



2014, №3, с 137-145
2014, №3, pp. 137-145

УДК 556 (262.81)

УРОВЕНЬ ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ НА УЧАСТКЕ «ТЮЛЕНИЙ» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

А.Ф. Сокольский, С.С. Евсеева

Астраханский инженерно-строительный институт, ул. Татищева, Астрахань, Россия

LEVEL OF TOXICITY WATER AREA «TULENIY» AS A RESULT OF BIOASSAY

A.F. Sokolsky, S.S. Evseeva

Astrakhan Institute of Civil Engineering, st. Tatisheva, Astrakhan, Russia

Abstract. Aim. To determine the toxicity of marine waters area "tuleniy". **Location.** Area "tuleniy" **Methods.** Determining the level of toxicity of marine waters area "seal" method for biological testing was conducted according to the guidelines approved by the Ministry of natural resources (guidance on the definition of ..., 2002; Dolzhenko, 1978). Guide prepared by the Center for Russian register of hydraulic structures and the state water cadastre of the MNR of Russia jointly with specialists of the Institute Committee of Russia and the UNION of ecological problems of the Ministry of Ukraine. The basis of the proposed system of marine toxicity biotests based on the results of generalization of experimental research based on the problem of pollution of water bodies and numerous literature data, making it possible to identify features of the response of aquatic organisms of different taxonomic groups to toxic impurities of different nature and origin. Experimental studies were conducted on the culture of marine unicellular algae *Phaeodactylum tricornutum* on planktonic crustacea *Acartia tonsa*, the larvae of the chironomid *Chironomus gr. salinaris* and juvenile guppies *Poecilia reticulata* Peters. **Results.** Comparative analysis of the results of research from 2001 to 2006 showed no acute toxic effect on the test object zooplankton and phytoplankton. **Main conclusions.** Throughout the study period (2001-2003, 2005-2006), you must allocate the spring of 2002, when it was recorded, the average of the lowest five years of research, the level of toxicity of water for the analyzed area. Considering the results of biological testing of the surveyed area by periods, it should be noted that the average level of toxicity of the waters did not undergo significant changes and were on the same level, not exceeding 17,6% (table. 1). According to the classification shown in table 2, the water in the surveyed area is assessed as "non-toxic".

Key words: biotesting, toxicity, test-object, phytoplankton, zooplankton, sample, algae

REFERENCES

- Abdurahmanov, G.M., *Sovremennoe sostojanie i faktory, opredelajushhie biologicheskoe i landshaftnoe raznoobrazie Volzhsko-Kaspijskogo regiona Rossii* [Current state and Determinants of biological and landscape diversity of the Volga-Caspian region of Russia] [Tekst]: monografija G.M Abdurahmanov, M. I. Karpjuk., B. N.Morozov, Ju. G. Puzachenko. Moskva «Nauka», 2002. 414s. 33,5 p. 1
- Abdurahmanov, G.M., *Analiz jekologicheskogo sostojanija Srednego Kaspija i problema vosproizvodstva ryb* [Analysis of the ecological state of the Middle Caspian and the problem of fish reproduction] [Tekst]: monografija.G.M Abdurahmanov, A. A. Gadzhiev, M. M. Shihshabekov, A. A. Mungiev. Moskva, «Nauka», 2003. 26,3 p. l.
- Abdurahmanov, G.M., *Sovremennoe sostojanie jekologo-jekonomicheskie perspektivy razvitija rybnogo hozjajstva v Zapadno-Kaspijskom regione Rossii.* [Current state of ecological and economic prospects of fisheries development in West Caspian region of Russia]. [Tekst]: monografija. G.M Abdurahmanov, A. S.Abdusamadov, M. I. Karpjuk - Moskva, «Nauka», 2004. 35 p. l.
- Abdurahmanov, G.M., *Poiskovoe burenie skvazhiny №1 v glubokovodnoj chasti Srednego Kaspija – Kompleksnaja ocenka i analiz sostojanija fitoplanktona fluorescentnymi metodami analiza kak ob#ekt antropogennogo vozdejstvija* [Exploratory drilling №1 in the deep part of the Middle Caspian - Comprehensive assessment and analysis of phytoplankton fluorescence method of analysis as the object of human impact] [Tekst]: monografija. G.M Abdurahmanov, Al. A.Gadzhiev, Ah. A. Gadzhiev – Nemeckaja nacional'naja biblioteka - LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG DudweilerLandstr. 99, 66123 Saarbrucken, Germany, 2011. 4 p.l.
- Abdurahmanov, G.M., *Jekologicheskaja ocenka zagriznenija Zapadnoj chasti Srednego Kaspija neftjanymi uglevodorodami.* GU «Kaspijskij morskij issledovatel'skij centr [Ecological assessment of pollution in Western part



of the Middle Caspian oil hydrocarbons. SI "Caspian Sea Research Center" [Tekst]: monografija. G.M Abdurahmanov, S.K. Monahov- Astrahan', 2006. 3,25 p. I.

Abdurahmanov, Sovremennoe sostojanie bioproduktivnosti Kaspijskogo morja i prichiny degradacii populjacji tjulenej za poslednie 300 let [Current status of the Caspian Sea and bioefficiency reasons degrades seal population over the last 300 years][Tekst]: monografija. G.M Abdurahmanov G.M., A.F. Sokol'skij, A.I. Glebych - Astrahan', OOO «KPC «Poligrafkom», 2008. s.178.

Резюме. В данной статье приведен уровень токсичности воды на участке «тюлений». На всем протяжении исследуемого периода (2001-2003, 2005-2006 гг.) необходимо выделить весну 2002 года, когда был зафиксирован средний самый низкий за пять лет исследований уровень токсичности воды для анализируемой акватории. полный физико-химический анализ воды по всем установленным нормативам не позволяет оценить результаты комплексного воздействия присутствующих в воде загрязняющих веществ на экосистему водного объекта в целом

Ключевые слова: биотестирование, токсичность, тест-объект, фитопланктон, зоопланктон, проба, водоросли

ВВЕДЕНИЕ

В условиях растущего техногенного загрязнения окружающей среды, в частности природных водных объектов, оценка их состояния в значительной мере зависит от достоверности и оперативности контроля качества воды. Вместе с тем даже полный физико-химический анализ воды по всем установленным нормативам не позволяет оценить результаты комплексного воздействия присутствующих в воде загрязняющих веществ на экосистему водного объекта в целом. В связи с остротой современной ситуации в отношении химического загрязнения водоемов необходимы не только всесторонние исследования биологического действия и последствий антропогенного нарушения состава морской среды, но и широкое использование токсикологических методов в практике предотвращения загрязнения. К числу наиболее эффективных мероприятий, отвечающих целям охранных мер, учитывающих экологический аспект, относится применение для оценки токсичности воды методов биотестирования с использованием чувствительных тест-организмов. Биотестирование позволяет получить интегральную оценку токсичности воды и значительно сократить объем химико-аналитической работы, повысить оперативность контроля над состоянием природных водных объектов.

ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты биотестирования исследуемых сред позволяют оперативно оценивать воздействие на жизнедеятельность водных организмов различных загрязнений, причем не отдельных токсикантов, а их соединений, частью неизвестной природы и не выявляемых другими методами анализа. Определение полного перечня присутствующих в исследуемых водах веществ современными аналитическими методами связано с большими материальными затратами. Выявление достоверного количественного значения тест-параметров (смертность, выживаемость, плодовитость) и тест-реакций организма (изменение морфологического, биохимического, поведенческого и функционального показателей) позволяет получить наиболее полные сведения при минимальных затратах на выполнение контрольных операций.

Исследования в области разработки и использования метода биотестирования в водоохранной практике проводились во многих научно-исследовательских и учебных институтах. В 1980 г. была признана необходимость применения биотестирования как показателя оперативной интегральной диагностики качества вод. В 1981-1986 гг. методики биотестирования были апробированы и рекомендованы для определения токсичности сточных и природных вод.

Определение уровня токсичности морских вод участка «Тюлений» методом биотестирования проводилось согласно Руководству, утвержденному Министерством природных ресурсов РФ (Руководство по определению ..., 2002; Методические указания ..., 1978). Руководство подготовлено Центром Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра МПР России совместно со специалистами



ми ВНИРО Госкомрыболовства России и УНИИ экологических проблем Минэкоресурсов Украины. В основу предлагаемой системы морских токсикологических биотестов положены результаты обобщения многолетних экспериментальных исследований ВНИРО по проблеме загрязнения водоемов и многочисленных литературных данных, позволивших выявить особенности реагирования гидробионтов разных систематических групп на токсические примеси различной природы и происхождения. Экспериментальная часть исследований проводилась на культуре морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum*, на планктонных ракообразных *Acartia tonsa*, личинках хирономид *Chironomus gr. salinarius* и молоди гуппи *Poecillia reticulata Peters*.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

Использование микроводорослей для биотестирования природных вод отличается от других тест-объектов быстротой и высокой чувствительностью к действию токсикантов различной химической природы. В работе в качестве тест-объекта была использована культура клеток морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum Bohlin*. Данный вид чувствителен к различного рода загрязнениям, наиболее хорошо изучен в токсикологическом плане и принят как стандартный тест-объект при биотестировании природных морских вод (Временные метод рекомендации, 1999). Применение этих водорослей также обусловлено быстрым получением большого количества биологического материала, возможностью выращивания в лабораторных условиях в течение всего года (независимо от сезона, смены дня и ночи).

Данные биотестирования вод акватории участка «Тюлений» объективно отражают высокую чувствительность выбранной культуры водорослей при постановке экспериментов.

Наибольшая величина процента отклонения численности культуры водорослей в опыте от контроля была зафиксирована в 2001 году в весенний период восточнее. В последующие годы максимальные значения данного показателя не достигали столь высоких показателей (таблица 1). На всем протяжении исследуемого периода (2001-2003, 2005-2006 гг.) необходимо выделить весну 2002 года, когда был зафиксирован средний самый низкий за пять лет исследований уровень токсичности воды для анализируемой акватории.

Рассматривая результаты биотестирования исследуемой акватории по периодам, следует отметить, что средние значения уровня токсичности вод не претерпевали значительных изменений и находились на одном уровне, не превышая 17,6% (табл. 1). Согласно классификации, приведенной в таблице 2, вода на исследуемой акватории оценивается как «нетоксичная».

Таблица 1

Уровень общей токсичности воды на участке «Тюлений» (% отклонения численности клеток водорослей *Phaeodactylum tricornutum* от контроля)

Table 1

The overall toxicity of the water in the area of "seal" (% deviation in the number of cells of algae *Phaeodactylum tricornutum* from control)

% процент отклонения	2001 год		2002 год		2003 год		2005 год		2006 год	
	весна	осень	весна	осень	лето	осень	лето	осень	лето	осень
min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
max	11,8	88,6	88,3	24,5	24,0	30,0	35,0	40,0	35,0	35,0
среднее	33,8	7,7	,3	13,0	9,5	15,8	8,8	13,5	17,6	14,8

Таблица 2

Характеристики степени токсичности испытуемых проб (Жмур Н.С., Орлова Т.Л., 2001)

Table 2

Characteristics degree of toxicity of the tested samples (Gmur N. S., Orlova T. L., 2001)

Отклонение от контроля, %	Оценка
до 20	нетоксичная
от 50 и более	острая токсичность

По осредненным данным повышенный уровень токсичности воды за весенний период был характерен: на участке «Тюлений» для центрально-восточного (р-н банки Кулалинской) и частично западного районов, а на прилегающей территории – для запада (район о. Чапурья коса и о. Тюлений) (рис.1).

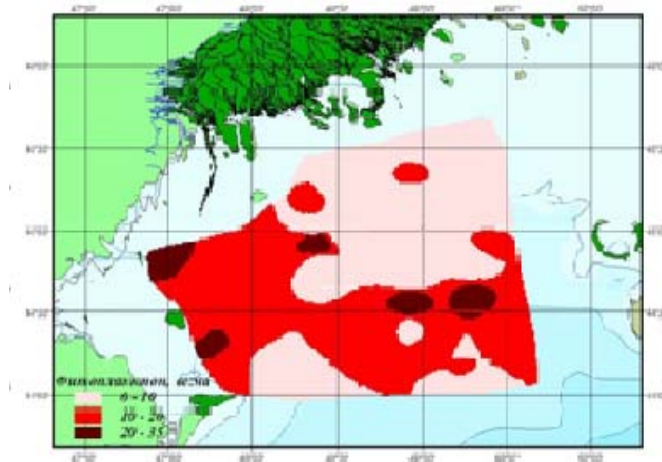


Рис. 1. Пространственное распределение относительной численности *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, весенний период, %.

Fig. 1. The spatial distribution of relative abundance of *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, spring period, %.

В летний период 2003, 2005 и 2006 гг. максимальные величины показателя токсичности воды (30%) регистрировались на участке «Тюлений» и на прилегающей к нему акватории. Доля зон с высокими значениями критерия токсичности была выше вне рассматриваемого участка. В целом, по осредненным за рассматриваемый период данным зоны, характеризующиеся повышенной токсичностью, располагались в западно-центральной части анализируемого участка и в большей части западного района прилегающей акватории (рис. 2).

В осенний период на протяжении пяти лет исследований также отмечались пространственные смещения зон, характеризующихся повышенной токсичностью. Начиная с 2003 года, отмечен рост средней величины показателя токсичности (табл.1).

Средние из максимальных значения критерия токсичности за осенний период 2001-2003, 2005-2006 гг. не превышали 21% и относительно равномерно распределялись на всей акватории участка «Тюлений» и прилегающих участках моря (рис.3).

Таким образом, во все исследуемые периоды на протяжении нескольких лет токсичность воды в районе участка «Тюлений» характеризовалась относительно небольшой изменчивостью. Зоны с повышенным процентом отклонения водорослей от контроля в опыте были малочисленны, имели локальное распределение и в большей степени регистрировались на прилегающей к участку акватории, т.е. за пределами участка «Тюлений», осредненные значения уровня общей токсичности воды на участке «Тюлений» были характерны для летнего и осеннего периодов (табл.3).

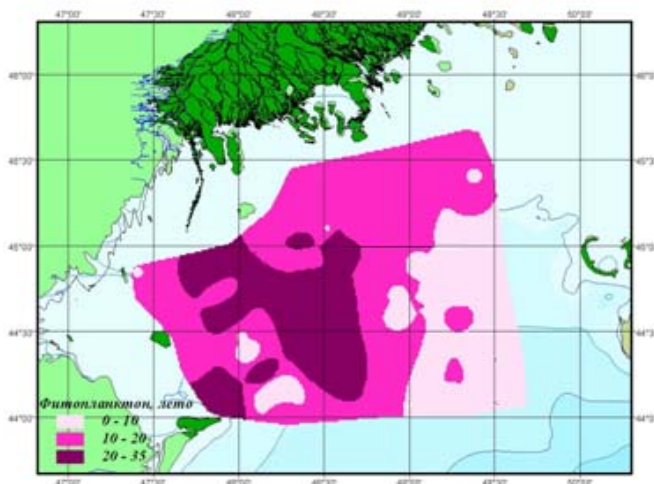


Рис. 2. Пространственное распределение относительной численности *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, летний период, %.

Fig. 2. The spatial distribution of relative abundance of *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, summer period%.

Таблица 3

Осредненные значения уровня общей токсичности воды на участке «Тюлений» (% отклонения численности клеток водорослей *Phaeodactylum tricornutum* от контроля)

Table 3

The averaged values of the overall toxicity of the water in the area of "seal" (% deviation in the number of cells of algae *Phaeodactylum tricornutum* from control)

% процент отклонения	весна	лето	осень
среднее	9	13	13
max	31,6	30	21

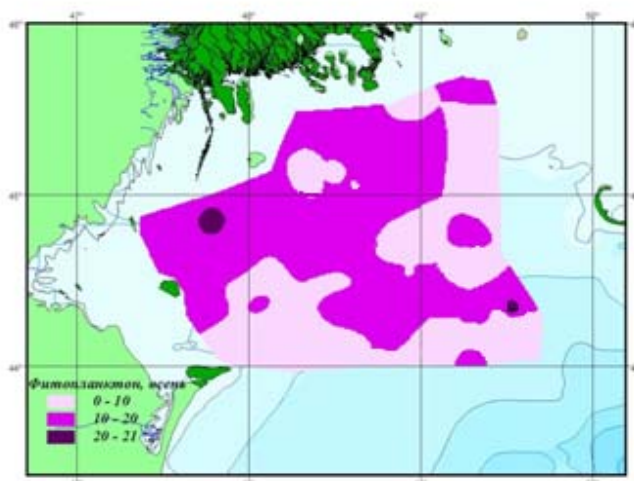


Рис. 3. Пространственное распределение относительной численности *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, осенний период, %.

Fig. 3. The spatial distribution of relative abundance of *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, and autumn period, %.

Анализ данных с 2001 по 2006 гг. показал, что максимальные значения показателя токсичности воды на акватории участка «Тюлений» были зафиксированы весной многоводного 2001 г., минимум данного показателя пришелся на осень 2001, весну 2002 и лето 2003 и 2005 гг.

В целом, результаты исследований за периоды весны, лета и осени 2001-2003, 2005-2006 гг. позволяют сделать вывод, что вода в районе участка «Северный» не обладала острым токсическим действием для тест-объекта *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin.

Зоопланктон. В качестве тест-объекта зоопланктона использовали жаброногого ракообразного *Artemia salina*.

Анализ материалов, характеризующих токсикологическое состояние морской среды лицензионного участка «Тюлений» в 2001-2006 годах с использованием тест-объекта *Artemia salina*, показывает, что степень загрязнения воды на отдельных его участках по сезонам года была различной.

Так, в весенний период наибольшая токсичность морской среды (13,5-20%) на исследуемом участке отмечена на станциях, расположенных в центральной (в районе б. Кулалинской) и южной (восточнее б. Б. Жемчужной) частях акватории. Уровень токсичности, соответствующий 20%, был зарегистрирован также на акватории, прилегающей к западной границе изучаемого участка. На остальной акватории участка гибель тест-объектов не превышала 10% (уровня, допустимого в контроле).

В среднем в весенний период уровень токсичности воды лицензионного участка «Северный» был ниже допустимого в контроле и составил 5,8%, повышенные его значения отмечены в центральной и южной частях исследуемого участка и прилегающей акватории о. Чечень (рис.4).

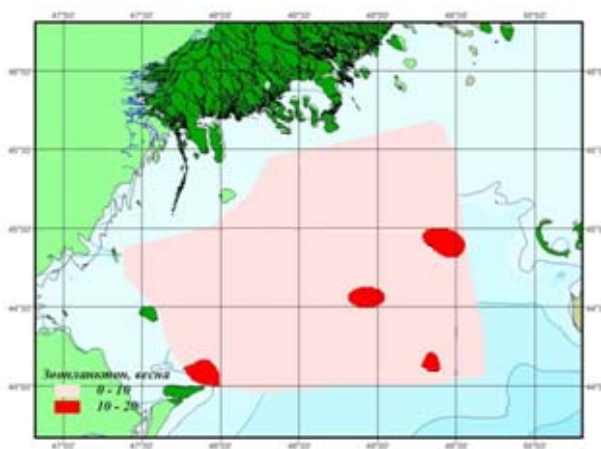


Рис. 4. Пространственное распределение средних значений гибели тест-объектов зоопланктона, весенний период, %.

Fig. 4. The spatial distribution of the average loss test-objects zooplankton spring period, %.

В летний период с поступлением волжских полых вод возрастает и уровень токсичности воды изучаемой акватории моря по сравнению с весенними значениями. Наибольшая степень токсичности тестируемой воды (25,9-27,5%) лицензионного участка «Тюлений» отмечена на станциях, расположенных в центральной (районы б. Ракушечная и б. Кулалинская) и северо-западной частях, а также на прилегающей к западной границе участка акватории моря.

Уровень токсичности, соответствующий 15-23,4%, формировался в северо-западной (восточнее б. Б. Жемчужной), центральной (район б. Кулалинской), а также в юго-восточной частях участка. На остальной территории уровень токсичности воды про-

анализированных проб был несколько выше допустимого в контроле и составил 11,7-13%, за исключением станций, расположенных в южной части, где он соответствовал контрольным значениям.

Анализ материалов, характеризующих токсическое состояние морской воды изучаемой акватории в летние периоды 2003-2006 г.г. показывает, что наибольшая токсичность воды отмечена в многоводном 2005 году. В целом, средний уровень токсичности воды участка «Тюлений» в летний период составлял 16,4%. Наибольшие значения отмечены в северо-западной и центральной его частях и на прилегающей акватории в зоне адвекции волжских вод (рис. 5).



Рис. 5. Пространственное распределение средних значений гибели тест-объектов зоопланктона, летний период, %.

Fig. 5. The spatial distribution of the average loss test objects zooplankton, summer %.

В осенний период уровень токсичности воды лицензионного участка «Северный» снижается. Наибольший процент гибели тест-объектов отмечен в северо-западной, центральной и юго-восточной частях исследуемой акватории, и составляет 20–23,3%. Уровень токсичности, соответствующий 30%, зарегистрирован на прилегающей к западной границе участка акватории, находящегося под воздействием поступления в море вод Волго-Каспийского канала (ВКК). На остальной акватории участка «Тюлений» уровень токсичности морской воды находился в интервале значений от 11,3 до 18,3%. Средний уровень токсичности воды на участке «Тюлений» для осеннего периода составил 11,1% (табл. 4).

Таблица.4

Осредненные значения уровня общей токсичности воды на лицензионном участке «Тюлений» (% гибели зоопланктона)

Table.4

The averaged values of the overall toxicity of the water at the licensed site "Tuleniy" (% death zooplankton)

% гибели	весна	лето	осень
среднее	5,8	16,4	11,1
max	20	27,5	23,3

Наибольшие его значения отмечены в северо-западной, юго-восточной частях и в западном районе прилегающей акватории (рис.6).

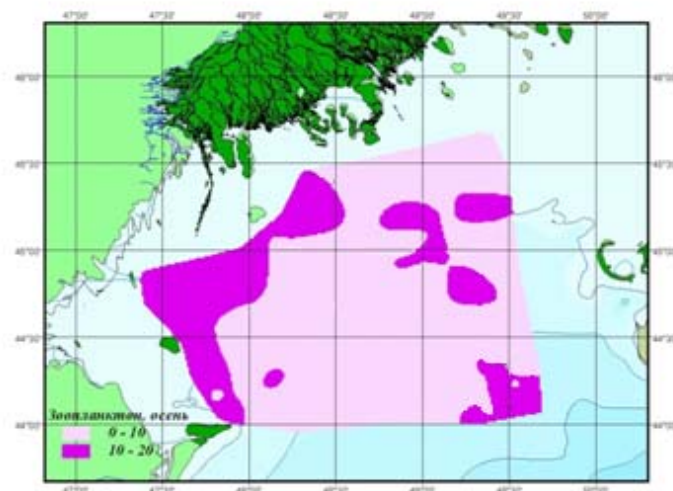


Рис.6. Пространственное распределение средних значений гибели тест-объектов зоопланктона, осенний период, %.

Fig.6. Spatial distribution of mean values of death test objects zooplankton, and autumn period, %.

Таким образом, сравнительный анализ результатов исследований 2001-2006 годов показал отсутствие острого токсического действия на тест-объект зоопланктона. Наибольший уровень токсичности воды (30-33,3%) на лицензионном участке «Тюлений» отмечен в летний период 2005 и осенний 2006 гг. В целом установлено, что наиболее высокая токсичность воды была в центральной и южной частях изучаемой акватории, характеризующегося коагуляцией и седиментогенезом взвешенных веществ, поступающих с речным стоком и сорбирующих на своей поверхности токсические вещества, включая хлорорганические соединения и тяжелые металлы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

- Абдурахманов, Г.М., Современное состояние и факторы, определяющие биологическое и ландшафтное разнообразие Волжско-Каспийского региона России [Текст]: монография. Г.М Абдурахманов, М. И. Карпюк., Б. Н.Морозов, Ю. Г. Пузаченко. Москва «Наука», 2002. 414с. 33,5 п. л.
- Абдурахманов, Г.М., Анализ экологического состояния Среднего Каспия и проблема воспроизводства рыб [Текст]: монография/ Г.М Абдурахманов, А. А. Гаджиев, М. М. Шихшабеков, А. А. Мунгиев- Москва, «Наука», 2003. 26,3 п. л.
- Абдурахманов, Г.М. Современное состояние эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства в Западно-Каспийском регионе России. [Текст]: монография/ Г.М Абдурахманов, А. С.Абдусамадов, М. И. Карпюк - Москва, «Наука», 2004. 35 п. л.
- Абдурахманов, Г.М.. Поисковое бурение скважины №1 в глубоководной части Среднего Каспия – Комплексная оценка и анализ состояния фитопланктона флуоресцентными методами анализа как объект антропогенного воздействия [Текст]: монография/ Г.М Абдурахманов, Ал. А.Гаджиев, Ах. А. Гаджиев – Немецкая национальная библиотека - LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG DudweilerLandstr. 99, 66123 Saarbrücken, Germany, 2011. 4 п.л.
- Абдурахманов, Г.М., Экологическая оценка загрязнения Западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами. ГУ «Каспийский морской исследовательский центр [Текст]: монография. Г.М Абдурахманов, С.К. Монахов- Астрахань, 2006. 3,25 п. л.
- Абдурахманов, Современное состояние биопродуктивности Каспийского моря и причины деградации популяции тюленей за последние 300 лет [Текст]: монография. Г.М Абдурахманов Г.М., А.Ф. Сокольский, А.И. Глебыч - Астрахань, ООО «КПЦ «Полиграфком», 2008. с.178.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сокольский Аркадий Федорович – д.б.н., профессор кафедры «Гидробиология и общая экология», 8937829-27-20, Астраханский государственный технический университет, ул. Татищева, 16, г. Астрахань, e-mail: a.sokolsky@mail.ru

Евсеева София Сергеевна – соискатель кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы», Астраханский государственный технический университет, 8917098-30-86, ул. Татищева, 16, г. Астрахань, e-mail: ruslana2212010@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Sokolsky Arkady Fedorovich. - doctor of biological Sciences, Professor at the Department of Hydrobiology and General ecology", 8937829-27-20, Astrakhan state technical University, Ul. Tatishchev, 16, , Astrakhan, e-mail: a.sokolsky@mail.ru

Evseeva Sofia Sergeevna. - researcher at the Department of Aquaculture and living aquatic resources", Astrakhan state technical University, 8917098-30-86, Ul. Tatishchev, 16, , Astrakhan, e-mail: ruslana2212010@mail.ru