

[7] Н.П. Лушникова. Принципы размещения цепи гидрогеологических наблюдательных пунктов в естественных и нарушенных условиях. //Министерство геологии СССР. «ВСЕГИНГЕО» М: Недра, 1974. – 87 с.

[8] Д.В. Коннов, И.С. Пашковский. Модель биологической очистки почвы и зоны аэрации от загрязнения нефтепродуктами. //Вторая конференция партнеров и пользователей компании "Геолинк Консалтинг", М., 2001.

[9] Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод СНиП 2.04.02.84. //М.: ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР, 1989. – 167 с.

[10] А.И. Арцев, Ф.М. Бочеввер, Н.Н. Лапшин. Проектирование водозаборов подземных вод. //М.: Стройиздат, 1976. – 292 с.

[11] В.А. Белов, В.В. Сорокин, Г.А. Копылов, В.А. Кузьмина, А.Л. Талалай, М.И. Смородинов. Методические рекомендации по организации возведения траншейных стен и противофильтрационных завес. М.: НИУ МГСУ им. В.В. Куйбышева, 1983. – 25 с.

[12] Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитных и жилых зоны производственных объектов // Приказ МНЭ РК № 237от 20 марта 2015 года.

УДК 502.53/57.087.1

ГНТРИ (МРНТИ) 87.26.02/87.55.29

## АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОТ СУДОВ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ (СВП) НА ГИДРОБИОНТЫ И ОРНИТОФАУНУ В ДЕЛЬТЕ И ПРИУСТЬЕВОМ ВЗМОРЬЕ РЕКИ УРАЛ

*Садомский Владислав Владимирович*

*Ведущий специалист,*

*лаборатория экологических исследований ТОО «SED»,*

*Алматы, Казахстан*

*Уланов Владислав Александрович*

*Специалист-метролог,*

*лаборатория экологических исследований ТОО «SED»,*

*Алматы, Казахстан*

## ACOUSTIC IMPACT OF AIR-CUSHION VESSELS (ACV) ON HYDROBIONTS AND AVIFAUNA IN THE URAL RIVER DELTA AND ESTUARINE COASTAL WATER

*Sadomsky Vladislav*

*Leading specialist,*

*“SED” LLP environmental surveys test laboratory,*

*Almaty, Kazakhstan*

*Ulanov Vladislav*

*Specialist-metrologist,*

*“SED” LLP environmental surveys test laboratory,*

*Almaty, Kazakhstan*

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2020.1.55.217](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.1.55.217)

### Аннотация

В статье приведены результаты экспериментальных и натурных исследований акустического и гидроакустического воздействия от судов на воздушной подушке (СВП) на зоопланктон, зообентос, ихтиофауну и орнитофауну в дельте и приустьевом взморье реки Урал в летне-осенний период 2017 г.

Экспериментальные параметры распространения гидроакустического шума в воде рассчитаны на основе акустической модели волновода разработанной в институте океанологии им. П.П. Ширшова. Для оценки влияния акустического и гидроакустического воздействия на гидробионты и орнитофауну, проведены натурные исследования с построением изограмм по распространению звуковых волн в воздухе и в воде с их картографической привязкой, также применены сравнительные показатели замеров акустического и гидроакустического шума от судов с различными типами движителей. Результаты проведенных биологических исследований позволяют, с учетом критических пороговых уровней воздушного и подводного шума, сделать вывод, что акустическое и гидроакустическое воздействие от СВП на малых скоростях – находится ниже уровней акустического и гидроакустического воздействия от судов с традиционными типами движителей, и не отражается на условиях естественной жизнедеятельности гидробионтов и орнитофауны.

### Abstract

Results of experimental and natural surveys of acoustic and hydroacoustic impact of air-cushion vessels (ACV) on hydrobionts and avifauna in the Ural River delta and estuarine coastal water in summer-autumn, 2017 are provided in this article.

Parameters of the experimental conditions of hydroacoustic noise propagation in water were calculated on the basis of the waveguide acoustic model developed in the P.P.Shirshov Institute of Oceanology. To assess an

impact of acoustic and hydroacoustic impact on hydrobionts and avifauna, field surveys have been conducted including construction of isograms of sound waves propagation in air and water with their cartographic binding. Also, comparative indicators of measurements of acoustic and hydroacoustic noise from various engine type vessels were applied. Considering ultimate threshold levels of air and underwater noise, results of the biological studies allow making conclusion that acoustic and hydroacoustic impact of low speed ACV is below the levels of acoustic and hydroacoustic impact of vessels with traditional types of engines and is not reflected on the conditions of natural life activity of hydrobionts and avifauna.

**Ключевые слова:** гидробионты, иктофауна, орнитофауна, акустика, судно на воздушной подушке.

**Key words:** hydrobionts, ichthyofauna, avifauna, acoustics, air-cushion vessel.

Тенденции к наращиванию объемов транспортно-логистических операций в акватории Северного Каспия, направленных на оперативное реагирование аварийно-спасательных служб, безопасную доставку вахтового персонала и различных грузов на морские месторождения накладывает дополнительную антропогенную нагрузку на дельтовую и приустьевую экосистемы реки Урал [1]. На современном этапе как альтернативное решение по реструктуризации, существующей неэффективной и ненадежной транспортно-логистической системы вводятся современные и более надежные в эксплуатации суда-амфибии на воздушной подушке (СВП), которые могут быть задействованы круглогодично в производственно-логистических операциях не зависимо от климатических условий и мелководного режима в дельтовой и приустьевой зоне реки Урал.

В тоже время, при всех имеющихся положительных аспектах в применении СВП в транспортной инфраструктуре, недостаточно изучено акустическое и гидроакустическое влияние этих судов на речную и морскую фауну – дополнительные исследования и изыскания в данной области на современном этапе остаются востребованными и актуальными [2-5].

Комплексные акустические исследования по влиянию шума от СВП на представителей водной и околоводной фауны проведены условно в три этапа.

Замеры по шумовым показателям в атмосферном воздухе проведены с применением анализатора шума «Ассистент SI V1», НТМ «Защита».

Для измерения шума в водной среде применялись гидроакустические станции разработанные в институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН, оснащенные регистраторами акустических сигналов с изменяемыми коэффициентами усиления и частотой дискретизации сигнала до 64 кГц в комплекте с гидрофонами НТИ-96 MIN HighTech Inc., США.

Первый этап – включал расчет алгоритма характеристик звуковых волн, на основе акустической модели волновода с учетом фоновых значений для акватории дельты и приустьевого взморья реки Урал, с целью определения критериев прослеживаемости динамики затухания звуковых волн по дальности и глубине их распространения в зависимости от расстояния до источника.

Экспериментальная схема проведения замеров затухания звуковых волн в водной среде представлена на рисунке 1.

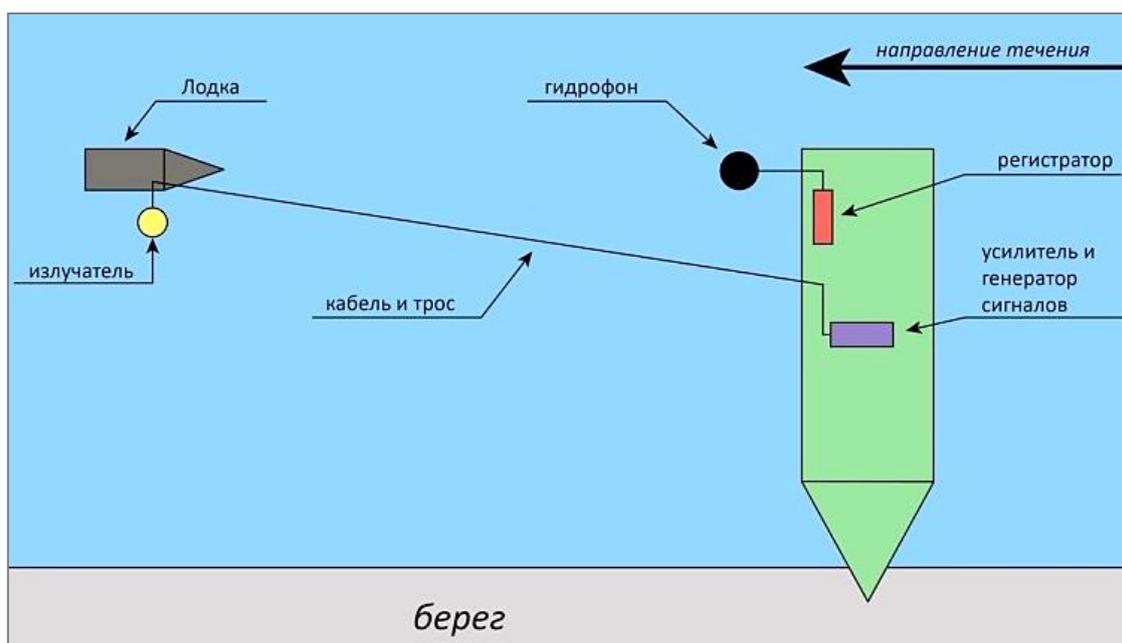


Рисунок 1. Экспериментальная схема проведения замеров затухания звуковых волн в водной среде

При расчете уровней шума методами параболического уравнения и нормальных волн [6-

7] применены расчетные гидроакустические волноводы, характерные для русла и приустьевого

Таблица 1

Расчетные показатели по распространению звука в волноводе

параметры волновода	русло реки Урал	приустьевое взморье реки Урал
Средняя глубина волновода, м	5	4
Средняя плотность (соленость) воды, ‰	0,06	0,13
Скорость звука в воде, м/с	1483	1493
Состав верхнего слоя осадков	суглинок	супесь
Плотность верхнего слоя осадков, кг/м <sup>3</sup>	1300	1300
Скорость звука в верхнем слое осадков, м/с	250	300

Второй этап – состоял из экспериментального изучения характеристик воздушного и подводного шума, производимого от СВП (направленность шума и спектры шума) при различных скоростных режимах (рисунок 2), с целью выявления пороговых критических уровней, негативно влияющих на поведенческую реакцию рыб и птиц для картографической GPS-привязки контуров уровней зон акустического и гидроакустического

воздействия. При оценке критических уровней воздушного шума на птиц, имеющих отличный от человека диапазон чувствительности к звуку, применялась некорректированная октавная шкала - дБZ, а для рыб общепринятая октавная шкала для подводного шума - дБА относительно 1 мкПа. Уровень спектров шума СВП при замерах принят за условный показатель, приведенный к расстоянию в 1 м.

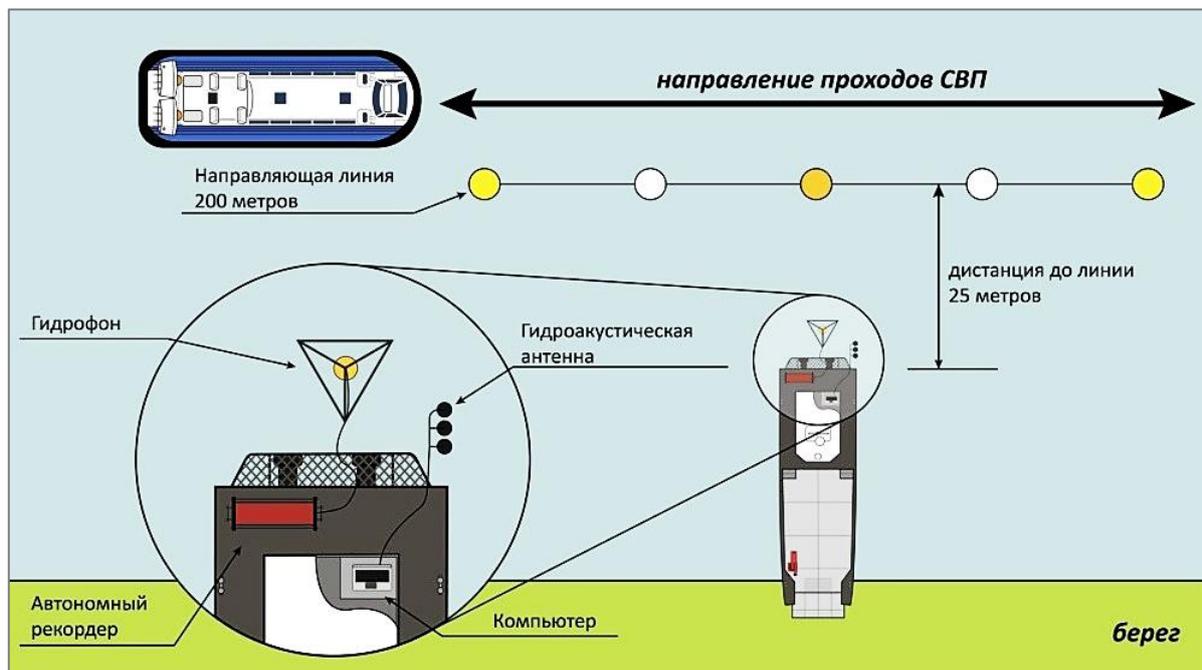


Рисунок 2. Схема регистрации уровня подводного шума от СВП

В рамках эксперимента установлено, что уровень производимого шума имеет низкую зависимость от скоростного режима движения СВП и достигает максимального значения - 75.1 дБА или - 83.9 дБZ (при пересчете на 1 м) при направлении, поперечном к оси движения СВП. По направлению вдоль оси движения СВП, уровни шума возрастают примерно на 10 дБ, составляя - 85.1 дБА или - 93.9 дБZ [8].

На основе сформированных уровней зон акустического воздействия с изограммами

распределения звуковых волн от критических до незначимых, специалисты – биологи получили возможность во время исследования влияния шума на состояние рыб и поведенческую реакцию птиц фиксировать относительно точные уровни шума во время прохода СВП, синхронизируя их по времени и расстоянию.

Уровни воздушного шума, производимого от СВП (при скорости - 43.1 км/ч и общей мощности 2-х двигателей - 282 кВт) представлены на изограмме (рисунок 3).

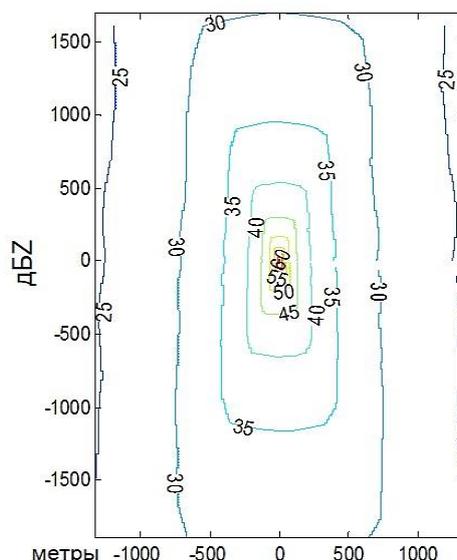


Рисунок 3. Уровни производимого воздушного шума при движении СВП

С целью исследования воздействия шума, производимого от СВП на ихтиофауну [9-11] для эксперимента садки с рыбой устанавливались по фарватеру параллельно трассе движения судна и на удалении от оси траверсы – 10 и 30 метров, после прохождения СВП выявлялась степень воздействия по травматике на рыбу. Результаты исследований показали отсутствие каких-либо с травматических последствий у рыб после воздействия от СВП.

В рамках гидробиологических исследований воздействия шума производимого от СВП на зоопланктон и зообентос, опытные образцы отбирались согласно принятых методов [12-13] в точках, также расположенных параллельно трассе движения судна и на удалении от оси траверсы – 10 и 30 м. Результаты гидробиологических исследований показали, как отсутствие травматике у представителей зоопланктона и зообентоса после прохождения СВП, так и отсутствие изменений в видовом составе и количественных показателях в сопоставлении с фоновой точкой.

Фактор беспокойства у птиц, вызванный шумом, производимым от СВП на различных скоростных режимах, определялся посредством визуального слежения за поведенческой реакцией особей в местах их концентрации [14]. Контрольные точки для орнитологических наблюдений устраивались в непосредственной близости с колониями птиц и на расстоянии от 60 м до 3.5 км от маршрута прохождения СВП. На всех контрольных точках слежения за колониями птиц – при приближении СВП к колониям птиц на минимальное расстояние с уровнем шума от 15 до 52 дБZ негативных изменений в поведенческой реакции особей не замечено.

Третий этап – основан на сравнительном анализе экспериментальных замеров акустического и гидроакустического шума для судов с различными типами движителей, с построением зон воздействия воздушного и подводного шума на ихтиофауну и орнитофауну для каждого типа судна (таблица 2).

Таблица 2

**Сравнительные показатели по уровню воздушного и подводного шума для судов с различными типами движителей**

тип судна/ движителя	мощность двигателя, кВт	скорость движения, км/ч	уровень шума, приведенный к 1 м	
			воздушного в дБZ	подводного в дБА
Судно на воздушной подушке	2*141	43.1	75.1	138.0–142.0
Судно с водометным движителем	1*276	42.7	55.4	156.4
Судно с гребным винтовым движителем	1*110	14.2	63.1	168.0
Маломерное судно с навесным движителем	1*30	55.0	60.3	-

Результаты биологических исследований по воздействию шума на гидробионты позволяют сделать вывод – при прохождении СВП по фарватеру русла на умеренной скорости

ориентировочно 20 км/ч (6 м/с) представители различных сообществ ихтиофауны могут подвергаться незначительному воздействию (фактор – раздражённости), которое не отражается

на естественных условиях жизнедеятельности популяций, в отличие от представителей зоопланктона и зообентоса, которые относятся к более уязвимым организмам в зоне воздействия СВП – вследствие их ограниченной способности к

адвекции.

Сравнительные показатели гидроакустического шума от судов с различными типами движителей представлены на рисунках 4-5.

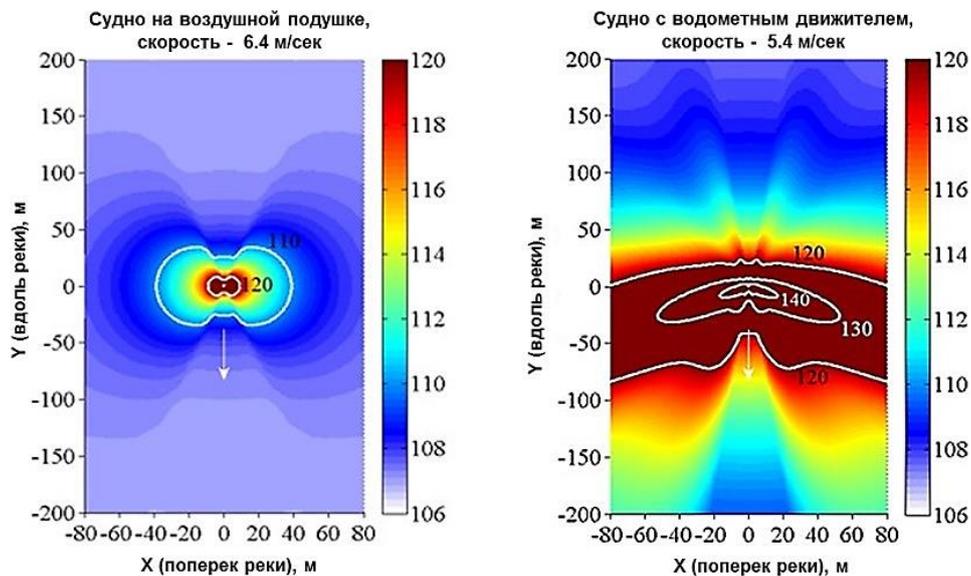


Рисунок 4. Спектрограммы интенсивности излучения гидроакустического шума при движении судов с различными типами движителей

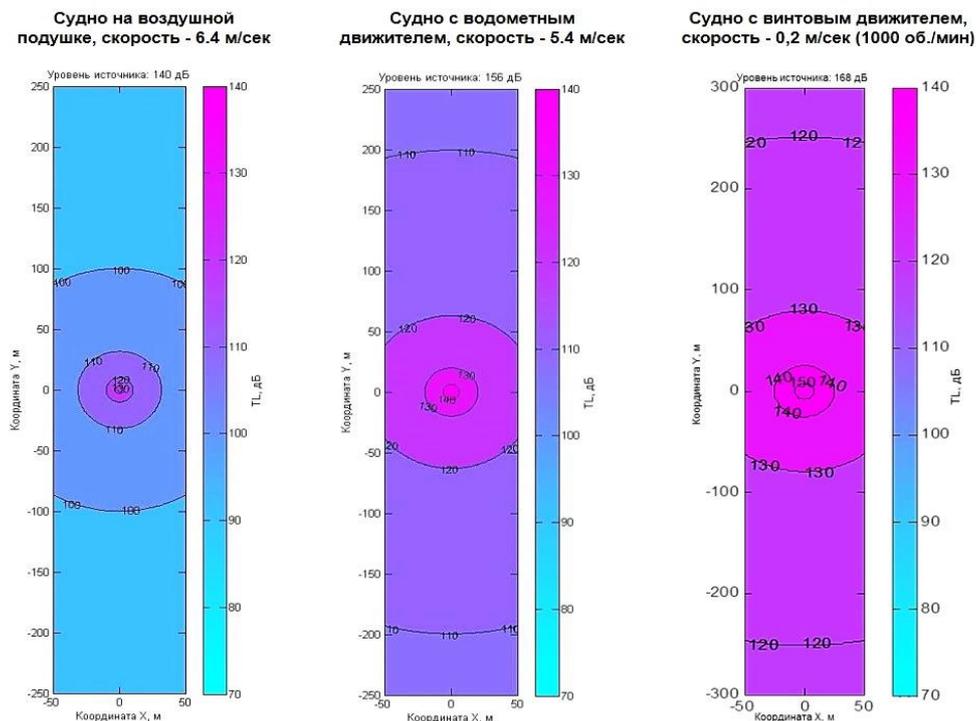


Рисунок 5.1. Изограммы распространения гидроакустического шума при движении судов с различными типами движителей

Идентичные по аналогии факторы приведены в исследованиях воздействия на гидробионты шума и ударной волны от пневмоисточников при сейсморазведочных изысканиях [15-21].

Результаты биологических исследований по воздействию шума на гидробионты позволяют сделать вывод – при прохождении СВП по фарватеру русла на умеренной скорости ориентировочно 20 км/ч (6 м/с) представители

различных сообществ ихтиофауны могут подвергаться незначительному воздействию (фактор – раздражённости), которое не отражается на естественных условиях жизнедеятельности популяций, в отличие от представителей зоопланктона и зообентоса, которые относятся к более уязвимым организмам в зоне воздействия СВП – вследствие их ограниченной способности к адвекции. Идентичные по аналогии факторы

приведены в исследованиях воздействия на гидробионты шума и ударной волны от пневмоисточников при сейсморазведочных изысканиях [15-21].

Изучение поведенческой реакции орнитофауны на шум, производимый от СВП, с учетом результатов ранее проведенных исследований [22-23], подтверждает, что в определении вероятного риска опасности для птиц первостепенную роль играет «зрение» и только второстепенную «слух». Колонии птиц вели себя на протяжении всего эксперимента так же спокойно, как и при прохождении других типов судов или моторных лодок, не выказывая какой-либо реакции на приближающийся шум, в отличие от явной обеспокоенности при зрительной ассоциации на подвижные объекты.

По результатам комплексных исследований очевидно, что акустическое и гидроакустическое влияние шума, производимого от СВП на водную и околоводную фауну, как и в целом на экосистему дельты и приустьевую взморья реки Урал практически тождественно с аналогичным воздействием от судов с традиционными типами двигателей.

#### Литература:

- [1] Мониторинг окружающей природной среды Северо-Восточного Каспия при освоении нефтяных месторождений (Результаты исследований Аджип ККО, 1993-2006 гг.). - Сборник научных статей, под редакцией Огарь Н.П., Алматы, 2014. – 263 с.
- [2] Абдурахманов Г.М., Магомедов Р.Д. Современное состояние природной среды и проблемы сохранения биологического и ландшафтного разнообразия прикаспийского региона. - Юг России: экология, развитие, № 1, 2007. – С. 7-17.
- [3] Столовый Д.Э. Международное сотрудничество в области сохранения водных биоресурсов Каспийского моря. - Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство, № 2, 2011. – С. 56-62.
- [4] Карпюк А. А., Катунин М. И. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. М.: ВНИИОУиЭНП, 2005. – С. 81-88.
- [5] Макаревич П.Р. Воздействие разработки объектов морского нефтегазового комплекса на пелагические фитоценозы Баренцева моря. //Вестник МГТУ, том 16, №3, 2013. – С. 482.
- [6] Веденев А. И., Курьянов Б. Ф., Гончаров В. В. Определение акустических характеристик донных осадочных слоев в глубоководных районах океана, Доклады АН СССР, 279:2 (1984). – С. 328-331.
- [7] Веденев А.И., Гончаров В.В., Курьянов Б.Ф. Акустические волны в океане. М.: Наука, 1987. – С. 162-173.
- [8] Веденев А.И., Луньков А.А., Шатравин А. В., Кочетов О.Ю. Измерения шумов судна на воздушной подушке с целью оценки антропогенного воздействия шума на орнито и ихтиофауну дельты р. Урал // Акустика океана. Доклады XVI школы-семинара им. акад. Л.М. Бреховских, совмещенной с XXXI сессией Российского Акустического Общества. – ГЕОС Москва, 2018. – С.177-180.
- [9] Инструкции по сбору и первичной обработке водных ресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: ФГУП КаспНИРХ, 2011. – 233 с.
- [10] Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. – 377 с.
- [11] Казанчев Е.Н. Рыбы Каспийского моря (определитель). М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 168 с.
- [12] Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометиздат, 1983. – 240 с.
- [13] Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Пищевая промышленность, 1968. – 417 с.
- [14] Рябицев В.К., Ковшарь А.Ф., Ковшарь В.А., Березовиков Н.Н. Полевой определитель птиц Казахстана. Алматы: "BTS Print", 2014. – 512 с.
- [15] Немчинова А.И. Сейсморазведка, ее влияние на морскую биоту и исходные данные для оценки воздействия пневмоисточников на зоопланктон. // Труды Сахалинского НИИРХиО, Том 9, 2007. – С. 223-239.
- [16] 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.
- [17] Веденев А.И. Анализ влияния морской и прибрежной сейсморазведки и бурения скважин на миграцию лосося на о. Сахалин. М.: WWF, 2009. – 20 с.
- [18] Садомский В.В., Крупа Е.Г., Аминова И.М. Экспериментальные исследования сейсмоакустического воздействия на гидробионты Северного Каспия. Вестник национальной академии наук Республики Казахстан № 1, 2017. – С. 86-93.
- [19] Anthony D. Hawkins, Ann E. Pembroke, Arthur N. Popper. Информационные пробелы в понимании воздействия шума на рыб и беспозвоночных. Швейцария: Издательство Springer International, 2014. – С. 39-64.
- [20] Popper, A.N. и Carlson, T.J. Применение звука и других стимуляторов для контроля поведения рыб. Транзакции Американского Общества Рыб 127(5), 1998. – 673-707 с.
- [21] Wardle C.S., Carter T.J., Urquhart G.G., Johnstone A.D.F., Ziolkowski A.M., Hampson G., Mackie D. Воздействия сейсмических пневмопушек на морских рыб. Cont. Shelf Res. 2001. – С.1-23.
- [22] Burger J. Воздействие моторных лодок и личных плавсредств на поведение в полете колонии обыкновенных крачек. Condor. 1998. – С. 528-534.
- [23] Burger J. Поведенческие реакции серебристых чаек *Larus argentatus* на шум от самолетов. Загрязнение окружающей среды (Серия А), 1991. – С. 177-184.