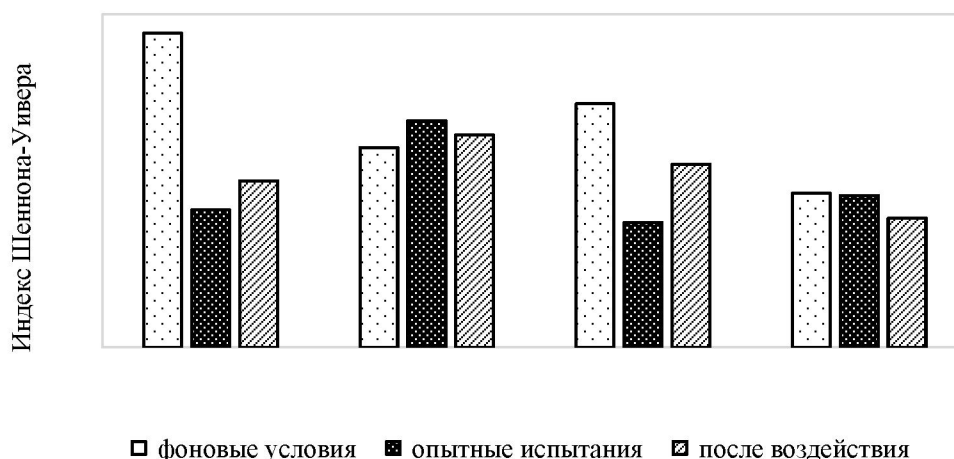


Рисунок 6 – Динамика значений индекса Шеннона-Уивера на различных этапах исследования воздействия сейсмоакустики на зообентос

Ихтиофауна была представлена 11-13 бенто-пелагическими видами. Состав фоновых видов включал воблю (*Rutilus rutilus*), кильку (*Clupeonella cultriventris*), атерину (*Atherina boyeri caspia*), бычков – *Neogobius melanostomus*, *Mesogobius gymnotrachelus macrophth*, *Neogobius caspius*. При этом видовой состав ихтиофауны имел высокую степень сходства на всех этапах проведения исследований (рисунки 7, 8).

Численность и показатели разнообразия бенто-пелагического ихтиоценоза в период проведения сейсморазведочных работ на обоих участках была ниже по сравнению с фоновым уровнем и этапом после воздействия (таблица 4). Изменения структуры ихтиоценоза в период проведения сейсморазведочных работ сопровождалась относительным увеличением средней индивидуальной массы особи.

Значения индекса Шеннона-Уивера в период проведения сейсморазведочных работ были минимальными относительно других этапов исследований (рисунок 9).

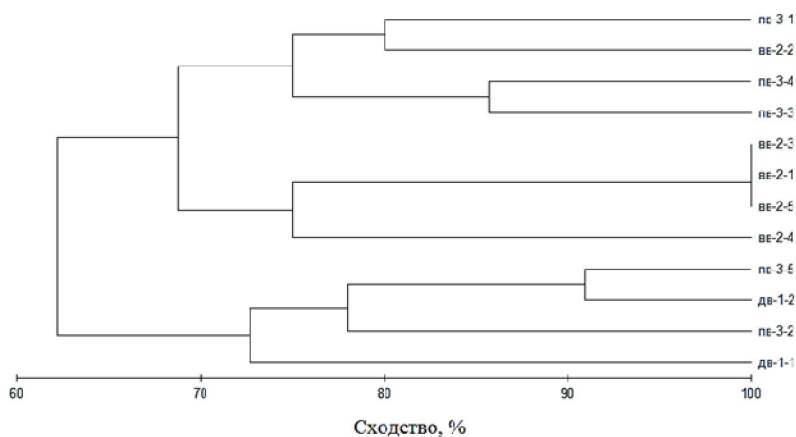


Рисунок 7 – Дендрограмма сходства видового состава икhtiофауны участка № 1: дв – до воздействия, вв – во время воздействия, пв – после воздействия

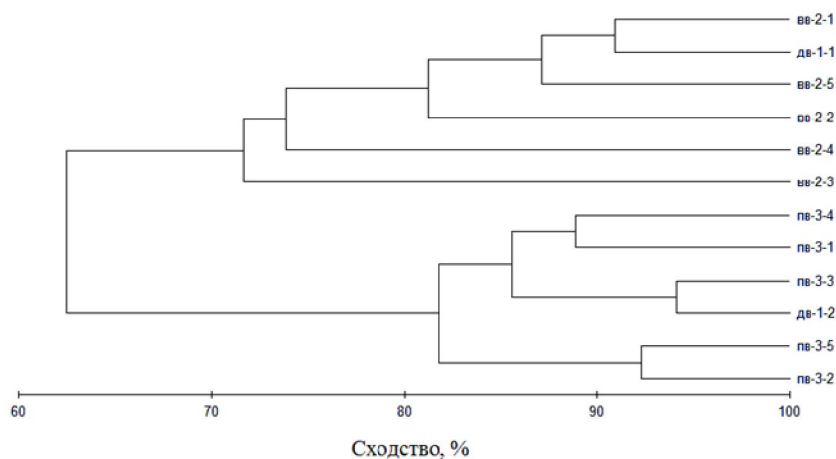


Рисунок 8 – Дендрограмма сходства видового состава икhtiофауны участка № 2: дв – до воздействия, вв – во время воздействия, пв – после воздействия

Таблица 4 – Структурные показатели икhtiофауны (бенито-пелагического сообщества) обследованной акватории Северного Каспия на различных этапах исследований

Показатель	Фоновые условия	Во время воздействия	После воздействия
<sup>1</sup> Число видов	13	8	10
<sup>2</sup> Число видов	8	6	9
<sup>1</sup> Средняя численность, экз./усилие	355	70	312
<sup>2</sup> Средняя численность, экз./усилие	213	112	121
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	1,8	1,2	1,6
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/экз.	1,45	1,12	1,51
<sup>1</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	1,45	1,13	1,29
<sup>2</sup> Индекс Шеннона-Уивера, бит/мг	1,40	0,98	1,41
<sup>1</sup> Средняя масса особи, мг	6,1	6,9	5,6
<sup>2</sup> Средняя масса особи, мг	6,3	7,3	6,9

*Примечание.* Цифрами обозначены соответствующие участки.

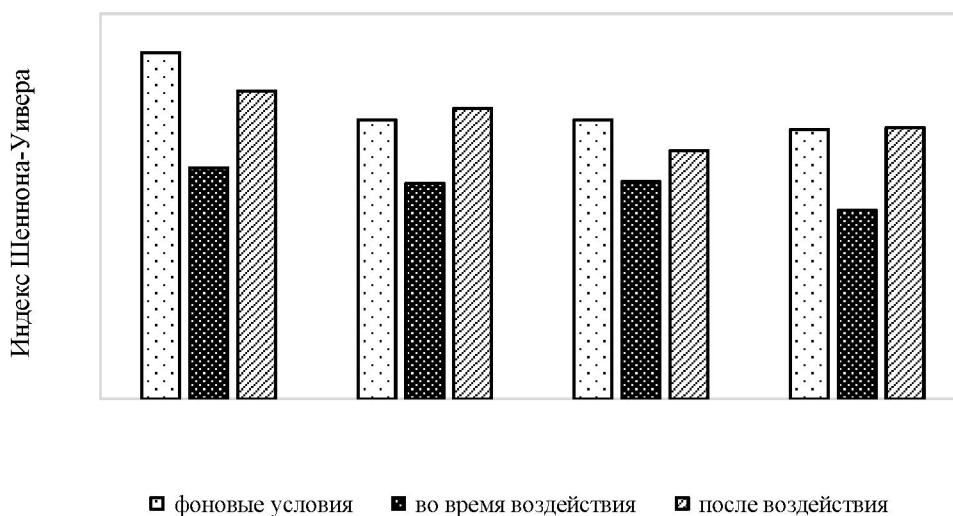


Рисунок 9 – Динамика значений индекса Шеннона-Уивера на различных этапах исследования воздействия сейсморазведочных работ на ихтиофауну

На этапе проведения опытных испытаний в популяциях бенто-пелагических видов рыб доля травмированных особей снижалась по мере удаления от пневмоисточника (таблица 5, рисунок 10). На участке №1 величина этого показателя по всем опытным станциям была выше более чем в 1,5 раза, по сравнению с участком №2.

Таблица 5 – Средние показатели травматизма ихтиофауны при опытных испытаниях, %

Показатель	Удаление от пневмоисточника, м		
	1	5	10
<sup>1</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей	33,3	13,3	0,0
<sup>2</sup> Доля мертвых и/или травмированных особей	68,4	39,2	10,5

*Примечание.* Цифрами обозначены соответствующие участки.

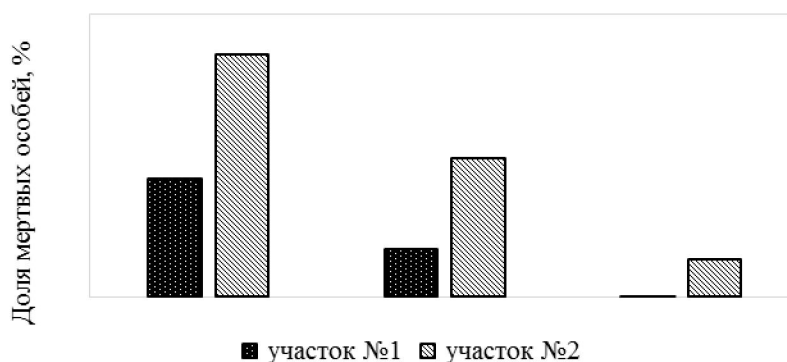


Рисунок 10 – Изменение доли мертвых особей в популяциях зообентоса на различном удалении от пневмоисточника

Таким образом, наши экспериментальные и натурные исследования показали, что для оценки влияния сейсморазведочных работ наибольшую индикаторную значимость имеют относительные показатели – доля травмированных и/или мертвых особей, значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера и величины средней индивидуальной массы особи в гидроценозах. Максимальная доля травмированных и/или мертвых особей в популяциях планктонных и донных беспозвоночных, а также отклонение значений индекса разнообразия Шеннона-Уивера и средней индиви-

дуальной массы особи в обоих сообществах от фоновых значений были зафиксирована в период проведения опытных испытаний в непосредственной близости к пневмоисточнику.

При отсутствии отличий в видовом составе ихтиофауны на различных этапах проведения исследований, минимальное разнообразие и численность рыб были отмечены во время проведения сейсморазведочных работ. Увеличение средней индивидуальной массы особи в ихтиоценозах, наряду со снижением численности во время проведения сейсморазведочных работ, может свидетельствовать об избегании рыбами младших возрастов неблагоприятной зоны. Эта группа гидробионтов является наиболее мобильной и в период проведения всего комплекса сейсморазведочных работ может быстро покинуть акваторию с раздражающими физическими воздействиями (шум, вибрация и т.д.), что подтверждается данными по динамике структурных показателей ихтиоценозов. Немаловажен факт, что в зоне проведения сейсморазведочных работ остаются более крупные особи, которые менее подвержены сейсмоакустическому воздействию. Аналогичные примеры в поведенческой реакции рыб отмечались в материалах других экспериментальных исследований по оценке влияния сейсмоисточников на гидробионтов [7-9].

Полученные нами результаты позволяют сделать вывод, что при проведении сейсморазведочных работ представители бенто-пелагического ихтиоценоза подвержены незначительному воздействию, которое не отражается на условиях их естественной жизнедеятельности. Планктонные и бентосные беспозвоночные с относительно низким уровнем подвижности подвержены более значительному риску травматизма непосредственно в зоне воздействия пневмоисточника.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 240 с.
- [2] Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 377 с.
- [3] Инструкции по сбору и первичной обработке водных ресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. – Астрахань: ФГУП КаспНИРХ, 2011. – 233 с.
- [4] Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 417 с.
- [5] Казанчев Е.Н. Рыбы Каспийского моря (определитель). – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981. – 168 с.
- [6] Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М.: Академия наук СССР, 1958. – 192 с.
- [7] Векилов Э.Х., Криксунов Е.А., Полонский Ю.М. Влияние на гидробионты упругих волн от сейсмоисточников для морской геофизической разведки // Информационно-справочное пособие. – М.: МГУ им. М. Ломоносова, 1995. – 64 с.
- [8] Веденев А.И. Анализ влияния морской и прибрежной сейсморазведки и бурения скважин на миграцию лосося на о. Сахалин. – М.: WWF, 2009. – 20 с.
- [9] Макаревич П.Р. Воздействие разработки объектов морского нефтегазового комплекса на пелагические фитоценозы Баренцева моря // Вестник МГТУ. – 2013. – Т. 16, № 3. – С. 482.

#### REFERENCES

- [1] Guidelines on the methods of hydrobiological analysis of surface water and bottom sediments. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 240 p.
- [2] Pravdin I. Guidelines for fish study. M.: Food industry, 1966. 377 p.
- [3] Instructions for gathering and primary processing of the Caspian Sea basin aquatic resources and their habitat. Astrakhan: FGUP, CaspNIRKH, 2011. 233 p.
- [4] Atlas of Invertebrates of the Caspian Sea. M.: Food industry, 1968. 417 p.
- [5] Kazanchev E. Fishes of the Caspian Sea (guide). M.: Light and Food industry, 1981. 168 p.
- [6] Kachinsky N. Mechanical and Micro-Agregative Composition of Soil, Methods of Study. M.: USSR Academy of Science, 1958. 192 p.
- [7] Vekilov E., Kriksunov E., Polonsky Y. Impact of elastic waves from seismic sources on aquatic organisms for marine geophysical exploration // Information and reference text-book. M.: Moscow State University named after M. Lomonosov, 1995. 64 p.
- [8] Vedenev A. Analysis of offshore coastal seismic exploration and well drilling impact on migration of salmon at the Sakhalin island. M.: WWF, 2009. 20 p.
- [9] Makarevich P. Impact of offshore oil and gas facilities development on pelagic phytozoenoses of the Barents Sea // Herald of MSTU. 2013. Vol. 16, N 3. P. 482.



В. В. Садомский<sup>1</sup>, Е. Г. Крупа<sup>2</sup>, И. М. Аминова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>"SED" ЖШС, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>ҚР БҒМ "Зоология институты" РММ, Алматы, Қазақстан,

<sup>3</sup>"Ақжайық" мемлекеттік табиғи резерваты, Атырау, Қазақстан

## СОЛТҮСТІК КАСПИЙ АКВАТОРИЯСЫНДАҒЫ ГИДРОБИОНТТАРДЫҢ СЕЙСМОАКУСТИКАЛЫҚ ӘСЕРІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР

**Аннотация.** Мақалада 2012–2013 жылдардың жазғы кезеңінде Солтүстік Каспийдің зоопланктонына, макрозообентосына және ихтиофаунасына сейсмоакустикалық әсер етудің эксперименталдық және табиғи зерттеулерінің материалдары ұсынылған. Сейсmobарлау жұмыстарының әсер етуін бағалау үшін жарақат алған немесе өлген дарақтар үлесінің, Шеннон-Уивердің әртүрлілік индексі мәнінің және дарақтың гидроценоздардағы орташа жеке массасының шамасының ең көп индикаторлық маңыздылығы бар екендігі көрсетілген.

Жарақат алған немесе өлген дарақтардың планктонды және сутүбі омыртқасыздар популяцияларындағы максималды үлесі пневмокөзден 1 және 5 м арақашықтықта тәжірибелі сынақтарды жүргізу кезеңінде тіркелген болатын. Бұл кезеңде екі топтануда фондық шамалардан Шеннон-Уивердің әртүрлілік индексі шамаларының және дарақтың орташа жеке массасының ауытқуы байқалды.

Ихтиофаунаың түрлік құрамында зерттеулерді жүргізудің барлық кезеңдерінде жоғары дәрежесі бар болды. Әртүрліліктің минималды көрсеткіштері (түрлердің саны, Шеннон-Уивер индексінің мәні) және балықтардың саны сейсmobарлау жұмыстарын жүргізу кезінде байқалған болатын. Дарақтардың ихтиоценоздардағы орташа жеке массасының көбеюі, сейсmobарлау жұмыстарын жүргізу кезінде санның азаюымен қатар, кіші жастағы балықтардың қолайсыз аймақтардан аулақ болуын кұәландыруы мүмкін.

**Түйін сөздер:** зоопланктон, зообентос, балықтар, пневматикалық соққы көздері, сейсмикалық барлау жұмыстары.

### Сведения об авторах:

Садомский Владислав Владимирович – ведущий специалист, магистр, ТОО «SED», лаборатория экологических исследований, vsadomsky@sed.kz

Крупа Елена Григорьевна – главный научный сотрудник, доктор биологических наук, РГП Институт Зоологии КН МОН РК, отдел энтомологии, elena\_krupa@mail.ru

Аминова Ирина Менежановна – научный сотрудник-гидробиолог, магистр, Государственный природный резерват «Ақжайық», agrimopy92@mail.ru