

НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ЗАЩИТА
ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ
В НЕФТЕГАЗОВОМ
КОМПЛЕКСЕ**

**ENVIRONMENTAL PROTECTION
IN OIL AND GAS COMPLEX**



Июнь 2016

**Материалы для настоящего выпуска журнала собрали
и подготовили к печати:**

ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»
414045, Россия, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14.
Тел.: +7(8512) 30-34-70.
E-mail: kaspmniz@mail.ru;

ООО «Научно-исследовательский институт проблем Каспийского моря»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Кирова, 12/10а.
Тел.: +7(8512) 60-07-53.
E-mail: iprocam@mail.ru;

ООО «Научно-исследовательский институт экологии южных морей»
414024, Россия, г. Астрахань, пл. Свободы, 45.
Тел./факс: +7(8512) 49-23-00.
E-mail: ymeko@mail.ru;

**Каспийский филиал ФГБУН
«Институт океанологии им. П.П. Ширшова» РАН**
414056, Россия, г. Астрахань, ул. Савушкина, 6.
Тел.: +7 (8512) 54-45-59.
E-mail: casp@bk.ru



ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

Научно-технический журнал

Учредитель журнала — ОАО «ВНИИОЭНГ»

Генеральный директор *А.Г. Лачков*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Соловьев Александр Александрович (главный редактор) – д-р хим. наук, профессор, директор Института экономики природопользования и экологической политики при НИУ Высшей школы экономики, г. Москва;
Алиев Мурсал Ильдырым оглы – д-р техн. наук, профессор, директор НИИ Минерального сырья Министерства Экологии и Природных ресурсов Азербайджанской Республики, г. Баку;

Безродный Юрий Георгиевич – д-р техн. наук, начальник отдела филиала ООО «ЛУКОЙЛ-Инжениринг» «ВолгоградНИПИмортнефть», г. Волгоград;

Волкова Вера Алексеевна (зам. главного редактора) – главный менеджер ОАО «ВНИИОЭНГ», г. Москва;

Елецкий Борис Дмитриевич – д-р биол. наук, профессор, зам. гл. инженера ООО «НК «Приазовнефть», г. Краснодар; Зубченко Александр Васильевич – д-р биол. наук, старший научный сотрудник ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. И.М. Киповиця», г. Мурманск;

Ишков Александр Гаврилович – д-р хим. наук, профессор, начальник Управления ОАО «Газпром», г. Москва; Казарян Вараздат Амаякович – д-р техн. наук, профессор, зам. генерального директора ООО «Газпром геотехнология», г. Москва;

Карпов Валерий Анатольевич – д-р техн. наук, зам. директора ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северова РАН», г. Москва;

Клейменов Андрей Владимирович – д-р техн. наук, начальник управления ОАО «Газпром нефть», г. Санкт-Петербург; Курапов Алексей Александрович – д-р биол. наук, исполнительный директор ОАО «Научно-исследовательский институт экологии южных морей», г. Астрахань;

Мещеряков Станислав Васильевич – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Российского государственного университета нефти и газа им. акад. И.М. Губкина, г. Москва;

Мираламов Гусейнбала Фазил оглы – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии, г. Баку;

Спиркин Владимир Григорьевич – д-р техн. наук, профессор Российской государственной университета нефти и газа им. акад. И.М. Губкина, г. Москва;

Цыбульский Павел Геннадьевич – канд. техн. наук, зам. генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва

Свидетельство о регистрации средств массовой информации ПИ № 77-12338 от 10 апреля 2002 г.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования.

Журнал включен в Реферативный журнал и базы данных ВИНТИ.

СОДЕРЖАНИЕ

Курапов А.А. Обращение к читателям 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Алексеев А.Г., Фирсов А.В. Высокотехнологичная обработка и интерпретация данных сейсморазведки 3D для повышения экологической безопасности при инженерно-геологических изысканиях на Северном Каспии 6

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ

Попова Н.В., Монахов С.К., Курапов А.А., Зубанов С.А. Организация производственного экологического мониторинга при освоении морских нефтегазовых месторождений 13

Кузин А.В., Монахов С.К., Курапов А.А., Зубанов С.А. Производственный экологический контроль за негативным воздействием на окружающую среду морских судов, используемых при разведке и разработке морских нефтегазовых месторождений 21

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Курапов А.А., Дегтярева Л.В. Районирование Северного Каспия по условиям накопления органических веществ в донных отложениях 26

Островская Е.В., Войнова М.В. Загрязненность вод российского сектора недропользования Каспийского моря тяжелыми металлами 30

Островская Е.В., Немировская И.А., Козина Н.В. Углеводороды во взвешенном веществе и донных отложениях северо-западной части Каспийского моря 34

Колокольцев С.Н., Островская Е.В., Колмыков Е.В. Качество водной среды водотоков Волго-Ахтубинской поймы в районе Центрально-Астраханского газоконденсатного месторождения 40

Кузин А.В., Бакун О.И., Ушивцев В.Б., Монахова Г.А., Умербаева Р.И., Непоменко Л.Ф. Производственный экологический мониторинг в районе месторождения им. Ю. Корчагина в 2014 году 49

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ

Колмыков Е.В., Васильева Т.В., Монахова Г.А., Асаева К.И., Кашин Д.В. Методические аспекты охраны животного мира при освоении морских нефтегазовых месторождений 55

Умербаева Р.И., Колмыков Е.В., Водовский Н.Б. Состояние биологических сообществ в районе месторождения «Ракушечное» в Северном Каспии 61

Информационные сведения о статьях 68

ОАО «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

© ОАО «ВНИИОЭНГ», 2016

Июнь, 2016 г.

Издаётся с 1993 г.

CONTENTS

FIELD PROSPECTING TECHNICAL ASPECT

- Alexeev A.G., Firsov A.V.* Application of high-tech processing and interpretation of 3D seismic prospecting data to strengthen environmental safety throughout geological and engineering surveys in the Northern Caspian.....6

OPERATIONAL ENVIRONMENTAL MONITORING AND CONTROL

- Popova N.V., Monakhov S.K., Kurapov A.A., Zubanov S.A.* Implementation of operational environmental monitoring when developing offshore oil and gas fields.....13
Kuzin A.V., Monakhov S.K., Kurapov A.A., Zubanov S.A. Operational environmental control of adverse environmental impact on marine vessels employed in exploration and development of offshore oil and gas fields21

ASSESSMENT OF STATE AND CONTAMINATION OF ENVIRONMENT

- Kurapov A.A., Degtyareva L.V.* Zoning of the Northern Caspian sea based on organic matter accumulation in its bottom sediments.....26
Ostrovskaia E.V., Voinova M.V. Heavy metal contamination of the water of the Russian sector of the assets used in the Caspian Sea30
Ostrovskaia E.V., Nemirovskaya I.A., Kozina N.V. Hydrocarbons in suspended matter and bottom sediments in the north-western part of the Caspian Sea.....34
Kolokoltsev S. N., Ostrovskaia E.V., Kolmykov E.V. Surface water quality of the Volga-Akhtuba floodplain water bodies located within the borders of Central-Astrakhan gas condensate field.....40
Kuzin A.V., Bakun O.I., Ushitsev V.B., Monakhova G.A., Umerbaeva R.I., Nepomenko L.F. Operational environmental monitoring carried out in the territory of Yu. Korchagin field in 2014.....49

ASSESSMENT OF STATE OF BIOLOGICAL COMMUNITIES

- Kolmykov E.V., Vasilieva T.V., Monakhova G.A., Asaeva K.I., Kashin D.V.* Methodical aspects of fauna protection when developing offshore oil and gas fields.....55
Umerbaeva R.I., Kolmykov E.V., Vodovskiy N.B. The state of biological communities in the area of «Rakushechnoe» deposit in the Northern Caspian...61
Information on the articles72

Журнал по решению Президиума ВАК Минобразования и науки РФ от 01.12.2015 г. включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук».

Электронная версия нашего журнала (включая архивные выпуски) размещается на платформе Научной Электронной Библиотеки. Условия доступа к массиву выложены на сайте <www.elibrary.ru>.

Мы рады предоставить Вам комфортные условия для работы с нашим журналом, используя современные технологии поиска научной информации, обработки и сохранения полученных материалов в электронной форме.

Ведущие редакторы: *В.А. Волкова,
Н.Е. Игнатьева*

Компьютерный набор *В.В. Васина*

Компьютерная верстка *Е.В. Кобелькова*

Корректор *Н.В. Шуликина*

Адрес редакции: 117420 Москва, ул. Наметкина, д. 14, корп. 2, ОАО «ВНИИОЭНГ». Тел. ред.: (495) 332-00-76, факс: (495) 331-68-77.

Адрес электронной почты: <vniioeng@mcn.ru>
www.vniioeng.mcn.ru

Подписано в печать 13.04.2016. Формат 84×108 1/16. Бумага офсетная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 8,40. Уч.-изд. л. 8,60. Тираж 1520 экз. Цена свободная. ОАО «ВНИИОЭНГ» № 6107.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных цитируемой литературы.

**Редакционный совет научно-технических журналов,
издаваемых ОАО «ВНИИОЭНГ»**

Лачков А.Г. – генеральный директор ОАО «ВНИИОЭНГ» (председатель),
Абрамов Г.С. – д.э.н., к.т.н., ТК 024 «Метрологическое обеспечение добычи и учета углеводо-родов»,
Близнюков В.Ю. – д.т.н., начальник управления технологической экспертизы Экспертно-аналитической группы ОАО «НК «Роснефть»,
Богатырев А.Г. – д.т.н., профессор, зав. отделом ОАО «ВНИИОЭНГ»,
Быков И.Ю. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой Ухтинского государственного технического университета,
Валовский В.М. – д.т.н., профессор, советник дирекции Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти ОАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина по технике и технологии в разработке нефтяных месторождений,
Григорьев Л.И. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина,
Дмитриевский А.Н. – д.г.-м.н., профессор, академик РАН, научный руководитель Института проблем нефти и газа РАН,
Ивановский В.Н. – д.т.н., профессор, зав. кафедрой РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина,
Захаров Е.В. – д.г.-м.н., зав. отделом ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
Зубарева В.Д. – д.э.н., профессор РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина,
Зубченко А.В. – д.б.н., профессор, старший научный сотрудник ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии имени Н.М. Книповича»,
Карпов В.А. – д.т.н., зам. директора ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН»,
Кершенбаум В.Я. – д.т.н., профессор, генеральный директор Национального института нефти и газа, зав. кафедрой РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина,
Кошелев А.Т. – д.т.н., профессор НЦ НВМТ РАН,
Крылов В.И. – д.т.н., профессор РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина,
Кузнецов Ю.С. – д.т.н., профессор, зам. директора по научной работе НЦ НВМТ РАН,
Кустышев А.В. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ООО «ТюменНИИгипрогаз»,
Мастепанов А.М. – д.э.н., руководитель Аналитического центра энергетической политики и безопасности, зам. директора Института проблем нефти и газа РАН,
Оганов С.А. – д.т.н., профессор, зав. отделом ОАО «ВНИИОЭНГ»,
Петросянц В.О. – к.т.н., зав. отделом ОАО «ВНИИОЭНГ»,
Поляков В.Н. – д.т.н., профессор, главный научный сотрудник НИИ повышения нефтеотдачи пластов АН Республики Башкортостан,
Потапов А.Г. – д.т.н., профессор, зам. директора Центра разработки, эксплуатации месторождений природных газов и бурения скважин, ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
Спиркин В.Г. – д.т.н., профессор РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина,
Слепян М.А. – д.э.н., к.т.н., генеральный директор ООО НПФ «Нефтеавтоматика»,
Хисамов Р.С. – д.г.-м.н., главный геолог ОАО «Татнефть»,
Шмаль Г.И. – к.э.н., президент Союза нефтегазопромышленников

Уважаемые читатели!

Произошедшее 25 лет назад преобразование советских республик в суверенные государства, число которых на берегах Каспия сразу возросло с двух до пяти, способствовало активизации геолого-разведочных работ на нефть и газ на всей акватории Каспийского моря. Намерения приступить к добыче углеводородов на каспийском шельфе, к сегодняшнему дню уже во многом реализованные, высказали все пять прикаспийских государств. До этого, в начале 90-х гг. прошлого столетия, добыча нефти в море велась только у побережья Азербайджана и Туркменистана.

Расширение масштабов недропользования вызвало протесты у экологов, как специалистов, так и общественников, опасавшихся, что весь Каспий станет похож на покрытую нефтяной пленкой Бакинскую бухту. Особенно большие опасения вызвало появление нефтяников в северной части Каспийского моря, в 1975 г. объявленной заповедной зоной в связи с ее высокой рыбохозяйственной значимостью. Благодаря принятым правительствами России и Казахстана специальным экологическим требованиям к разведке и разработке месторождений в этой зоне, эти протесты большей частью удалось развеять.

Сохранившиеся с советских времен тесные связи между прикаспийскими государствами способствовали налаживанию сотрудничества между ними в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов Каспийского моря. Но боязнь потерять пока хрупкий национальный суверенитет привела к тому, что это сотрудничество долгое время носило (и отчасти носит до сих пор) декларативный характер. Это хорошо видно на примере Конвенции о правовом статусе Каспия, обсуждение которой идет уже 20 лет и конца переговорам не видно.

Так или иначе, в 2003 г. в Тегеране была подписана Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря, а в 2006 г. она вступила в действие. Вслед за этим были приняты три протокола, дополняющие эту конвенцию: Протокол о региональной готовности, реагировании и сотрудничестве в случае инцидентов, вызывающих загрязнение нефтью («Актауский протокол» от 12 августа 2011 г.); Протокол по защите Каспийского моря от загрязнения из наземных источников и в результате осуществляемых на суще видов деятельности («Московский протокол» от 12 декабря 2012 г.); Протокол о сохранении биологического разнообразия («Ашхабадский протокол» от 30 мая 2014 г.).

Тегеранская конвенция с прилагаемыми к ней протоколами и четыре межправительственных соглашения (о сотрудничестве в сфере безопасности на Каспийском море; о сотрудничестве в области гидрометеорологии Каспийского моря; о сохранении и рациональном использовании водных биоресурсов Каспийского моря; о сотрудничестве в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Каспийском море) образуют международную правовую базу охраны окружающей среды Каспийского моря.

Важными инструментами охраны окружающей среды на национальном и международном уровнях являются экологические исследования и экологический мониторинг, реализация права граждан на информацию о состоянии окружающей среды. Для более широкого использования этих инструментов на Каспийском море Секретариатом Тегеранской конвенции создана рабочая группа по мониторингу и оценке, началась подготовка Протокола по мониторингу, оценке, доступу и обмену информацией.

Здесь следует отметить, что эти инструменты активно используют в своей экологической практике нефтегазовые компании, действующие на Каспийском море, возможно, не все, но самые передовые из них. К таковым относятся действующие в российском секторе недропользования Каспийского моря ООО «ЛУКОЙЛ–Нижневолжско-нефть» и ООО «Каспийская нефтяная компания», ведущие экологический мониторинг, поощряющие экологические исследования и публикующие их результаты в доступных источниках.

Одной из площадок, используемых для представления результатов исследований и мониторинга, проводимых этими компаниями, стал журнал «Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе». Начиная с 2003 г. было издано девять специальных выпусков, опубликовано более сотни статей, освещавших подходы и решения экологических проблем, связанных с разведкой и разработкой месторождений углеводородного сырья в северной части Каспийского моря.

Вот и этом по счету десятом (т. е. юбилейном) специальном выпуске журнала опубликованы статьи, развивающие уже сложившиеся и открывающие новые направления исследований Каспийского моря при разведке и разработке морских нефтегазовых месторождений. В сложившейся ситуации, как она описана выше, результаты этих исследований имеют не только научную и практическую значимость, их также можно рассматривать как вклад российских нефтегазовых компаний в расширение международного сотрудничества в области охраны окружающей среды Каспийского моря.

A.A. Курапов,

доктор биологических наук, исполнительный директор

ООО «Научно-исследовательский институт экологии южных морей»,

член президиума Астраханского регионального отделения Всероссийского общества охраны природы

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 550.8:504.064.4

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ НА СЕВЕРНОМ КАСПИИ

А.Г. Алексеев, А.В. Фирсов

При проведении морских работ на шельфе Каспийского моря большое внимание уделяется экологической безопасности морских работ. Шельф Каспия характеризуется сложным строением грунтовой толщи и широким распространением скоплений свободного газа на различных гипсометрических уровнях, которые представляют опасность для строительства стационарных морских сооружений и постановки самоподъемных буровых платформ. Для выявления подобного рода опасностей на глубинах до 150...170 м обычно используют двухчастотное сейсмоакустическое профилирование (НСП) [9] и на глубинах до 600...800 м – сейсморазведку высокого разрешения (ВЧ МОГТ), предусмотренные национальными стандартами (СП11-114-2004 «Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромышленных сооружений»). Однако сейсморазведка 3D позволяет получить достаточно большое количество высокочастотной геологической информации об объекте изысканий, в то время как дополнительная сейсморазведка на ограниченной акватории исключительно для выявления слабых грунтов повышает экологические риски для морской среды и биоты. Кроме того, по геологическим показаниям или в силу организационных причин точка заложения скважины может быть запланирована вдалеке от площадки выполненных в ограниченном объеме работ ВЧ МОГТ. Полученные при этом материалы оказываются малоинформативными для оценки газоносности грунтовой толщи и безопасности бурения. В результате использование материалов глубинной сейсморазведки 2D или 3D, обычно перекрывающей всю площадку изысканий, становится наиболее предпочтительным.

Целью данной работы является анализ возможности полного исключения проведения сейсморазведки 2D ВЧ МОГТ и расширенной обработки и интерпретации уже имеющихся данных съемки 3D с сохранением информативности материалов, необходимой для безопасности бурения поисково-разведочных скважин.

Особенности проявления газовых скоплений на сейсмоакустических записях

Анализ материалов двухчастотного сейсмоакустического профилирования и сейсморазведки высокого разрешения на площадках месторождений Каспийско-Камышанского вала и Хвалынско-Сарматской структурной зоны показывает, что газовые скопления и кан-

лы его миграции встречаются практически во всем интервале глубин от дна до 1 км (рис. 1).

Материалы высокочастотного профилирования с электродинамическим источником «бумер» (см. рис. 1, а) позволяют выявить малоглубинные скопления газа в придонных грунтах и в толще до глубин 30...40 м. Эти скопления представляют опасность при установке опор самоподъемных буровых установок (СПБУ), погружаемых обычно до глубины 6...7 м в грунт [4]. Записи низкочастотного профилирования с источником «спаркер» (см. рис. 1, б) обеспечивают выявление и оконтуривание амплитудных аномалий, связанных со скоплениями газа на глубинах до 130...150 м от среднего уровня моря, что позволяет выбрать на участке изысканий безопасное место для заглубления до 60...70 м свайных опор стационарных платформ и направляющей колонны ствола глубокой скважины.

Наличие газа в интервале бурения верхней части ствола геолого-поисковой скважины до глубин 600...800 м оценивают обычно по данным ВЧ МОГТ (рис. 2 и 3). Отчетливая линейность амплитудных аномалий и увеличение площади их проявления обнаруживаются в северо-восточном углу площадки. Однако записи НСП не позволяют выявить причину этих скоплений, каналы миграции газа и глубину распространения их по разрезу. На площадке детализационных работ в утвержденном месте заложения скважины был дополнительно выполнен ограниченный объем ВЧ МОГТ. Точка заложения глубокой скважины на этой площадке была намечена на удалении около 1,8 км от центра. При опережающем проведении ВЧ МОГТ в центре площадки эти данные оказались бы бесполезными для оценки безопасности бурения.

Использование разночастотных данных для оценки газоносности разреза

Несмотря на то, что малоглубинный метод двухчастотного НСП полностью решает задачу выявления и оконтуривания газонасыщенных зон, опасных для установки СПБУ и стационарных платформ, и требует лишь подтверждения газоносности в месте сооружения pilotной скважины, для оценки безопасности бурения необходимо изучение каналов миграции газа из глубинных залежей к поверхности [2, 5]. Это наиболее актуально при бурении кустов добывающих скважин, у которых значительная часть ствола проходит в наклонном или горизонтальном направлении. Распределение

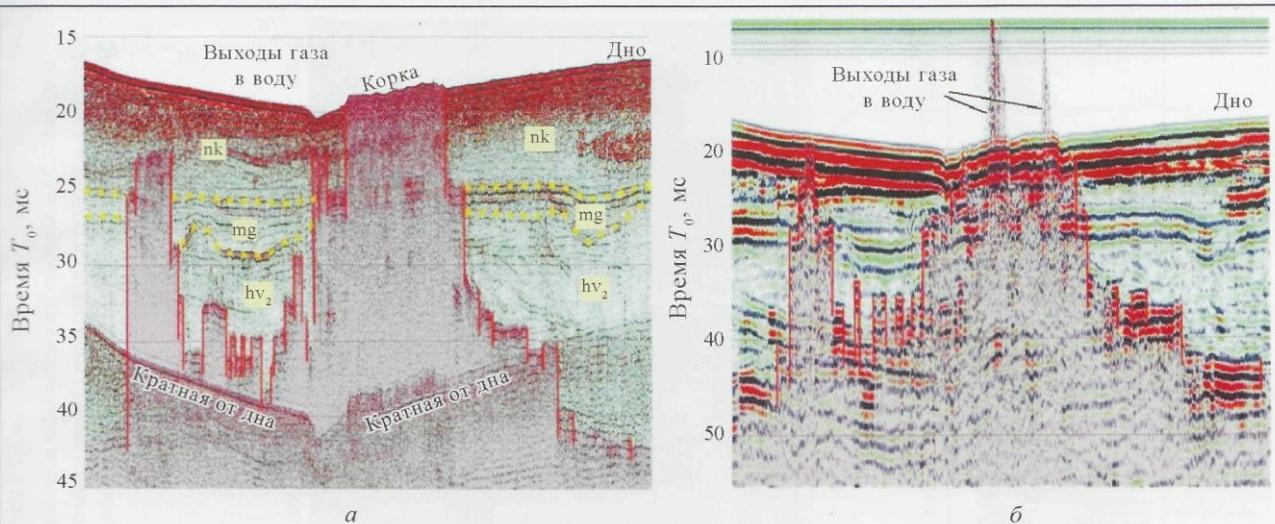


Рис. 1. Примеры проявления газонасыщенных зон в придонном слое грунтов с образованием корки калькаринита и выходами газа в водную толщу на сейсмоакустических разрезах, полученных с излучателем «бумер» (а) и «спаркер» (б)

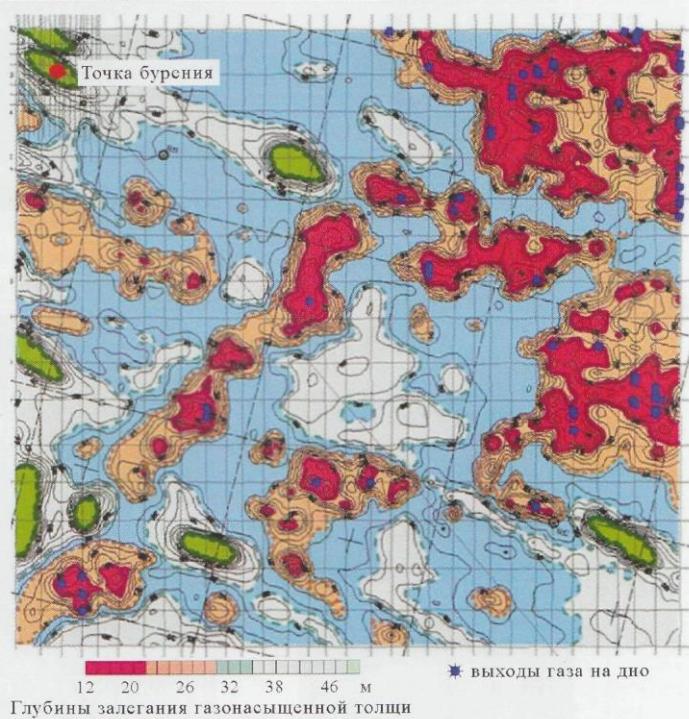


Рис. 2. Карта поверхности газонасыщенных грунтов с выходами газа в водную толщу по данным НСП с излучателем «спаркер»

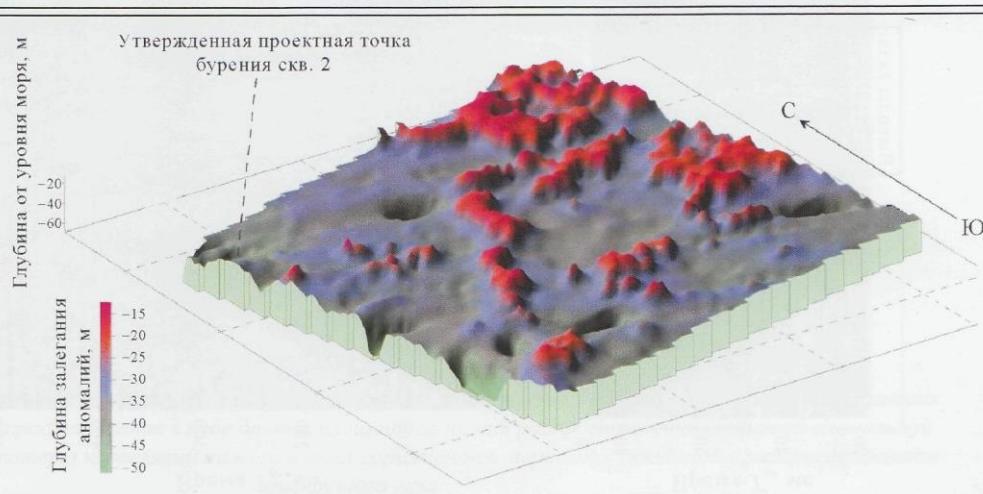
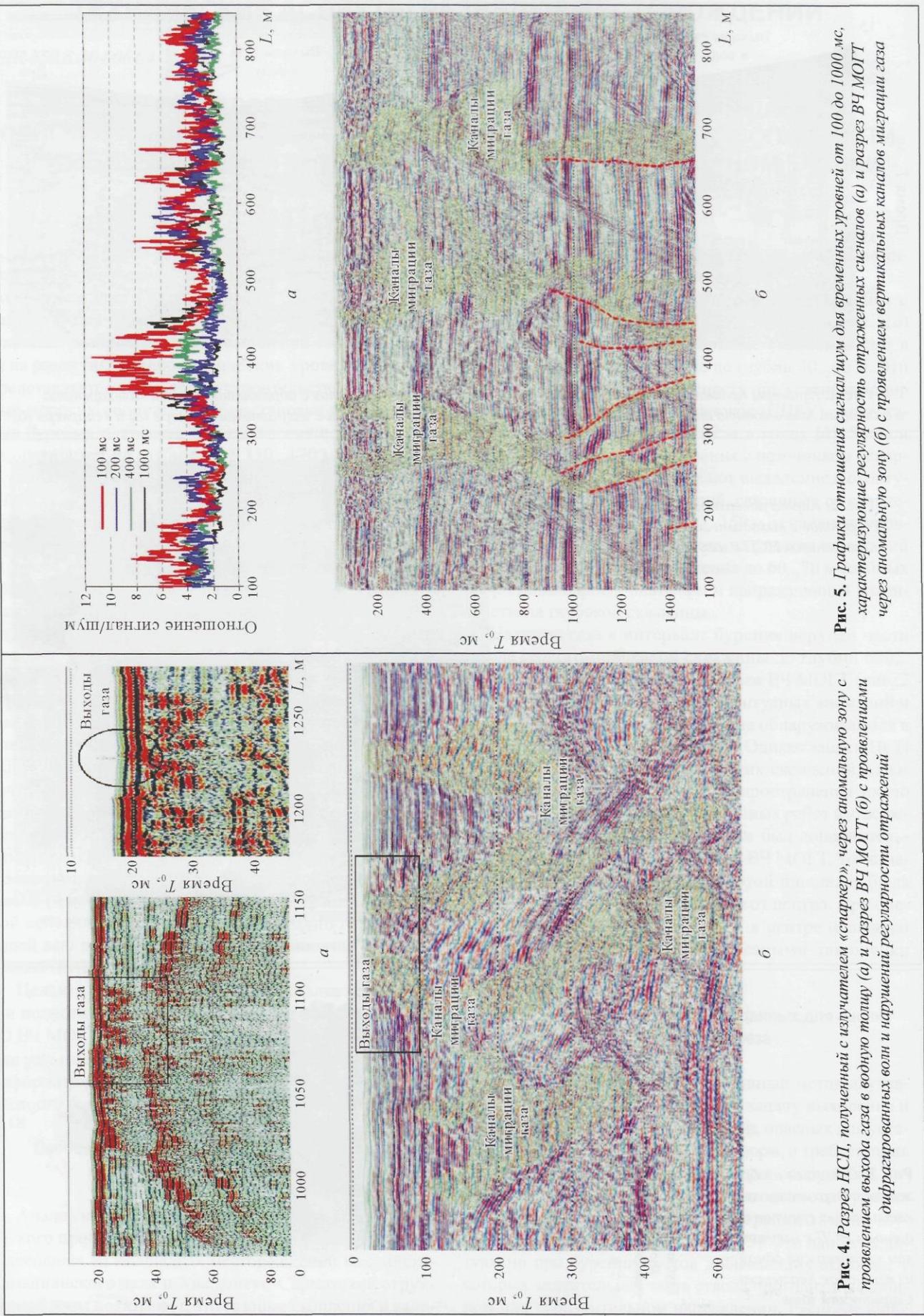


Рис. 3. Объемное изображение поверхности газонасыщенных грунтов по данным НСП с излучателем «спаркер» на одной из площадок Хвалынско-Сарматской зоны



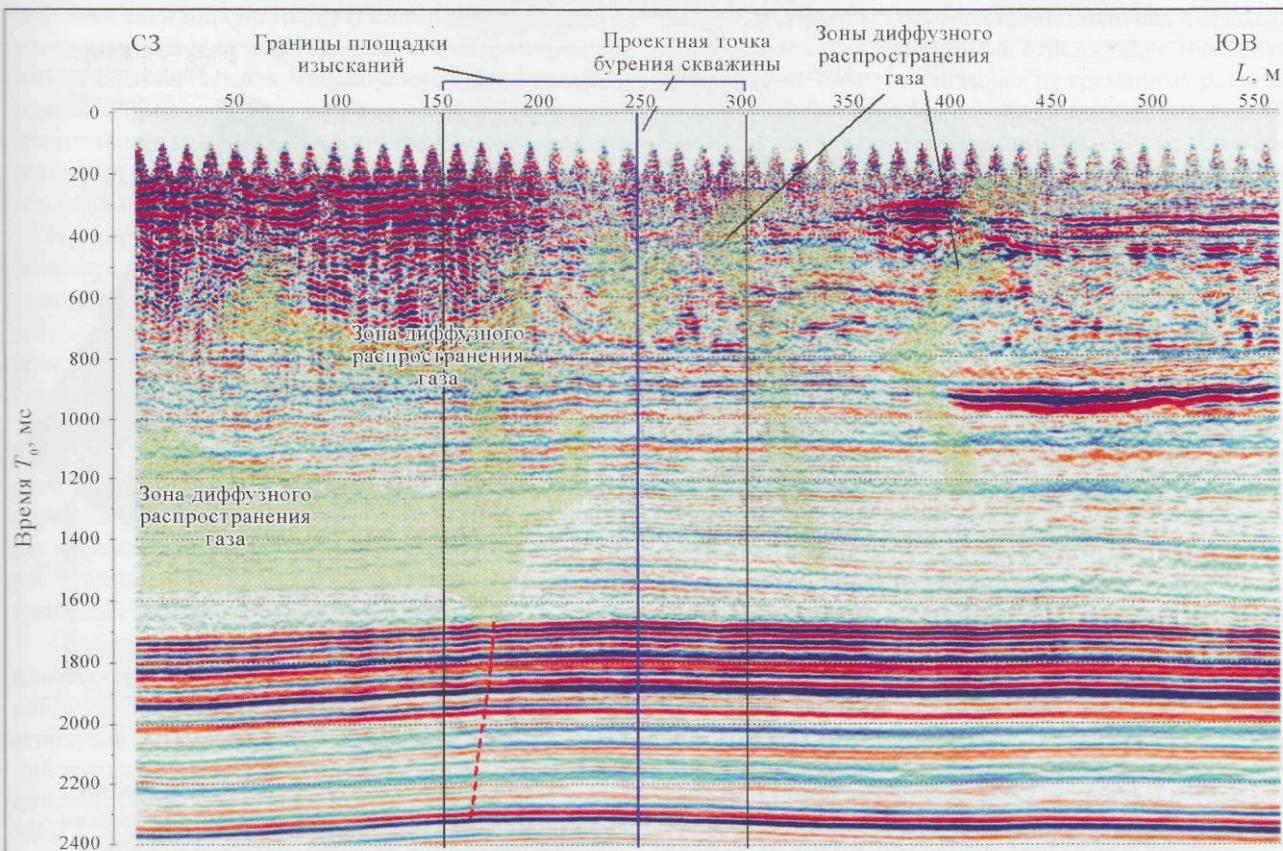


Рис. 6. Позиция утвержденной точки заложения глубокой скважины относительно расположения сейсмоакустических аномалий, предположительно связанных со скоплениями газа, на профиле сейморазведки 3D

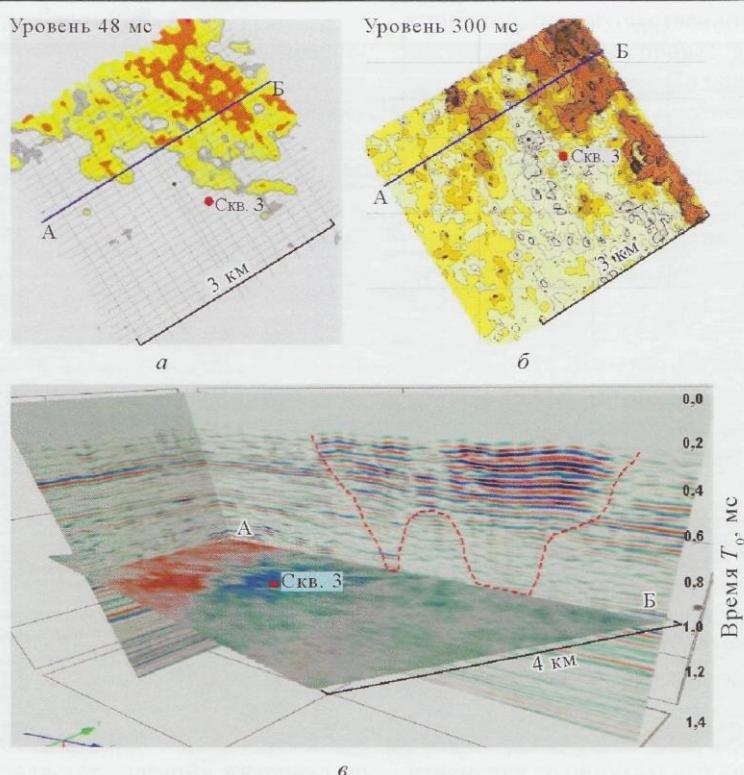


Рис. 7. Карты RMS-амплитуд по уровням малоглубинных сейсмоакустических аномалий (а, б) в нижнехвалынских отложениях и пример прослеживания в кубе данных границ распространения обширной аномальной зоны (в), вызывающей потерю корреляции низкележащих горизонтов и, вероятно, связанной с распространением диффузного газа

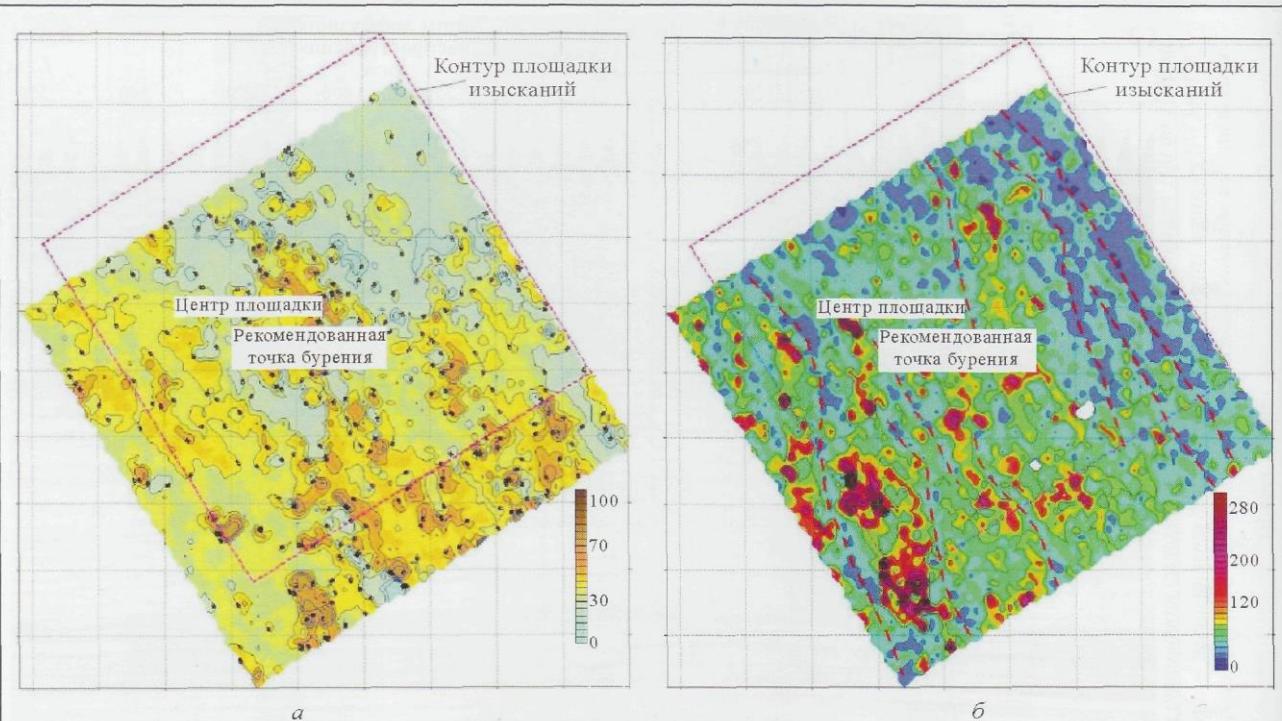


Рис. 8. Карта кажущихся частот отраженных сигналов от границ в аптеронском ярусе на уровне 300 мс (а) и карта отношения сигнал/шум по отражению от кровли мезозойских отложений на уровне 800 мс с линейными зонами пониженных значений (б), возможно связанных с зонами вертикальной миграции газа вдоль нарушений на участке структуры Сарматская

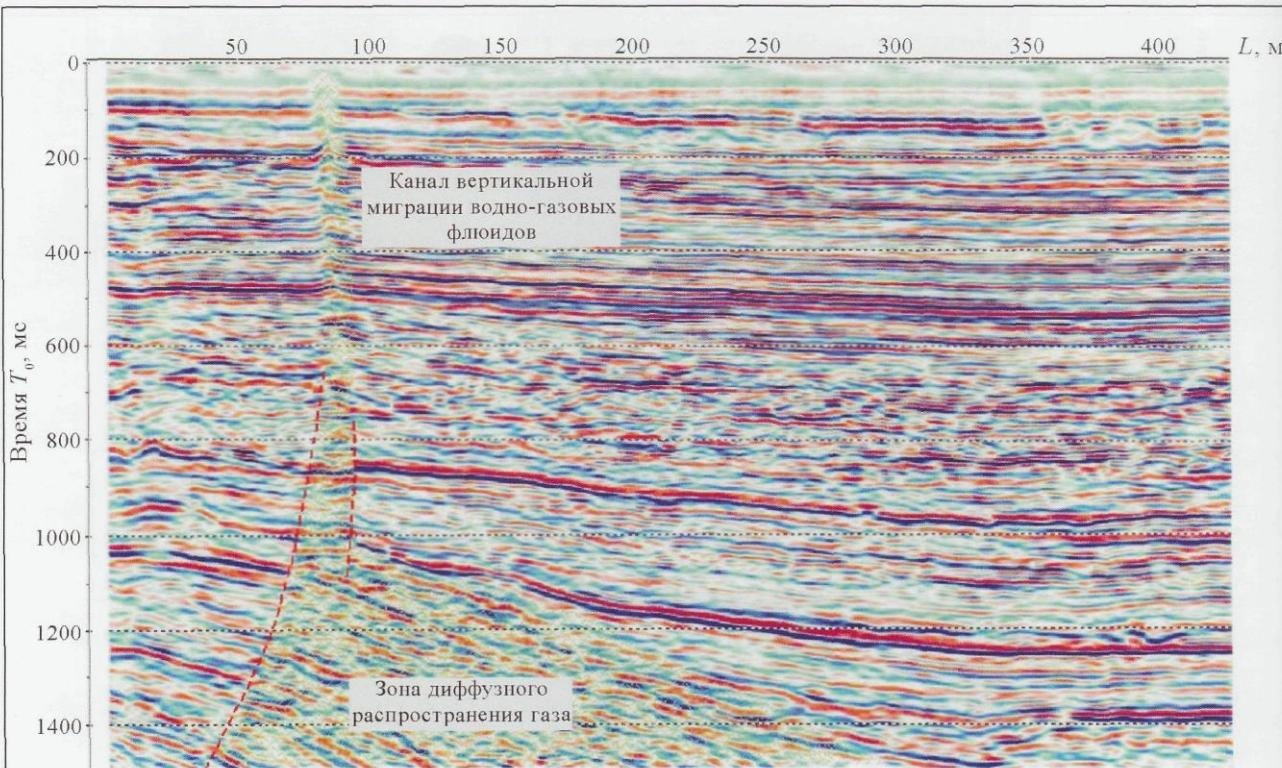


Рис. 9. Отображение на разрезе сейсморазведки 3D канала вертикальной миграции водно-газовых флюидов, связанного с глубинным разрывным нарушением и унаследованной зоной подвижек слабо консолидированных грунтов неоген-плейстоценовой толщи

выходов газа в водную толщу (синие значки, см. рис. 2) и аномалий в 3 м от дна (красные значки, см. рис. 2), весьма характерных для северо-восточного борта Хвалынско-Сарматской структурной зоны, указывает на приуроченность малоглубинных проявлений газа к линейным структурно-тектоническим элементам в нижележащих отложениях.

На рис. 4 приведены записи НСП с источником «спаркер» с проявлением одного из показанных на рис. 2 выходов газа в водную толщу (*a*) и временной разрез сейсморазведки ВЧ МОГТ (*b*), на котором отчетливо прослеживаются субвертикальные зоны нарушения регулярности прослеживаемых отражений.

В совокупности с многочисленными интенсивными дифрагированными волнами, возникающими в местах резкого изменения акустической жесткости, зоны нерегулярной записи могут быть проинтерпретированы как каналы вертикальной миграции и диффузного распространения газа в толще слабо консолидированных плейстоценовых грунтов [3, 7].

Особенности проявления вероятных каналов миграции газа и его диффузного распространения в грунтовой толще хорошо отображаются в полях динамических атрибутов сейсмозаписей – пиковых и средних значений амплитуд, частот, отношения сигнал/шум. Как показывает опыт обработки и интерпретации записей ВЧ МОГТ, амплитудные характеристики достаточно уверенно позволяют локализовать и оконтурить пластовые скопления газа. Однако для отслеживания каналов миграции привлекаются обычно частотные характеристики и отношение сигнал/шум (рис. 5).

Участки нарушения регулярности записей прослеживаются до времени регистрации 1,0 с и более (на глубинах выше 1 км) и приурочены к зонам тектонических нарушений в мезозойском комплексе. При этом в толще мезозойских отложений нарушения регулярности наблюдаются в виде узких полос, примыкающих к плоскостям смещений блоков. В покрывающей неоген-плейстоценовой толще участки нерегулярной записи заметно расширяются, на основании чего можно делать вывод о диффузном характере распространения газа в толще слабо консолидированных грунтов [7, 9].

Использование для оценки газонасности грунтовой толщи данных конвенционной сейсморазведки 2D и 3D, охватывающих значительные по площади участки исследуемых нефтегазоносных структур и имеющихся в распоряжении исполнителя до начала инженерных изысканий, позволило бы более обоснованно подходить к выбору мест заложения глубоких разведочных скважин, исходя не только из необходимости решения геологических задач, но и с учетом не менее важных условий безопасности бурения. Однако разрешающая способность записей глубинной сейсморазведки существенно ниже по сравнению с ВЧ МОГТ [1, 8]. Основным недостатком их является «немой» интервал до времени регистрации 150...200 мс, обусловленный большим выносом источника от начала базы приема и низкой кратностью накопления на малых временах регистрации. Этот интервал имеется и на записях ВЧ МОГТ,

но его протяженность существенно меньше, что позволяет увязать прослеживаемые отражающие горизонты в разных частотных диапазонах на временных разрезах НСП с соответствующими горизонтами на разрезах ВЧ МОГТ в интервале регистрации 100...150 мс. Большая глубинность и площадь покрытия исследуемого участка обеспечивают получение дополнительной информации, компенсирующей указанные недостатки конвенционной сейсморазведки.

На рис. 6 показан пример выбора безопасного места заложения скважины на площадке изысканий с использованием профиля сейсморазведки 3D.

На профиле отчетливо проявляются массивная амплитудная аномалия в верхней части разреза, распространяющаяся до времени регистрации 800...900 мс (до глубины около 1 км) в северо-западной части площадки, уходящая за ее пределы на север, и весьма интенсивная пластовая аномалия на времени регистрации около 1000 мс на юго-восточном конце профиля. Анализ записи в месте заложения скважины также показывает, что при бурении в интервале глубин 400...700 м возможны проявления диффузного газа, поэтому необходимо предусмотреть меры безопасности при проходке данного интервала.

Для определения оптимального положения ствола скважины в пространстве в условиях сложного характера распространения зон газонасыщения по разрезу и в плане достаточно эффективным оказывается использование интерактивного анализа куба сейсмических данных. Для этого рассчитывают кубы сейсмических атрибутов, преимущественно мгновенных амплитуд, и документируют различные вертикальные и горизонтальные сечения куба. По набору двухмерных сечений строят карты различных амплитудных и частотных характеристик записей, оптимальным образом отображающих распределение в пространстве возможных скоплений газа [1, 7] (рис. 7).

Хорошо прослеживается в плане соответствие амплитудных аномалий, полученных на разных глубинах разными методами в частотных диапазонах, границы которых различаются на порядок. На основе анализа куба данных и горизонтальных сечений амплитуд в данном случае можно сделать вывод о предположительной глубине источника миграции газа и расширении объема газонасыщенной зоны по мере приближения к поверхности дна, что свидетельствует о диффузном характере его распространения в неоген-плейстоценовой толще слабо консолидированных грунтов.

Анализ сечений сейсмических атрибутов показывает, что они характеризуют, помимо степени газонасыщенности, и другие особенности разреза. Например, его частотные характеристики за пределами амплитудных аномалий зависят от различных структурно-литологических особенностей – характера переслаивания, изменения толщины и выклинивания отдельных пластов, поглощения энергии при прохождении упругих волн через слои различной литологии и т. д. [10]. Однако в зонах с высокой степенью газонасыщения отчетливо наблюдается понижение частот колебаний (рис. 8, *a*).

Отношение сигнал/шум (см. рис. 5) хорошо характеризует участки нарушения регулярности записей, приуроченные к зонам дробления вблизи плоскостей смещения блоков вдоль тектонических нарушений.

Анализ сечений этого параметра (рис. 8, б) позволяет наметить зоны предполагаемых малоамплитудных нарушений и флексур, с которыми могут быть связаны каналы миграции газа из глубинных залежей к поверхности. В то же время сечения амплитудных параметров могут не только отображать участки газонасыщения, но и быть обусловлены литологическими факторами. Поэтому окончательное решение о наличии и распространении скоплений газа в грунтах делается на основе анализа совокупности признаков газонасыщения, таких, как «затяжки» времени регистрации отражений от нижележащих горизонтов, наличие дифрагированных волн на краях аномалий, понижение частоты колебаний и т. п. [1, 5].

Одно из преимуществ использования данных сейсморазведки 3D – возможность отслеживания опасных особенностей глубинного строения разреза, прежде всего, разрывных нарушений в жестких породах мезозойского структурного этажа, которые являются наиболее вероятными каналами истечения газа из глубинных залежей. Самые по себе зоны вблизи плоскостей разрывных нарушений, сложенные грунтами и породами с ослабленными прочностными свойствами, представляют неблагоприятные интервалы для проходки ствола скважины. Вблизи плоскостей разрывов, являющихся экранами на путях послойной миграции флюидов, возможно также формирование в проницаемых пластах зон с повышенной концентрацией газа [6].

На рис. 9 показан пример интерпретации временно-го разреза сейсморазведки 3D на площадке инженерных изысканий с характерными признаками формирования тектонически экранированной ловушки плоскостью разрывного нарушения на глубине свыше 1 км.

Восходящий поток водно-газовых флюидов из ловушки затем поднимается по узкой зоне ослабленных периодическими подвижками слабо консолидированных грунтов вдоль плоскости нарушения к поверхности дна с выходом газа в водную толщу. Выявляемые в подобных местах по данным НСП аномалии образуют «немые» зоны в пределах всего интервала регистрации отраженных сигналов, что исключает возможность определения глубины распространения собственно самой амплитудной аномалии. Привлечение для интерпретации материалов конвенционной сейсморазведки, подобных приведенному на рис. 9 разрезу, позволяет во многих случаях выявить причину и глубину распространения аномальной зоны и тем самым более надежно оценить условия безопасности бурения на участке изысканий.

Заключение

Использование данных конвенционной сейсморазведки 3D для решения задач инженерных изысканий в комплексе с данными двухчастотного сейсмоакустиче-

ского профилирования и сейсморазведки высокого разрешения оказывается эффективным для выработки решений о местах заложения геолого-поисковых скважин, исходя не только из необходимости решения геологической задачи, но и безопасности бурения в верхних интервалах разреза. Замена сейсморазведки 2D, выполняемой по методике ВЧ МОГТ, на высокочастотную обработку и интерпретацию сейсморазведки 3D позволит существенно снизить воздействие на окружающую среду проводимых работ, повысить безопасность бурения поисково-разведочных скважин и оптимизировать стоимость и сроки изысканий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сейсморазведка с вибрационными источниками / А.П. Жуков [и др.]. – Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2011. – 412 с.
2. Крылов Д.Н. Детальный прогноз геологического разреза в сейсморазведке. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 195 с.
3. Методика диагностики продуктивных пластов нижнего мела Ракушечного вала по данным ГИС, ГДИС, ГДК, керна и РВТ-анализа пластовых флюидов для оценки запасов промышленной категории. – Волгоград: ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», «ВолгоградНИПИмортнефть», 2011.
4. Подолов Ю.А. Экология нефтегазового производства. – М.: Инфра Инженерия, 2010. – 416 с.
5. Разработка и внедрение технологии проведения ГРП в морских условиях // Сб. работ победителей юбилейного XX Конкурса на лучшую молодежную научно-техническую разработку по проблемам топливно-энергетического комплекса «ТЭК-2011». – Минэнерго РФ: Интеграция, 2013. – 344 с.
6. Тетельмин В.В., Язев В.А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – Долгопрудный: Интеллект, 2009. – 352 с.
7. Хилтерман Ф.Дж. Интерпретация амплитуд в сейсморазведке. – Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2010. – 256 с.
8. Avseth P., Mukerji T., Mavko G. Quantitative seismic interpretation. Applying Rock Physics Tools to Reduce interpretation Risk CUP, 2005. – 408 p.
9. Bezrodnykh Y., Lisin V. Dual-frequency sub-bottom profiling for the evaluation of safety of offshore structures. 10th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics. Utrecht, 2004.
10. Herron D.A. First Steps in Seismic Interpretation. Tulsa: Society of Exploration Geophysicists, 2011. – 203 p.

LITERATURA

1. Seysmorazvedka s vibratsionnymi istochnikami / A.P. Zhukov [i dr.]. – Tver': OOO «Izdatel'stvo GERS», 2011. – 412 s.
2. Krylov D.N. Detal'nyy prognoz geologicheskogo razreza v seymorazvedke. – M.: OOO «Nedra-Biznessentr», 2007. – 195 s.
3. Metodika diagnostiki produktivnykh plastov nizhnego mela Rakushechnogo vala po dannym GIS, GDIS, GDK, kerna i RVT-analiza plastovykh flyuidov dlya otsenki zapasov promyshlennoy kategorii. – Volgograd: OOO «LUKOYL-Inzhiniring», «VolgogradNIPImorneft», 2011.
4. Podovalov Yu.A. Ekologiya neftegazovogo proizvodstva. – M.: Infra Inzheneriya, 2010 – 416 s.
5. Razrabotka i vnedrenie tekhnologii provedeniya GRP v morskikh usloviyakh // Sb. rabot pobediteley yubileynogo XX Konkursa na luchshuyu molodezhnuyu nauchno-tehnicheskuyu

- razrabotku po problemam toplivno-energeticheskogo kompleksa «TEK-2011». – Minenergo RF: Integratsiya, 2013. – 344 s.*
6. *Tetel'min V.V., Yazev V.A. Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – Dolgorudnyy: Intellekt, 2009. – 352 s.*
 7. *Khilterman F.Dzh. Interpretatsiya amplitud v seismorazvedke. – Tver': OOO «Izdatel'stvo GERS», 2010. – 256 s.*
 8. *Avseth P., Mukerji T., Mavko G. Quantitative seismic interpretation. Applying Rock Physics Tools to Reduce interpretation Risk CUP, 2005. – 408 p.*
 9. *Bezrodnykh Y., Lisin V. Dual-frequency sub-bottom profiling for the evaluation of safety of offshore structures. 10th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics. Utrecht, 2004.*
 10. *Herron D.A. First Steps in Seismic Interpretation. Tulsa: Society of Exploration Geophysicists, 2011. – 203 p.*

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ

УДК 504.062.2:504.064.36

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ОСВОЕНИИ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Н.В. Попова, С.К. Монахов, А.А. Курапов, С.А. Зубанов

Оценка выполнения природопользователями природоохранных требований является в настоящее время неотъемлемой частью как международных соглашений и национального природоохранного законодательства [3, 12, 13], так и корпоративных систем экологического менеджмента [10]. В связи с этим проведение мониторинга состояния и изменений окружающей среды становится обязательным условием, поскольку предоставляет необходимую информацию на всех этапах проводимой оценки [4, 9, 11].

В состав экологического сопровождения практически всех морских нефтегазовых проектов, реализуемых в РФ, входит производственный экологический мониторинг [2, 3, 6, 7], при этом его нормативно-правовая база остается несовершенной [4], несмотря на ее постоянное расширение. Примером является ст. 16.1, включенная в Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне РФ» в 2013 г. Эта статья, с одной стороны, обязывает компании «создать систему наблюдений за состоянием морской среды в районе осуществления своей деятельности», а с другой стороны, указывает на то, что требования к этой системе должны быть сформулированы в подзаконном акте, который до сих пор не принят.

В этой ситуации ответы на вопросы об организации производственно-экологического мониторинга (ПЭМ)

приходится искать в нормативно-технических документах (НТД), анализ и обобщение основных положений которых стали целью данной статьи. Здесь следует отметить, что организация ПЭМ включает его цели и задачи, состав и периодичность наблюдений, расположение и число пунктов наблюдений, а также данные, полученные в ходе мониторинга, и информацию, передаваемую заинтересованным лицам (рис. 1).

В настоящее время перечень НТД по организации ПЭМ при освоении морских нефтегазовых месторождений включает в себя семь документов¹:

- ГОСТ Р 56059-2014 «Производственный экологический мониторинг. Общие положения»;
- ГОСТ Р 56063-2014 «Производственный экологический мониторинг. Требования к программе производственного экологического мониторинга»;
- СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания»²;
- РД 52.18.769.2012 «Порядок определения исходного фонового содержания загрязняющих веществ в компонентах природной среды в районах расположения опасных производственных объектов»;
- РД 52.24.354-94 «Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием

¹ В перечень не включены НТД, регламентирующие организацию государственного экологического мониторинга (ГОСТ 17.1.3.08-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества морских вод» и т. п.).

² Вопросы организации стационарных наблюдений (локального экологического мониторинга или мониторинга природно-технических систем) освещены в пп. 4.89-4.95 данного свода правил. НТД, регламентирующие организацию инженерно-экологических изысканий, но не предусматривающие стационарные наблюдения (например РД 51-11-01-85 «Экологические исследования при инженерных изысканиях на континентальном шельфе»), здесь не рассматриваются.

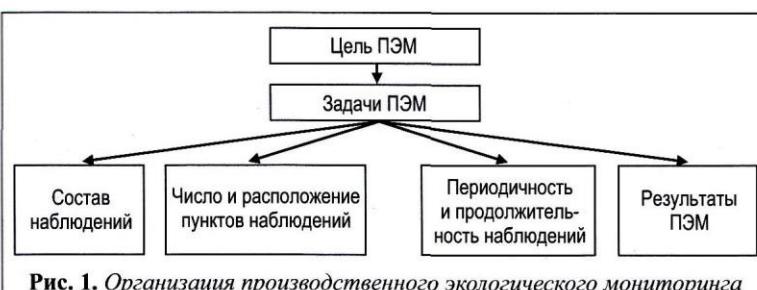


Рис. 1. Организация производственного экологического мониторинга

поверхностных вод суши в районах разработки нефти, газа и газоконденсата»;

– РД 52.18.770-2012 «Порядок наблюдений содержания загрязняющих веществ в компонентах природной среды в районах расположения опасных производственных объектов»;

– Р 52.24.557-1996 «Оценка состояния загрязненности поверхностных вод в регионах освоения нефтяных и газовых месторождений и влияния на них данного вида антропогенного воздействия».

Три последних документа посвящены организации ПЭМ поверхностных вод суши, но ряд их положений вполне применим и к морским акваториям.

При разведке и разработке месторождений, расположенных в прибрежных водах, в состав ПЭМ может быть включен производственный санитарно-эпидемиологический контроль. В этом случае в перечень НТД следует включить СанПиН 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения», регламентирующие организацию данного контроля.

На российском шельфе работают крупные вертикально интегрированные компании, как правило, имеющие стандарты предприятия, регламентирующие проведение ПЭМ, который при этом может выступать как часть производственного экологического контроля. Для примера в перечень рассматриваемых в данной статье НТД по организации ПЭМ включен Стандарт ОАО «ЛУКОЙЛ» СТП-01-047-2006 «Система производственного экологического контроля. Правила проектирования», п. 5.3.5 которого посвящен контролю морских акваторий.

Далее будут представлены в систематизированном виде основные положения названных НТД по вопросам организации ПЭМ.

Цели и задачи производственного экологического мониторинга

ГОСТ Р 56059-2014

п. 4.3. Цель ПЭМ – обеспечение организаций информацией о состоянии и загрязнении окружающей среды, необходимой им для осуществления деятельности по сохранению и восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, предотвращению негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидации его последствий.

п. 4.4. Основные задачи ПЭМ:

– регулярные наблюдения за состоянием и изменением окружающей среды в районе размещения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду;

– прогноз изменения состояния окружающей среды в районе размещения объектов;

– выработка предложений о снижении и предотвращении негативного воздействия на окружающую среду.

СП 11-102-97

п. 4.89. Цель стационарных наблюдений (локально-го экологического мониторинга или мониторинга природно-технических систем) – выявление тенденций количественного и качественного изменения состояния окружающей природной среды в пространстве и во времени в зоне воздействия сооружений.

Задачи стационарных наблюдений (локального экологического мониторинга или мониторинга природно-технических систем) включают в себя:

– систематическую регистрацию и контроль показателей состояния окружающей среды в местах размещения потенциальных источников воздействия и районах его возможного распространения;

– прогноз возможных изменений состояния компонентов окружающей среды на основе выявленных тенденций;

– разработку рекомендаций и предложений по снижению и исключению негативного влияния строительных объектов на окружающую среду;

– контроль за использованием и эффективностью принятых рекомендаций по нормализации экологической обстановки.

СтП-01-047-2006

п. 4.2. Целью системы ПЭК¹ является осуществление комплексного контроля уровней негативного воздействия и состояния компонентов природной среды в зонах деятельности организаций Группы «ЛУКОЙЛ», а также контроль соблюдения организациями Группы «ЛУКОЙЛ» требований законодательства Российской Федерации и обеспечение соответствующих должностных лиц достоверной информацией для принятия обоснованных управленческих решений в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Основными задачами системы ПЭК компонентов природной среды являются:

– сбор, накопление, обработка информации о состоянии и загрязнении компонентов природной среды в зоне влияния промышленного объекта;

– анализ текущей экологической обстановки и прогнозирование динамики ее развития;

– предоставление оперативной и достоверной информации руководству организаций Группы «ЛУКОЙЛ» для принятия плановых и экстренных управленческих решений в области охраны окружающей среды и рационального природопользования;

– контроль состояния природной среды при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций экологического характера;

– создание и ведение баз данных о состоянии и загрязнении компонентов природной среды в зоне влияния промышленного объекта.

п. 5.3.5.1. ПЭК морских акваторий осуществляется в целях контроля за влиянием строительства и эксплу-

¹ В стандарте ОАО «ЛУКОЙЛ» СТП-01-047-2006 производственный экологический мониторинг (ПЭМ) рассматривается как производственный экологический контроль (ПЭК) состояния компонентов природной среды.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ

атации промышленных объектов на качество морских вод и донных отложений. Также необходимо осуществлять контроль за состоянием водных млекопитающих и морской орнитофауны в строительный период, на этапе эксплуатации объекта, а также в период ликвидации аварийных ситуаций.

РД 52.24.354-94

п. 5.1.15. Из числа многих возможных задач (специальных наблюдений) следует выделить две основные:

– оценку качества поверхностных вод и его пространственно-временного изменения в районах данного вида антропогенного воздействия (разработка месторождений нефти, газа и газоконденсата);

– оценку влияния данного вида антропогенного воздействия на качество поверхностных вод.

РД 52.18.769-2012

п. 4.1. Определение исходного фонового содержания загрязняющих веществ (ЗВ) в компонентах природной среды (ПС) проводится с целью получения данных для выявления и оценки влияния деятельности планируемого опасного производственного объекта (ОПО) на содержание ЗВ в компонентах ПС в районе его расположения.

РД 52.18.770-2012

п. 4.1. Целью проведения наблюдений содержания ЗВ в компонентах ПС в районе расположения ОПО является оценка воздействия ОПО на окружающую среду при штатном режиме его работы

п. 4.2. Основными задачами при этом являются:

– определение содержания ЗВ в компонентах ПС;
– выявление и оценка воздействия ОПО на содержание ЗВ в компонентах ПС;

– обеспечение заинтересованных лиц информацией о состоянии и изменении ПС в районе расположения ОПО.

Как следует из приведенных положений НТД, цели и задачи ПЭМ в настоящее время не имеют однозначного определения. Это обусловлено тем, что ПЭМ до сих пор не обрел постоянного места в национальной системе охраны окружающей среды и находится между экологическим мониторингом и экологическим контролем. По нашему мнению, свою цель ПЭМ должен заимствовать у экологического контроля, а средства ее достижения – у экологического мониторинга.

Состав наблюдений (виды мониторинга, контролируемые показатели)

ГОСТ Р 56059-2014

п. 4.6. Определение перечня контролируемых параметров проводят с учетом установленных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду.

ГОСТ Р 56063-2014

п. 4.7. Структуру ПЭМ и контролируемые параметры (химические, физические и биологические показатели) определяют в зависимости от оказываемого негативного воздействия на окружающую среду.

В структуру ПЭМ могут входить:

– мониторинг состояния и загрязнения атмосферного воздуха;

– мониторинг состояния и загрязнения поверхностных вод;

– мониторинг состояния и загрязнения земель и почв;

– мониторинг состояния и загрязнения недр;

– мониторинг состояния и загрязнения растительного и животного мира (включая биоресурсы и среду их обитания).

СП 11-102-97

п. 4.93. Виды мониторинга (инженерно-геологический, гидрогеологический и гидрологический, мониторинг атмосферного воздуха, почвенно-геохимический, фитомониторинг, мониторинг обитателей наземной и водной среды) и перечень наблюдаемых параметров определяются в соответствии с механизмом техногенного воздействия (физическое, химическое, биологическое) и компонентами природной среды, на которые распространяется воздействие (атмосферный воздух, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, растительность, животный мир, наземные и водные экосистемы в целом и т. п.).

СТП 01-047-2006

п. 5.3.5.2. Перечень показателей, контролируемых в морской среде в период строительства и эксплуатации промышленных объектов, определяется с учетом требований СанПиН 4631-88¹ с обязательной корректировкой по данным, полученным в ходе инженерно-экологических изысканий и с учетом характера воздействия объекта на морскую акваторию. Контролю подлежат морская вода, морские гидробионты и донные отложения.

Перечень показателей, контролируемых в донных отложениях, определяется исходя из требований РД 52.24.609-99², РД 52.10.556-95³ с обязательной корректировкой по данным, полученным в ходе инженерно-экологических изысканий и с учетом характера воздействия объекта на морскую акваторию.

Контроль гидробионтов осуществляется по отдельным программам, разрабатываемым для каждой акватории с учетом ее специфики.

¹Взамен СанПиН 4631-88 действуют СанПиН 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения».

²Взамен РД 52.24.609.99 действует РД 52.24.609-2013 «Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов». В 2014 г. приказом МПР РФ № 112 от 24.02.2014 г. также утверждены «Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов».

³РД 52.10.556-95 «Методические указания. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений извеси» частично отменен в связи с вводом в действие РД 52.10.803-2013 «Массовая доля нефтяных углеводородов в пробах морских донных отложений. Методика измерений методом инфракрасной спектрометрии» и РД 52.10.804-2013 «Массовая доля АПАВ в пробах морских донных отложений. Методика измерений методом AAC в режиме электротермической атомизации».

РД 52.24.354-94

п. 5.4.1. Наблюдения (в районах разработки месторождений нефти, газа и газоконденсата) целесообразно проводить комплексно по физическим, химическим, биологическим и гидрологическим показателям.

п. 5.4.2. Перечень контролируемых показателей качества воды устанавливают с учетом специфики состава загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами и водами распределенного стока с территории разрабатываемого месторождения.

РД 52.18.769-2012

п. 5.3. Перечень контролируемых ЗВ должен включать ЗВ:

- поступление которых предусмотрено по проектным данным ОПО;
- обнаружение которых предполагается на основании анализа предшествующей и настоящей деятельности источников загрязнения.

РД 52.18.770-2012

п. 5.2. Перечень контролируемых ЗВ в районе расположения ОПО формируется с учетом токсических и миграционных свойств, количества, распространенности и стойкости в природной среде (ПС) на основе перечня, составленного в ходе наблюдений исходного фонового содержания ЗВ в компонентах ПС района расположения ОПО, и включает:

- продукты, используемые и образующиеся в технологических процессах ОПО;
- продукты трансформации ЗВ в компонентах ПС;
- продукты, хранящиеся, транспортируемые на территории ОПО.

п. 6.3. Одновременно с отбором проб воздуха и проведением измерений содержания ЗВ в атмосферном воздухе следует фиксировать метеорологические параметры – температуру воздуха, атмосферное давление, относительную влажность, скорость и направление ветра.

п. 8.11. Программа наблюдений на водотоках (водоемах) должна включать определение гидрохимических и гидрологических показателей.

СанПиН 2.1.5.2582-10

п. 6.1. Выбор приоритетных контролируемых химических веществ для контроля качества морской воды в охраняемых районах осуществляется с учетом следующих критерии:

- специфичности вещества для сточных вод, поступающих в прибрежные воды моря региона;
- степени превышения ПДК вещества в морской воде;
- класса опасности и лимитирующего признака вредности (характеризуют одновременно кумуляцию, токсичность и способность вещества вызывать отдаленные эффекты);
- канцерогенности;
- частоты обнаружения вещества в воде;
- тенденций к росту концентраций вещества в воде при долговременном наблюдении;
- биоразлагаемости.

В Приложении А к РД 52.24.354.94 приведены основные показатели загрязнения поверхностных вод

в районах месторождений нефти, газа и газоконденсата применительно к отдельным источникам загрязнения поверхностных вод. Кроме того, в «Методических указаниях...», утвержденных приказом МПР РФ № 112 от 24.02.2014 г. (см. сноска 2, с. 15), приведен перечень ЗВ, способных накапливаться в донных отложениях, источником поступления которых в водные объекты является нефте- и газодобывающая промышленность.

Наиболее кратко и емко требования НТД к составу наблюдений сформулированы в СП 11-102-97, согласно которому виды мониторинга и перечень наблюдаемых параметров определяются в соответствии с механизмом техногенного воздействия и компонентами природной среды, на которые они распространяются. Если следовать этой формулировке, то при разведке и разработке морских нефтегазовых месторождений основное внимание должно быть уделено мониторингу морской среды и ее загрязнению углеводородами, а также мониторингу состояния донных биологических сообществ.

Количество и расположение пунктов наблюдений

ГОСТ Р 56059-2014

п. 4.1. В рамках ПЭМ создаются пункты и системы наблюдений за состоянием окружающей среды в районах расположения объектов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и владельцы которых осуществляют мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды в зоне воздействия этих объектов (локальные системы наблюдений).

п. 4.5. Выбор объекта мониторинга и мест наблюдений (точек отбора проб, постов наблюдений) проводят с учетом:

- сведений о фоновом загрязнении (если таковые исследования проводились);
- размещения источников негативного воздействия на окружающую среду;
- природных и климатических особенностей районов размещения объектов.

СП 11-102-97

п. 4.93. Расположение пунктов наблюдения стационарной сети определяется содержанием решаемых задач, особенностями природной обстановки, контролирующими пути миграции, аккумуляции и выноса загрязнений.

СТП-01-047-2006

п. 5.3.5.4. Размещение пунктов контроля морских вод и донных отложений проводится в зоне влияния промышленного объекта, определяемой по результатам инженерно-экологических изысканий, а также с учетом преобладающего направления течения в зоне строительства или размещения промышленного объекта, наличия и параметров других источников загрязнения в контролируемой зоне.

Дополнительно при бурении скважин на морских нефтегазовых месторождениях должен быть организо-

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ

ван контроль морской воды в придонном слое в соответствии с РД 153-39-031-98¹.

Количество горизонтов наблюдений за качеством морских вод устанавливается в зависимости от глубины моря и с учетом требований ГОСТ 17.1.3.08-82².

На линейных сооружениях контроль проводится на створах, перпендикулярных оси трубопровода (по два-три пункта контроля на створ). Створы закладывают на глубинах, соответствующих изобатам 5, 10 и 20 м (или на максимальной для данного сооружения глубине). Если линейный объект располагается вдоль изобаты (идет параллельно берегу), то створы располагаются исходя из специфики акватории либо с шагом, пропорциональным длине сооружения, позволяющим контролировать влияние линейного объекта на всем его протяжении.

РД 52.18.769-2012

п. 4.6. При выборе места расположения пунктов наблюдений исходного фонового содержания ЗВ предпочтение следует отдавать местам, где предполагаемое воздействие опасного производственного объекта на содержание ЗВ в компонентах природной среды наибольшее и в то же время воздействие предшествующей и настоящей деятельности других источников наименьшее.

п. 4.7. При наличии других источников загрязнения, оказывающих воздействие на содержание ЗВ в компонентах ПС в районе расположения ОПО (региональные источники загрязнения), пункты наблюдений исходного фонового содержания ЗВ в компонентах ПС следует располагать между региональными источниками и ОПО.

РД 52.18.770-2012

п. 4.7. Положение и количество пунктов наблюдений определяются на основе предварительного обследования, выполненного в соответствии с РД 52.18.769-2012. В их число должны быть включены пункты наблюдений, в которых проводились наблюдения исходного фонового содержания ЗВ по РД 52.18.769-2012.

п. 4.9. Количество, положение пунктов наблюдений и результаты измерений должны обеспечивать достоверную оценку воздействия деятельности ОПО на окружающую среду.

СанПиН 2.1.5.2582-10

п. 5.2. Производственный контроль за составом и свойствами морской воды в контрольных пунктах охраняемых районов обеспечивается и осуществляется водопользователями самостоятельно либо с привлечением аккредитованных лабораторий.

п. 5.3. Размещение пунктов производственного контроля определяется водопользователем в соответствии

с требованиями настоящих санитарных правил и с учетом санитарной ситуации, местных гидрологических и метеорологических условий и категории водопользования.

п. 5.5. Местоположение пунктов контроля должно определяться функциональным зонированием охраняемых районов с учетом характеристики санитарного состояния определенной функциональной зоны.

п. 5.4. Пункты производственного контроля за со средоточенным сбросом сточных вод устанавливаются над местом сброса (при глубоководном выпуске) и в радиусе не более 500 м от места сброса, а также непосредственно в местах водопользования.

Если исходить из того, что ПЭМ является частью системы производственного экологического контроля, то основным требованием НТД к количеству и размещению пунктов наблюдений следует считать положение, согласно которому они должны обеспечивать выявление и достоверную оценку воздействия производственных объектов на окружающую среду. При реализации этого положения необходимо учитывать размах колебаний параметров среды в районе размещения объектов – чем он шире, тем выше должна быть частота наблюдений в пространстве и времени. Например, на Северном Каспии, отличающемся высокой изменчивостью, при организации ПЭМ используется методология «вложенных друг в друга полигонов» [8]. Кроме того, пункты наблюдений должны быть равномерно размещены во всем пространстве, окружающем объект, – от источника воздействия до границы его возможного влияния на окружающую среду.

Периодичность и продолжительность наблюдений

СП 11-102-97

п. 4.93. Частота, временной режим и длительность наблюдений должны устанавливаться в соответствии с характером, интенсивностью и длительностью воздействий, условиями функционирования и сроком эксплуатации производственных объектов, особенностями природной обстановки, определяющими скорость распространения неблагоприятных воздействий и их возможные последствия.

СТП 01-047-2006

п. 5.3.5.3. Режим проведения наблюдений на этапе строительства – однократный после завершения строительства и проведения технической рекультивации в зоне строительства объекта. Периодичность контроля на этапе эксплуатации устанавливается в зависимости от интенсивности воздействия на морскую акваторию и определяется в ходе проектирования.

РД 52.24.354-94

п. 5.5.7. Продолжительность наблюдений на водных объектах, подверженных загрязнению под влиянием разработки месторождений, определяется поставленной задачей наблюдения и продолжительностью функционирования основного источника загрязнения. При выполнении задачи или прекращении производственных работ в целом на всей территории месторож-

¹Согласно РД 153-39-031-98 «Правила охраны вод от загрязнения при бурении скважин на морских нефтегазовых месторождениях» наблюдения за качеством морской воды в придонном слое должны быть организованы при строительстве и эксплуатации нагнетательных скважин.

²В соответствии с ГОСТ 17.1.3.08-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества морских вод» наблюдения за качеством морских вод проводятся в отношении всех контролируемых показателей в поверхностном и придонном горизонтах, в отношении отдельных показателей – дополнительно на одном или нескольких стандартных горизонтах (5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000 м).

дения или же на отдельной его части соответствующие створы наблюдений могут быть закрыты.

РД 52.18.769-2012

п. 5.7. Наблюдения исходного фонового содержания ЗВ в компонентах природной среды проводятся не менее одного года с целью учета сезонных колебаний содержания ЗВ.

п. 7.2. Исходное фоновое содержание ЗВ в воде и донных отложениях должно определяться для каждого сезона.

РД 52.18.770-2012

п. 4.11. Наблюдения в районе расположения опасного производственного объекта проводят в течение всего срока его функционирования. Проведение наблюдений содержания ЗВ в компонентах ПС может быть продолжено и после окончания функционирования ОПО, что определяется стойкостью и количеством ЗВ в компонентах ПС.

п. 8.12. Периодичность и сроки наблюдения содержания ЗВ в воде водотоков (водоемов) должны учитывать режим сбросов, годовой цикл гидрохимических и гидрологических показателей.

СанПин 2.1.5.2582-10

п. 5.3. Периодичность проведения исследований определяется водопользователем в соответствии с требованиями настоящих санитарных правил и с учетом санитарной ситуации, местных гидрологических и метеорологических условий в прибрежном районе и категории водопользования. При установлении периодичности наблюдения должны быть учтены наименее благоприятные периоды (период наибольшей антропогенной нагрузки, паводки на прилегающих территориях и другие).

п. 5.6. Точки и частоту отбора проб воды необходимо выбирать в зависимости от ширины и протяженности охраняемого района:

- в местах выпуска сточных вод,
- непосредственно у места сброса и в радиусе не более 500 м от места сброса, не реже 4 раз в год, посезонно.

В идеале для выявления воздействия производственных объектов на окружающую среду наблюдения должны быть непрерывными или близкими к тому. Поэтому для контроля за нефтяным загрязнением моря в районах разведки и разработки нефтегазовых месторождений все более широко используются дистанционные методы, в том числе спутниковый мониторинг [1]. Но эти методы ограничиваются контролем загрязнения поверхности моря. Для контроля водной толщи и донных отложений незаменимыми являются регулярные судовые наблюдения, которые в оптимальном варианте должны сочетаться с подводной фото- и видеосъемкой, а также донными станциями, фиксирующими накопленные изменения морской среды (биостанции, ловушки взвешенных и донных наносов).

Результаты производственного экологического мониторинга

В результатах мониторинга, очевидно, должно быть отражено его предназначение, но требования НТД, как

правило, больше внимания уделяют не содержанию результатов, а их оформлению и представлению.

ГОСТ Р 56059-2014

п. 4.11. Результаты ПЭМ используют для следующих целей:

- оценки соблюдения нормативов качества окружающей среды в районе размещения объектов;
- выявления связи между негативным воздействием и изменением состояния окружающей среды;
- разработки, выполнения, оценки эффективности и корректировки мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду и ее восстановление;
- оценки достоверности данных, полученных расчетным путем;
- разработки и корректировки нормативов допустимого воздействия на окружающую среду.

п. 4.10. Результаты ПЭМ должны быть оформлены в соответствии с порядком документооборота организации и документов, регламентирующих ПЭМ. Хранение, поиск и обработку результатов ПЭМ осуществляют с использованием современных технических средств.

п. 4.12. Результаты ПЭМ представляют:

- руководству организации и специалистам, ответственным за охрану окружающей среды и обеспечение экологической безопасности;
- органам государственного экологического надзора (в рамках предоставления результатов ПЭК);
- населению и другим заинтересованным лицам (в том числе на добровольной основе) в порядке, установленном законодательством.

СП 11-102-97

п. 4.95. Результаты стационарных наблюдений должны быть включены в единую информационную систему (банк данных БД или геоинформационную систему ГИС).

СТП-01-047-2006

п. 5.5.2.2. Выходные данные и документы системы ПЭК включают:

- результаты текущих измерений и наблюдений параметров состояния и уровней загрязнения компонентов природной среды;
- результаты первичной обработки и оперативного анализа текущей измерительной информации: сводки, бюллетени, карты текущей экологической обстановки;
- сигналы (цветовые, звуковые), характеризующие экологическую ситуацию на контролируемой территории/акватории, в том числе сигналы, формируемые при превышении контролируемым параметром предельно допустимого уровня (норматива), выявлении экстремально высокого загрязнения.

РД 52.18.769-2012 (пп. 10.2–10.3) и РД 52.18.770-2012 (пп. 10.1–10.4)

Обработка результатов наблюдений включает: а) проверку их достоверности и ратификацию; б) создание базы данных, архивацию и хранение; в) анализ содержания ЗВ в компонентах природной среды; оценку воз-

действия опасных производственных объектов на содержание ЗВ в компонентах ПС; формирование отчетов и представление информации пользователям.

Проверка достоверности результатов определения проводится путем просмотра (сквозного скрининга) их с целью выявления и удаления очевидно ошибочных результатов до начала их использования.

Ратификация основывается на скрининге результатов определений за период 3...6 мес, это позволяет надежно выявлять их изменчивость в течение этого периода времени, отклонения в работе постов наблюдения и измерительных приборов.

СанПиН 2.1.5.2582-10

п. 5.7. Информация о результатах производственного контроля за составом и свойствами морской воды в контрольных пунктах охраняемых районов представляется водопользователями по запросам органов, уполномоченных осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

п. 5.9. Водопользователи обязаны предоставлять информацию органам, уполномоченным осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и населению об аварийных ситуациях загрязнения морской воды в охраняемых районах и прогнозируемом ухудшении качества морской воды, а также о принятом решении по запрещению или ограничению водопользования и осуществляемых мероприятиях.

Одним из основных результатов ПЭМ, согласно его предназначению, следует считать оценку влияния производственных объектов и производственной деятельности на состояние окружающей среды. Однако только три из рассматриваемых НТД предлагают способы решения этой задачи.

РД 52.24.354-94 в качестве основы интегральной оценки воздействия объектов разработки месторождения на поверхностные воды рекомендуется использовать сравнительный метод, основанный на сопоставлении результатов текущих исследований в контролльном створе с данными, полученными в фоновом створе (п. 5.1.10).

Основой количественной оценки влияния объектов разработки месторождений на качество поверхностных вод является расчет элементов гидрохимического баланса для участка, принимающего техногенный поток загрязняющих веществ от источников загрязнения (п. 5.1.11).

Описание статистических методов оценки состояния загрязненности поверхностных вод и его изменения, а также методов оценки влияния объектов разработки месторождений нефти и газа на качество поверхностных вод с приведением конкретных примеров приведено в Р 52.24.557-1996 (раздел 4).

В соответствии с РД 52.18.769-2012 (пп. 10.4-10.8) и РД 52.18.770-2012 (пп. 10.5-10.9) оценку воздействия опасных производственных объектов на состояние природной среды следует проводить путем сопоставления параметров выборок, полученных до введения объекта в эксплуатацию

(по РД 52.18.769-2012) и при его работе в штатном режиме (по РД 52.18.770-2012). При этом:

- выборки формируются из результатов наблюдений, при получении которых не изменялись методы отбора и анализа проб компонентов ПС;

- оценка воздействия ОПО на содержание ЗВ в компонентах ПС проводится статистическими методами;

- при использовании малых выборок и неопределенности закона статистического распределения рекомендуется применять методы непараметрической статистики.

Основными результатами ПЭМ при освоении морских нефтегазовых месторождений являются оценка загрязненности и качества морской среды и оценка фактического воздействия производственных объектов на ее состояние. Эти оценки базируются на данных наблюдений, выполненных в ходе ПЭМ, и в свою очередь, являются основой для оценки соблюдения природоохранных требований и эффективности природоохранных мероприятий (рис. 2).

Оценка загрязненности и качества морской среды проводится по отдельным показателям и/или комплексам показателей. В первом случае в качестве критерия оценки авторы рекомендуют использовать повторяемость и кратность превышения предельно допустимой концентрации (в обязательном порядке), а также вариабельность и асимметрию пространственного распределения (в добровольном порядке). Оценка качества морской среды по комплексу показателей проводится с использованием индекса загрязнения вод (в обязательном порядке). Для оценки загрязненности морской среды по комплексу критериев и показателей (в добровольном порядке) авторы рекомендуют использовать ансамблевый метод [5].

В целях выявления и оценки фактического воздействия производственных объектов на загрязнение морской среды на первой стадии анализа с использованием методов математической статистики выявляются и оцениваются по значимости, достоверности и направленности аномалии распределения концентрации и прироста концентрации. На второй стадии достоверные аномалии, превосходящие по своей значимости аномалии, характеризующие естественную неоднородность морской среды (подозрительные аномалии), оконтуриваются и оцениваются по массе вещества. На третьей стадии с помощью балансового метода устанавливается причина возникновения подозрительных аномалий, которой может быть:

- трансформация внешнего потока загрязняющих веществ;

- сброс загрязняющих веществ.

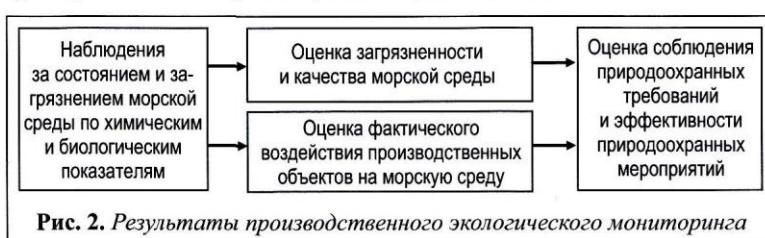


Рис. 2. Результаты производственного экологического мониторинга

Необходимые для балансовых расчетов исходные данные о концентрации загрязняющих веществ в сточных водах и отходах, их объеме и массе определяются в ходе производственного экологического контроля. Если по результатам балансовых расчетов масса подозрительной аномалии превышает массу загрязняющего вещества в сточных водах и отходах, то из числа возможных причин этой аномалии исключается сброс загрязняющих веществ.

В заключение авторы выражают надежду, что приведенные в статье обзор нормативно-методических документов и рекомендации по их использованию будут востребованы в качестве практического пособия по организации производственного экологического мониторинга при освоении морских нефтегазовых месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса / под ред. акад. В.Г. Бондура. – М.: Научный мир, 2012. – 558 с.
2. Матишов Г.Г., Никитин Б.А., Сочнев О.Я. Экологическая безопасность и мониторинг при освоении месторождений углеводородов на арктическом шельфе. – М.: Газоил пресс, 2001. – 232 с.
3. Монахов С.К. Экологический мониторинг Каспийского моря. – Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич, 2012. – 194 с.
4. Нормативно-правовая база производственного экологического мониторинга: правила, неопределенности и риски / С.К. Монахов [и др.] // Состояние природной среды мелководной части Северного Каспия (отв. ред. А.А. Курапов, Н.В. Попова). – Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич, 2015. – С. 93–113.
5. Оценка загрязнения морской среды в районах добычи нефти и газа на морском шельфе / Г.А. Монахова [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2014. – № 1. – С. 32–37.
6. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – 247 с.
7. Экологический мониторинг морской нефтедобычи на месторождении «Кравцовское» (Д-6) / В.В. Сивков [и др.] // Горный журнал. – 2010. – № 3. – С. 70–73.
8. Экологическая политика ОАО «ЛУКОЙЛ» на Каспийском море, т. 2. Охрана окружающей среды при поиске, разведке и добыче углеводородного сырья в северной части Каспийского моря. – Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич, 2003. – 256 с.
9. Bennett M., James P. (Eds.). Sustainable measures: evaluation and reporting of environmental and social performance. – Sheffield, UK: Greenleaf Publisher, 2012. – 586 p.
10. International Organization for Standardization. Environmental management systems – requirements with guidance for use (ISO14001:2004). – Jersey City, NJ: International Organization for Standardization, 2004. – 58 p.
11. EMS and sustainable development: a model and comparative studies of integration / U. Oktem [et al.] // Strategic sustainability. The state of the art in corporate environmental management systems (Sroufe R., Sarkis J., eds.). – Sheffield, UK: Greenleaf Publisher, 2007. – P. 56–75.
12. OSPAR Convention. Assessment of impacts of offshore oil and gas activities in the North-East Atlantic. – London: OSPAR Commission, 2009. – 40 p.
13. US Environmental Protection Agency. Implementation guide for the Code of Environmental Principles for Federal Agencies. – EPA-315-B-97-001. – 1997. – 37 p.

LITERATURA

1. Aerokosmicheskiy monitoring ob"ektorov neftegazovogo kompleksa / pod red. akad. V.G. Bondura. – M.: Nauchnyy mir, 2012. – 558 s.
2. Matishov G.G., Nikitin B.A., Sochnev O.Ya. Ekologicheskaya bezopasnost' i monitoring pri osvoenii mestorozhdeniy uglevodorodov na arkticheskom shel'fe. – M.: Gazoil press, 2001. – 232 s.
3. Monakhov S.K. Ekologicheskiy monitoring Kaspiyskogo morya. – Astrakhan': Izdatel' Sorokin Roman Vasil'evich, 2012. – 194 s.
4. Normativno-pravovaya baza proizvodstvennogo ekologicheskogo monitoringa: pravila, neopredelennosti i riski / S.K. Monakhov [i dr.] // Sostoyanie prirodnoy sredy melkovodnoy chasti Severnogo Kaspiya (otv. red. A.A. Kurapov, N.V. Popova). – Astrakhan': Izdatel' Sorokin Roman Vasil'evich, 2015. – S. 93–113.
5. Otsenka zagryazneniya morskoy sredy v rayonakh dobychi nefti i gaza na morskom shel'fe / G.A. Monakhova [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIOENG», 2014. – № 1. – S. 32–37.
6. Patin S.A. Neft' i ekologiya kontinental'nogo shel'fa. – M.: Izd-vo VNIRO, 2001. – 247 s.
7. Ekologicheskiy monitoring morskoy neftedobychi na mestorozhdenii «Kravtsovskoe» (D-6) / V.V. Sivkov [i dr.] // Gornyy zhurnal. – 2010. – № 3. – S. 70–73.
8. Ekologicheskaya politika OAO «LUKOYL» na Kaspiyskom more, t. 2. Okhrana okruzhayushchey sredy pri poiske, razvedke i dobache uglevodorodnogo syr'ya v severnoy chasti Kaspiyskogo morya. – Astrakhan': Izdatel' Sorokin Roman Vasil'evich, 2003. – 256 s.
9. Bennett M., James P. (Eds.). Sustainable measures: evaluation and reporting of environmental and social performance. – Sheffield, UK: Greenleaf Publisher, 2012. – 586 p.
10. International Organization for Standardization. Environmental management systems – requirements with guidance for use (ISO14001:2004). – Jersey City, NJ: International Organization for Standardization, 2004. – 58 p.
11. EMS and sustainable development: a model and comparative studies of integration / U. Oktem [et al.] // Strategic sustainability. The state of the art in corporate environmental management systems (Sroufe R., Sarkis J., eds.). – Sheffield, UK: Greenleaf Publisher, 2007. – P. 56–75.
12. OSPAR Convention. Assessment of impacts of offshore oil and gas activities in the North-East Atlantic. – London: OSPAR Commission, 2009. – 40 p.
13. US Environmental Protection Agency. Implementation guide for the Code of Environmental Principles for Federal Agencies. – EPA-315-B-97-001. – 1997. – 37 p.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА НЕГАТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ МОРСКИХ СУДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.В. Кузин, С.К. Монахов, А.А. Курапов, С.А. Зубанов

В соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» целью производственного экологического контроля (ПЭК) является обеспечение выполнения природоохранных мероприятий и соблюдения природоохранных требований в процессе хозяйственной деятельности.

При освоении морских нефтегазовых месторождений большое внимание уделяется организации и проведению ПЭК на нефтегазовых объектах [1, 4, 6], а морские суда, используемые для разведки и разработки месторождений (исследовательские, транспортные, спасательные и т. д.), остаются без внимания¹. Между тем загрязнение моря с этих судов может превышать таковое от нефтегазовых объектов [7].

Кроме того, распространено мнение, что наличие у судна свидетельств, подтверждающих его соответствие требованиям Конвенции МАРПОЛ-73/78, исключает необходимость в осуществлении контроля. Но это далеко не так, хотя бы потому, что наряду с конструктивными данной конвенция содержит эксплуатационные требования [3, 5]. Кроме того, существуют национальные требования, например, санитарные, соблюдение которых нуждается в контроле [2].

Цель работы состоит в систематизации нормативно-правовой базы и разработке типовой программы производственного экологического контроля за негативным воздействием на окружающую среду морских судов, используемых при разведке и разработке морских нефтегазовых месторождений (далее этот контроль сокращенно обозначается как ПЭКМС).

ПЭКМС по виду подразделяется на контроль за загрязнением атмосферного воздуха, контроль за загрязнением морской среды сточными водами, контроль в области обращения с отходами и контроль за вредным физическим воздействием на окружающую среду. Предметами ПЭКМС являются соблюдение природоохранных требований и выполнение природоохранных мероприятий, а основным объектом – разрешительная, техническая и отчетная документация.

1. Контроль за охраной атмосферного воздуха от загрязнения с морских судов

1.1. Контроль за соблюдением природоохранных требований

Для предотвращения загрязнения атмосферы с судов в соответствии с международным правом и рос-

¹ В соответствии с морским правом плавучие буровые установки также относятся к морским судам, но здесь для удобства они отнесены к нефтегазовым объектам, так как предметом статьи является проведение контроля на судах обеспечения.

сийским законодательством установлены технические нормативы, проверка соблюдения которых является одной из задач производственного экологического контроля.

Порядок определения технических нормативов судовых выбросов вредных веществ в атмосферу и регулярных проверок за их соблюдением устанавливают следующие документы:

- Правила по предотвращению загрязнения атмосферы с судов. Приложение VI к Конвенции МАРПОЛ-73/78;
- Технический кодекс по NO_x (2008 г.). Технический кодекс по контролю за выбросами оксидов азота из судовых дизельных двигателей;
- Постановление Правительства РФ от 12.08.2010 № 620 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов морского транспорта»;
- Постановление Правительства РФ № 83 от 06.02.2002 «О проведении регулярных проверок транспортных и иных передвижных средств на соответствие техническим нормативам выбросов вредных веществ в атмосферный воздух»;
- Руководство по техническому надзору за предотвращением загрязнения атмосферы с судов. Российский Морской Регистр судоходства, 1999 г.;
- НД 2-020101-037. Правила освидетельствования судовых энергетических установок на соответствие техническим нормативам выбросов вредных веществ;
- ГОСТ 31967-2012. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения;
- ГОСТ 24028-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения;
- ГОСТ Р 52408-2005 (ИСО 8178-2:1996). Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Часть 2. Измерения в условиях эксплуатации;
- ГОСТ Р ИСО 8172-2-2013. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Измерение выброса продуктов сгорания. Часть 2. Измерение выбросов газов и частиц в условиях эксплуатации;

• ГОСТ Р 52408-2014. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Измерения в условиях эксплуатации;

• ГОСТ 30574-98. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ и дымность отработавших газов. Циклы испытаний (с Изменением № 1).

Документальным подтверждением соблюдения судном требований Приложения VI Конвенции МАРПОЛ-

73/78 являются Международное свидетельство о предотвращении загрязнения атмосферы и Международное свидетельство о предотвращении загрязнения атмосферы двигателем. Соблюдение технических нормативов согласно НД 2-020101-037 подтверждается «Сертификатом соответствия судового двигателя техническим нормативам выбросов вредных веществ в атмосферный воздух» и дополнениями к нему, каковыми являются «Технический паспорт выбросов судового двигателя» и «Сведения о процедурах проверки технических нормативов выбросов». В соответствии с НД 2-020101-037 проверка технических нормативов выбросов должна проводиться ежегодно.

1.2. Контроль за выполнением природоохранных мероприятий

Мероприятия по охране окружающей среды, являющиеся частью проектной документации, в качестве дополнительных мер по охране атмосферного воздуха от загрязнения могут включать в себя: а) использование топлива с пониженным содержанием серы; б) регулировку топливной аппаратуры на малых оборотах двигателя.

Инспекционный экологический контроль за выполнением данных мероприятий включает в себя проверку содержания серы в использованном топливе по его сертификату и наличия записей о регулировке топливной аппаратуры в машинном журнале.

2. Контроль за охраной морской среды от загрязнения сточными водами

2.1. Контроль за соблюдением природоохранных требований

Для предотвращения загрязнения морей сточными водами с судов в соответствии с международным правом и российским законодательством установлены правила, проверка соблюдения которых является одной из задач производственного экологического контроля.

Общие требования к сбросу хозяйствственно-бытовых сточных вод установлены:

- Правилами по предотвращению загрязнения сточными водами с судов. Приложение IV к Конвенции МАРПОЛ-73/78;
- Водным кодексом Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ;
- СанПиН 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод от загрязнения в местах водопользования населения».

В соответствии с данными требованиями сброс неочищенных и необеззараженных сточных вод в территориальных водах РФ запрещен, а сброс очищенных и обеззараженных сточных вод разрешается за исключением: 1) зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйствственно-бытового водоснабжения; 2) первой, второй зон округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов; 3) рыбоохраных зон, рыбохозяйственных заповедных зон.

Технические требования к оборудованию судов устройствами для сбора, хранения, очистки и передачи хозяйствственно-бытовых сточных вод на специализированные суда или береговые устройства установлены:

- Постановлением Правительства РФ от 12.08.2010 № 620 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов морского транспорта»;
- РД 31.04.23-94 «Наставление по предотвращению загрязнения с судов».

Санитарные нормы по образованию на судах хозяйствственно-бытовых сточных вод и санитарные требования к оборудованию судов устройствами для сбора, хранения, очистки и передачи хозяйствственно-бытовых сточных вод на специализированные суда или береговые устройства установлены:

- Санитарными правилами для морских судов СССР. Минздрав СССР № 2641-82;
- Санитарными правилами для плавучих буровых установок. Минздрав СССР № 4056-85.

Документальным подтверждением соблюдения судном требований Приложения IV Конвенции МАРПОЛ-73/78 является Международное свидетельство о предотвращении загрязнения сточными водами. Документами, подтверждающими соответствие судовых устройств для сбора, хранения, очистки и передачи хозяйствственно-бытовых сточных вод санитарным требованиям, являются санитарное свидетельство на право плавания и акт санитарно-эпидемиологического обследования судна. Текущие проверки санитарного состояния этих устройств отражаются в санитарном журнале.

В соответствии с приказом Минтранса РФ от 10.05.2011 № 133 «Об утверждении правил ведения судовых журналов» и РД 31.04.17-97 «Правила регистрации операций с нефтью, нефтепродуктами и другими веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря, и их смесями, производимыми на судах и других плавучих средствах» все операции со сточными водами, включая их сброс в море и передачу в береговое приемное устройство или судно, отражаются в судовом «Журнале операций со сточными водами».

2.2. Контроль за выполнением природоохранных мероприятий

Мероприятия по охране морской среды от загрязнения сточными водами, являющиеся частью проектной документации, могут включать в себя регулярные визуальные наблюдения за состоянием поверхности моря вокруг судна на наличие пленок и пены, неестественного окраса и мутевых зон, мусора и т. п., с отражением результатов наблюдений в «Журнале визуальных наблюдений за состоянием поверхности моря», записи в котором являются документальным подтверждением реализации данного мероприятия.

3. Контроль за охраной морской среды при обращении с судовыми отходами

В соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ

все организации, осуществляющие сбор, накопление, транспортирование, обработку, утилизацию, обезвреживание и размещение отходов, организуют и осуществляют производственный контроль в области обращения с отходами, являющийся составной частью производственного экологического контроля.

Наряду с названным федеральным законом общие экологические требования к обращению с отходами установлены федеральными законами «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ и «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 № 52-ФЗ. В соответствии с данными требованиями условия и способы обращения с отходами должны быть безопасными для окружающей среды и здоровья человека.

3.1. Контроль за соблюдением природоохранных требований

Общие требования по предотвращению загрязнения моря судовыми отходами установлены:

- Правилами по предотвращению загрязнения нефтью. Приложение I к Конвенции МАРПОЛ-73/78;
- Правилами предотвращения загрязнения мусором с судов. Приложение V к Конвенции МАРПОЛ-73/78.

Данные правила запрещают сброс в море токсичных, в том числе нефтесодержащих отходов, но допускают при определенных условиях сброс в море образующихся на судах бытовых и пищевых отходов, в том числе в прибрежных водах.

В соответствии с Конвенцией МАРПОЛ 73/78 мусором считаются все виды продовольственных, бытовых и эксплуатационных отходов (исключая свежую рыбу и ее остатки), которые образуются в процессе нормальной эксплуатации судна и подлежат периодическому или постоянному удалению.

Федеральные законы Российской Федерации:
«Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ;

«Водный кодекс» от 03.06.2006 № 74-ФЗ;

«О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации» от 31.07.1998 № 155-ФЗ

запрещают сброс в водные объекты (в том числе во внутренних морских водах и территориальном море) отходов производства и потребления в любом виде.

Технические требования к оборудованию судов устройствами для сбора, накопления, транспортирования отходов и их передачи на специальные суда-сборщики или береговые приемные сооружения устройства установлены:

- Постановлением Правительства РФ от 12.08.2010 № 620 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов морского транспорта»;
- РД 31.04.23-94 «Наставление по предотвращению загрязнения с судов».

Санитарные нормы по образованию на судах бытовых и пищевых отходов и санитарные требования к оборудованию судов устройствами для их сбора, накопления, транспортирования и передачи на специаль-

ные суда-сборщики или береговые приемные сооружения установлены:

- Санитарными правилами для морских судов СССР. Минздрав СССР № 2641-82;
- Санитарными правилами для плавучих буровых установок. Минздрав СССР № 4056-85.

Документальным подтверждением соблюдения судом требований Приложений I и V Конвенции МАРПОЛ-73/78 являются Международное свидетельство о предотвращении загрязнения нефтью и Свидетельство о предотвращении загрязнения мусором. Документами, подтверждающими соответствие судовых устройств для сбора, накопления, транспортирования и передачи отходов, являются санитарное свидетельство на право плавания и акт санитарно-эпидемиологического обследования судна. Текущие проверки санитарного состояния этих устройств отражаются в санитарном журнале.

В соответствии с приказом Минтранса РФ от 10.05.2011 № 133 «Об утверждении правил ведения судовых журналов» и РД 31.04.17-97 «Правила регистрации операций с нефтью, нефтепродуктами и другими веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря, и их смесями, производимыми на судах и других плавучих средствах» все операции с нефтесодержащими отходами (сбор, накопление, передача на специализированные суда или береговые приемные сооружения) отражаются в судовом Журнале нефтяных операций, а все операции с мусором – в судовом Журнале операций с мусором. При этом количество бытовых и пищевых отходов, накапливаемых раздельно, должно соответствовать санитарным нормам их образования (по сведениям о количестве членов экипажа и пассажиров, приведенным в судовой роли).

3.2. Контроль за выполнением природоохранных мероприятий

Мероприятия по охране морской среды от засорения, являющиеся частью проектной документации, могут включать в себя регулярные визуальные наблюдения за состоянием поверхности моря вокруг судна на наличие мусора, пленок и пен, неестественного окраса, мутевых зон и т. п., с отражением результатов наблюдений в Журнале визуальных наблюдений за состоянием поверхности моря, записи в котором являются документальным подтверждением реализации данного мероприятия.

4. Контроль за вредным физическим воздействием морских судов на окружающую среду

4.1. Контроль за соблюдением нормативов вредного физического воздействия

Экологические нормативы вредного физического воздействия морских судов на окружающую среду, включая надводный и подводный шум, вибрацию, электромагнитное и световое излучение, не установлены. Функцию защиты окружающей среды от вредного физического воздействия морских судов выполняют санитарные нормы и правила, стандарты безопасности труда, строительные нормы и правила, устанавливающие

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ

нормативы вредного физического воздействия и требования к методам их контроля; к таковым относятся:

- СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы;
- ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (с Изменением № 1);
- СН 2.5.2.047-96. Уровни шума на морских судах. Санитарные нормы;
- ГОСТ 12.1.020-79. ССБТ. Шум. Метод контроля на морских и речных судах (с Изменениями № 1, 2);
- ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования;
- СН 2.5.2.048-96. Уровни вибрации на морских судах. Санитарные нормы;
- ГОСТ 12.1.047-85. ССБТ. Вибрация. Метод контроля на рабочих местах и в жилых помещениях морских и речных судов;
- СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона;
- СанПиН 2.5.2/2.2.4.1989-06. Электромагнитные поля на плавательных средствах и морских сооружениях. Гигиенические требования безопасности;
- ГОСТ 12.01.002-84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряжённости и требования к проведению контроля;
- ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля;
- ГОСТ 12.1.045-84. Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля;

• СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона;

• СанПиН 2.5.2/2.2.4.1989-06. Электромагнитные поля на плавательных средствах и морских сооружениях. Гигиенические требования безопасности;

• СП (свод правил) 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95;

Нормы искусственного освещения на судах морского флота. Минздрав СССР № 2506-81.

В соответствии с Кодексом торгового мореплавания РФ от 30.04.1999 № 81-ФЗ, «Санитарными правилами для морских судов СССР. Минздрав СССР № 2641-82», все морские суда должны иметь ежегодно обновляемое судовое санитарное свидетельство на право плавания (СССПП) и санитарный журнал. В соответствии с «Методическими указаниями по организации и проведению текущего санитарного надзора за эксплуатируемыми судами и другими плавучими средствами. Минздрав СССР № 2639-82» при оформлении СССПП проводится санитарно-эпидемиологическое обследование судна, включающее в себя определение соответствия уровней вредного физического воздействия санитарным нормам. По его результатам составляется акт санитарно-эпидемиологического обследования судна. Результаты текущего контроля за соблюдением санитарно-эпидемиологических требований на морских судах отражаются в санитарном журнале.

4.2. Контроль за выполнением природоохранных мероприятий

Мероприятия по охране окружающей среды, являющиеся частью проектной документации, в качестве

Типовая программа производственного экологического контроля за негативным воздействием на окружающую среду морских судов, используемых при разведке и разработке морских нефтегазовых месторождений

Виды контроля	Объекты контроля (разрешительная, техническая и отчетная документация)	Периодичность контроля
Контроль за охраной атмосферного воздуха от загрязнения морскими судами	Международное свидетельство о предотвращении загрязнения атмосферы, Международное свидетельство о предотвращении загрязнения атмосферы двигателем, Сертификат соответствия судового двигателя техническим нормативам выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, Технический паспорт выбросов судового двигателя, Сведения о процедурах проверки технических нормативов выбросов	Ежегодно. Для арендуемых судов – единовременно при продолжительности аренды менее 1 г. и ежегодно – при большей продолжительности
	Сертификаты на топливо, Машинный журнал (записи о регулировке топливной аппаратуры)	Ежеквартально
Контроль за охраной морской среды от загрязнения сточными водами	Международное свидетельство о предотвращении загрязнения сточными водами, Санитарное свидетельство на право плавания, Акт санитарно-эпидемиологического обследования судна	Ежегодно. Для арендуемых судов – единовременно при продолжительности аренды менее 1 г. и ежегодно – при большей продолжительности
	Санитарный журнал, Журнал операций со сточными водами, Журнал визуальных наблюдений за состоянием моря	Ежеквартально
Контроль за охраной морской среды при обращении с судовыми отходами	Международное свидетельство о предотвращении загрязнения нефтью, Свидетельство о предотвращении загрязнения мусором, Санитарное свидетельство на право плавания, Акт санитарно-эпидемиологического обследования судна	Ежегодно. Для арендуемых судов – единовременно при продолжительности аренды менее 1 г. и ежегодно – при большей продолжительности
	Санитарный журнал, Журнал нефтяных операций, Журнал операций с мусором, Журнал визуальных наблюдений за состоянием моря	Ежеквартально
Контроль за вредным физическим воздействием морских судов на окружающую среду	Техническая документация на устройства, предназначенные для снижения уровня физического воздействия, Санитарное свидетельство на право плавания, Акт санитарно-эпидемиологического обследования судна	Ежегодно. Для арендуемых судов – единовременно при продолжительности аренды менее 1 г. и ежегодно – при большей продолжительности
	Судовой (вахтенный) журнал (записи о маршрутах движения судна)	Ежеквартально

мер по защите морской биоты, водных биоресурсов и орнитофауны от вредных физических воздействий могут включать в себя:

- а) временные ограничения на проведение в работ в районах миграции и скопления рыб и птиц;
- б) технические решения по снижению уровня физических воздействий.

Контроль за выполнением данных мероприятий включает в себя проверку:

- а) выполнения установленного режима работ по записям в судовом журнале;
- б) реализации технических решений, предусмотренных проектом, по технической документации и при необходимости путем visualного осмотра.

Сделанный выше анализ нормативно-правовой базы позволил установить для каждого вида ПЭКМС перечень соответствующих ему объектов контроля и определить периодичность его проведения. Тем самым были заложены «краеугольные камни» для типовой программы ПЭКМС (таблица).

Для реализации программы ПЭКМС рекомендуется использовать несколько способов в зависимости от того, в чьей собственности находятся суда обеспечения. Если они принадлежат нефтегазовой компании, то сама программа и прилагаемый к ней план-график утверждаются руководством компании и принимаются к исполнению. Если речь идет об арендуемых судах, то вопросы организации и проведения ПЭКМС должны быть оговорены в договоре аренды с учетом продолжительности действия договора. В обоих случаях ПЭКМС осуществляется в форме инспекционного контроля службой охраны окружающей среды нефтегазовой компании.

Высказанные в статье практические рекомендации организации и проведения производственного экологического контроля за негативным воздействием на окружающую среду морских судов, используемых при разведке и разработке морских нефтегазовых месторождений, призваны повысить уровень экологической безопасности морского нефтегазового комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заикин И.А. Обеспечение экологической безопасности при освоении морских нефтегазовых месторождений

// Транспорт Российской Федерации. – 2011. – № 2 (33). – С. 54–57.

2. Иванов Г.Г. Правовое регулирование морского судоходства в Российской Федерации. – М.: РИЦ «Морские вести России», 2009. – 496 с.

3. Михрин Л.М. Предотвращение загрязнения морской среды с судов и морских сооружений. – СПб.: Недра, 2005. – 368 с.

4. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыве нефти. – М.: Дело, 2006. – 552 с.

5. Griffin A. MARPOL 73/78 and Vessel Pollution: A Glass Half Full or Half Empty // Indiana J. of Global Legal Studies. – 1994. – Vol. 1, Issue 2. – P. 489–513.

6. OGP. Offshore Environmental Monitoring for the Oil & Gas Industry. Report No. 457. – 2012. – 32 p.

7. Hydrocarbons in Water and Sediments of the Northern Caspian / E. Ostrovskaya, S. Monakhov, A. Korshenko, D. Samsonov, E. Kolmykov // Proceedings of the International Conference MEDCOAST 15 (06–10 October 2015, Varna, Bulgaria) // MEDCOAST Foundation. – 2015. – Vol. 2. – P. 599–610.

LITERATURA

1. Zaikin I.A. Obespechenie ekologicheskoy bezopasnosti pri osvoenii morskikh neftegazovykh mestorozhdeniy // Transport Rossiyskoy Federatsii. – 2011. – № 2 (33). – S. 54–57.
2. Ivanov G.G. Pravovoe regulirovanie morskogo sudokhodstva v Rossiyskoy Federatsii. – M.: RITs «Morskie vesti Rossii», 2009. – 496 s.
3. Mikhrin L.M. Predotvraschenie zagryazneniya morskoy sredy s sudov i morskikh sooruzheniy. – SPb.: Nedra, 2005. – 368 s.
4. Khaustov A.P., Redina M.M. Okhrana okruzhayushchey sredy pri dobyche nefti. – M.: Delo, 2006. – 552 s.
5. Griffin A. MARPOL 73/78 and Vessel Pollution: A Glass Half Full or Half Empty // Indiana J. of Global Legal Studies. – 1994. – Vol. 1, Issue 2. – P. 489–513.
6. OGP. Offshore Environmental Monitoring for the Oil & Gas Industry. Report No. 457. – 2012. – 32 p.
7. Hydrocarbons in Water and Sediments of the Northern Caspian / E. Ostrovskaya, S. Monakhov, A. Korshenko, D. Samsonov, E. Kolmykov // Proceedings of the International Conference MEDCOAST 15 (06–10 October 2015, Varna, Bulgaria) // MEDCOAST Foundation. – 2015. – Vol. 2. – P. 599–610.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.062:502.2

РАЙОНИРОВАНИЕ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ ПО УСЛОВИЯМ НАКОПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

А.А. Курапов, Л.В. Дегтярева

В донных отложениях (ДО) часто накапливаются загрязняющие вещества (ЗВ), приносимые в море из различных источников [15]. Поступление ЗВ в осадки связано в первую очередь с процессами седиментации, одним из основных показателей которых является накопление органического вещества (ОВ) [13, 14]. Например, доля углеводородов в составе ОВ осадков Северного Каспия может достигать 12 % [9].

Интенсивность осадконакопления в Северном Каспии определяется местоположением основных источников питания, биологической продуктивностью, гидродинамическими факторами, морфологическими особенностями дна и интенсивностью осаждения карбоната кальция [12].

Седиментационный материал по генезису разделяется на аллохтонный и автохтонный. Основным источником аллохтонного осадочного материала Северного Каспия является вынос рек, прежде всего Волги [6, 7]. К автохтонным источникам осадочного материала относятся: хемогенное образование минералов, разложение остатков организмов планктона и бентоса [12]. В Северном Каспии можно выделить несколько областей седиментации, отличающихся по своим гидрологическим и гидробиологическим характеристикам, а также источникам питания осадочным материалом [10, 11].

Основной целью этой работы является районирование западной части Северного Каспия в соответствии с условиями формирования донных осадков органическим материалом. Такое районирование позволяет оценить зону влияния речного стока и распространения выносимой с ним органики на морскую акваторию и расположенные на ней объекты нефтегазодобывающей промышленности.

Материал и методы исследований

Материалом для исследований послужили пробы воды и донных осадков, отобранные в летне-осенний период 1994–2011 гг. в западной части Северного Каспия. Органический углерод $C_{\text{опр.}}$ в ДО определялся методом Тюрина и по ГОСТ 26213-91. Определение растворенного кислорода и pH в воде проводилось по РД 52.10.243-92, органического углерода в воде – бихроматным сжиганием [12], хлорофилла «а» в воде – спектрофотометрическим методом [13].

Районирование проводилось на основе оценки влияния аллохтонной и автохтонной органики на накопление в ДО органического углерода, наиболее репрезен-

тативного показателя органического вещества, для чего были проанализированы внутригодовые и многолетние изменения уровня накопления $C_{\text{опр.}}$ в ДО.

Степень влияния аллохтонного органического вещества на накопление органики в ДО оценивалась по зависимости содержания $C_{\text{опр.}}$ в ДО от выноса органического вещества со стоком р. Волги (основным источником поступления аллохтонной органики в Северный Каспий) в период половодья.

Для оценки вклада автохтонной органики были проанализированы данные по прозрачности, относительному содержанию кислорода, водородному показателю (pH), концентрации хлорофилла «а» и растворенного органического углерода в поверхностном слое воды (показателей интенсивности первичной продукции).

При районировании были использованы методические подходы, предложенные в работах Д.Н. Катунина с соавторами [5] и С.К. Монахова с соавторами [8].

Результаты исследований и их обсуждение

За период исследований 1994–2011 гг. содержание органического углерода в ДО изменялось в диапазоне 0,01...2,82 %.

На выходных участках каналов за счет резкого снижения скорости течения несущего потока происходит осаждение крупнозернистой взвеси [4], содержащей небольшое количество органических соединений. Оседанию тонкодисперсных взвешенных веществ (основных носителей органического вещества) препятствует высокая гидродинамическая активность. Следовательно, высокого уровня накопления органики в грунтах в этой зоне не наблюдается. В ДО выходных участков каналов (глубина 3 м), несмотря на активное поступление терригенного материала, отмечено невысокое содержание $C_{\text{опр.}}$: 0,75...1,80 %.

Южнее, при увеличении глубин (до 4...5 м), на фоне снижения скоростей стоковых течений, при смешении пресных и соленых вод осаждается взвешенная и растворенная органика аллохтонного генезиса [1]. В этой области наблюдается активизация биологических процессов и, соответственно, возрастает интенсивность продуцирования органического вещества [2]. Под влиянием данных факторов уровень накопления $C_{\text{опр.}}$ в ДО на глубинах 4...5 м возрастает (1,03...2,00 %).

Западная волжская струя отличается большей мощностью, ее воздействие на накопление органики в ДО наблюдается и южнее, до 8-м изобаты (область оседания тонкодисперсных взвесей). Для этого района были

характерны максимальные концентрации $C_{\text{опр.}}$, как в отдельные годы, так и за весь исследуемый период (2,82 %).

Южнее зоны влияния волжского стока снова отмечается более низкое содержание органического вещества в осадках. На западе при глубинах более 8 м, а на востоке – более 5 м содержание $C_{\text{опр.}}$ не превышало 1,09 %. В этой области повышенное содержание $C_{\text{опр.}}$ было отмечено преимущественно в тех районах, где

DO содержали высокий процент ракушин, а также в местах распространения оолитов, что обусловлено осаждением извлекаемого биофильтраторами тонкого взвешенного материала и высоким уровнем сорбционной активности, свойственной карбонатам [3]. При глубинах свыше 10 м отмечалось дальнейшее снижение содержания $C_{\text{опр.}}$ (менее 0,47 %). На границе Северного и Среднего Каспия уровень накопления $C_{\text{опр.}}$ в грунтах изменялся от 0,05 до 0,95 % в зависимости от типа и дисперсности частиц.

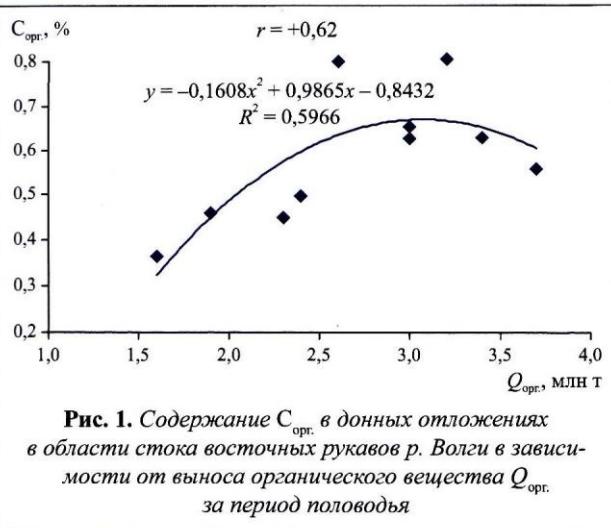


Рис. 1. Содержание $C_{\text{опр.}}$ в донных отложениях в области стока восточных рукавов р. Волги в зависимости от выноса органического вещества $Q_{\text{опр.}}$ за период половодья

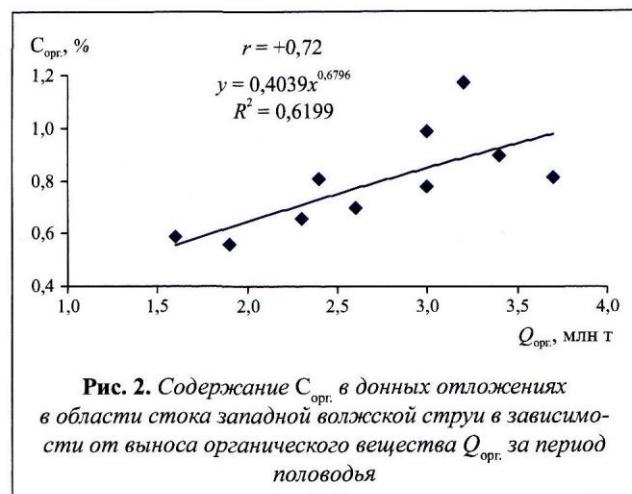


Рис. 2. Содержание $C_{\text{опр.}}$ в донных отложениях в области стока западной волжской струи в зависимости от выноса органического вещества $Q_{\text{опр.}}$ за период половодья

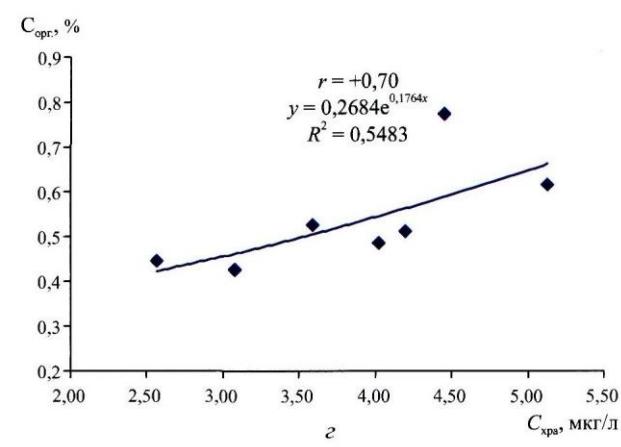
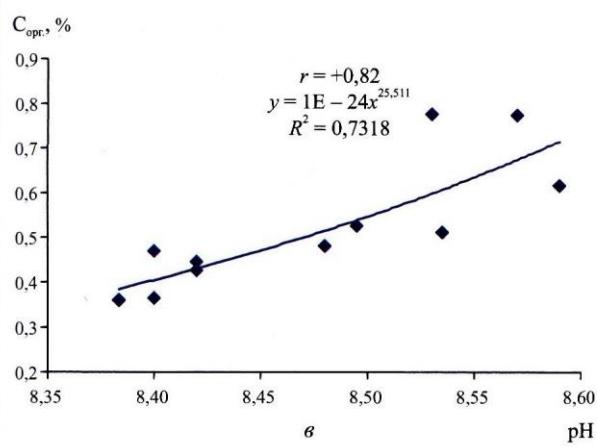
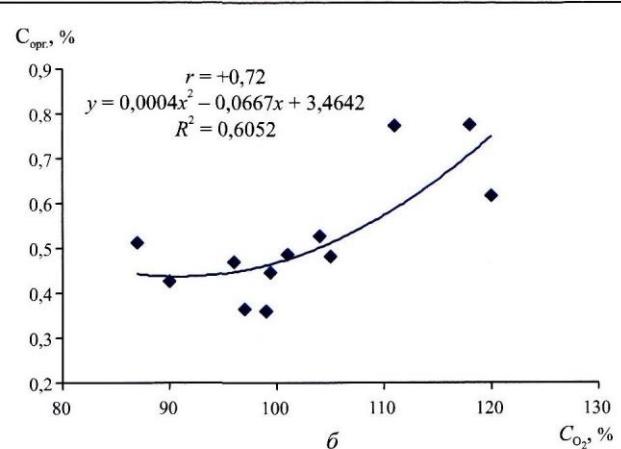
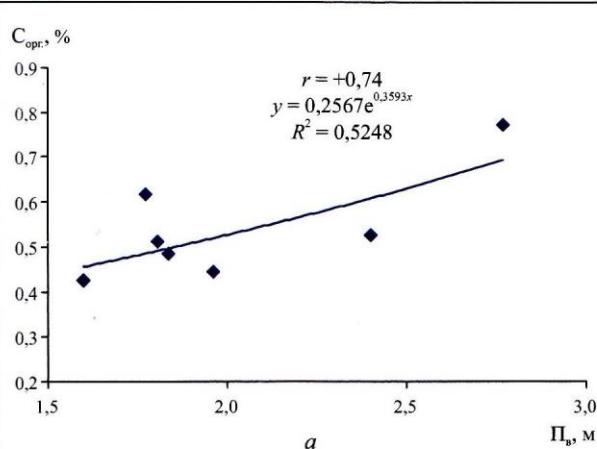


Рис. 3. Динамика содержания $C_{\text{опр.}}$ в донных отложениях в зоне влияния производственных процессов в зависимости от прозрачности воды Π_a (а), относительного содержания кислорода C_{O_2} (б), pH (в), концентрации хлорофилла «а» C_{xpa} (г)

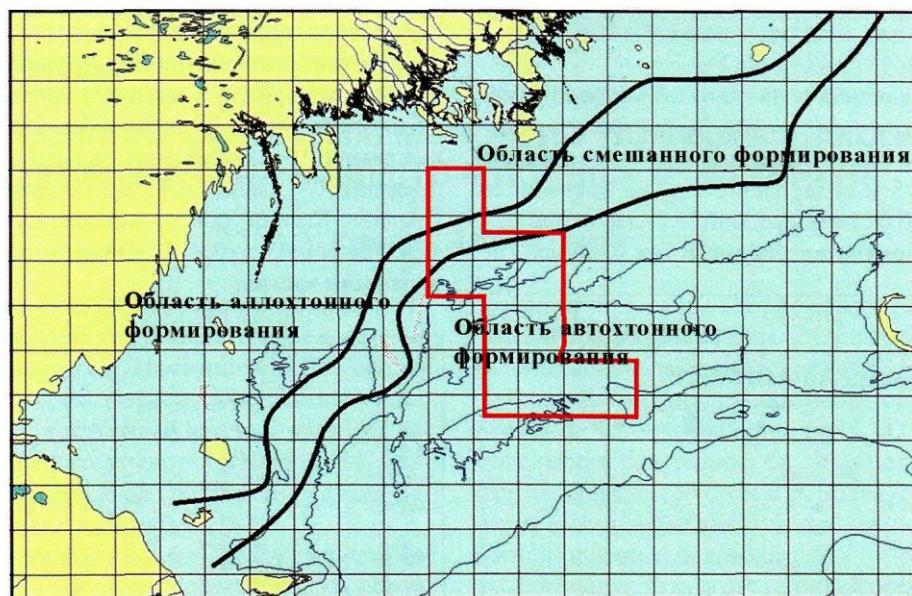


Рис. 4. Районирование Северного Каспия по условиям формирования донных отложений органическим материалом (черным цветом выделены границы областей районирования, красным цветом – границы лицензионного участка «Северный»)

Анализ многолетней динамики содержания C_{opr} в ДО позволил выявить зависимость накопления органического вещества от объема стока органики в период половодья р. Волги для районов, находящихся под воздействием восточных рукавов дельты р. Волги в мелководной зоне с глубинами до 5 м (рис. 1).

Для западной части устьевого взморья воздействие волжского стока на накопление органики в осадках отмечается до 8-м глубины (рис. 2).

На акватории Северного Каспия при глубинах более 8 м на западе и более 5 м на востоке связи выноса органического вещества с волжским стоком в половодье и содержанием C_{opr} в ДО статистически незначимы ($r = -0,26$). Таким образом, сток органического вещества с волжскими водами в этой зоне не оказывает влияния на многолетнюю динамику накопления C_{opr} в ДО.

Анализ многолетних изменений концентрации C_{opr} позволил также выявить корреляционные связи с показателями уровня развития производственных процессов (прозрачности, от которой зависит глубина фотического слоя, насыщения вод кислородом, pH, растворенного C_{opr} и хлорофилла «а» в поверхностном горизонте вод). Значимые зависимости были обнаружены преимущественно для западной части устьевого взморья при глубинах более 5 м и в восточной части – более 4 м (рис. 3).

Связи между накоплением C_{opr} в ДО при глубинах до 5 м на западе и до 4 м на востоке и показателями первичного производства органики были статистически незначимы. Таким образом, в этой части моря активность производственных процессов не является определяющим фактором межгодовой динамики C_{opr} в ДО.

Подводя итоги, отметим, что связь уровня накопления C_{opr} в ДО от показателей аллохтонной органики

(выноса органического вещества за период половодья) прослеживается в западной части устьевого взморья до 8-м глубины, в восточной – до 5-м изобаты. В то же время при глубинах более 5 м на западе и 4 м на востоке устьевого взморья отмечается статистически значимая зависимость уровня накопления C_{opr} от показателей интенсивности производственных процессов (насыщения вод кислородом, pH, растворенного C_{opr} и фитопигментов в поверхностном горизонте).

Установленные зависимости позволяют выделить в исследуемом районе три характерные области, различающиеся по источникам поступления органического вещества в донные осадки (рис. 4). В его северной части с глубинами до 5 м на западе и до 4 м на востоке органическое вещество осадков имеет преимущественно аллохтонное происхождение, следовательно, эта часть может быть отнесена к области аллохтонного формирования ДО органическим материалом. Его южная часть с глубинами более 8 м на западе и 5 м на востоке, где накопление органического вещества, в основном, зависит от поступления автохтонной органики, может характеризоваться как область автохтонного формирования.

Промежуточную акваторию с глубинами 5...8 м на западе и 4...5 м на востоке можно назвать областью смешанного питания донных отложений органическим материалом.

Заключение

Анализ многолетней динамики уровня накопления C_{opr} в ДО в западной части Северного Каспия позволил провести ее районирование в соответствии с основными источниками формирования ОВ. Были выделены три зоны:

- 1) северная с преимущественно аллохтонным ОВ в донных осадках;
- 2) южная с преимущественно автохтонным ОВ;
- 3) промежуточная с ОВ смешанного происхождения.

Поскольку с органическим веществом связаны, как правило, пути миграции многих загрязняющих веществ, такое районирование представляет определенный интерес с точки зрения планирования мероприятий по защите окружающей среды при проведении нефтегазодобывающих работ на Северном Каспии. В зоне влияния выноса аллохтонной, в основном, трудноразлагаемой органики находятся месторождения им. В. Филановского и «Ракушечное», расположенные на лицензионном участке «Северный» ОАО «ЛУКОЙЛ».

ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимические исследования морских экосистем солоноватых вод / А.И. Агатова [и др.] // Водные ресурсы. – 2001. – Т. 28, № 4. – С. 470–479.
2. Органическое вещество Каспийского моря / А.И. Агатова [и др.] // Океанология. – 2005. – Т. 45, № 6. – С. 841–850.
3. Агатова А.И., Лапина Н.М., Торгунова Н.И. Органическое вещество Северной Атлантики // Океанология. – Т. 48, № 2. – 2008. – С. 200–214.
4. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1970. – 444 с.
5. Продукционно-деструкционные процессы фитопланктона в Северном Каспии / Д.Н. Катунин [и др.] // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Рез-ты НИР за 2000 г. – Астрахань, 2001. – С. 39–51.
6. Кленова М.В. Геология моря. – М.: Учпедгиз, 1948. – 495 с.
7. Кленова М.В. К вопросу о характере и значении мелкой фракции осадков // Тр. ГОИН. – 1948. – Вып. 5 (17). – С. 3–8.
8. Монахов С.К., Курапов А.А., Татарников В.О. Локальные зоны очищения и загрязнения вод в западной части Северного Каспия по данным производственного экологического мониторинга // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2005. – № 7. – С. 45–53.
9. Загрязненность донных отложений российского сектора недропользования Каспийского моря углеводородами и хлорорганическими соединениями / Е.В. Островская [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2014. – № 12. – С. 45–49.
10. Хачатурова Т.А. Взвешенные вещества Каспийского моря и их биохимический состав // Океанология. – 1981. – Т. 21, № 1. – С. 70–76.
11. Хачатурова Т.А. Новые данные о содержании взвешенных веществ в Каспийском море // Изв. СКНЦ ВШ. Естеств. науки. – 1974. – № 1. – С. 84–87.
12. Хрусталев Ю.П. Закономерности современного осадконакопления в Северном Каспии. – Ростов: Изд-во Ростовского ун-та, 1978. – 207 с.
13. Characterization of sedimentary organic matter in recent marine sediments from Hudson Bay, Canada, by Rock-Eval pyrolysis / A.A. Hare [et al.] // Organic Geochemistry. – 2014. – Vol. 68. – P. 52–60.
14. Li Y.H., Schoonmaker J.E. Chemical Composition and Mineralogy of Marine Sediments. In: Treatise on Geochemistry // Second Edition. – 2013. – Vol. 9. – P. 1–32.
15. Orr W.L., Emery K.O. Composition of organic matter in marine sediments: Preliminary data on hydrocarbon distribution in basins off Southern California // Geological Society of America Bulletin. – 1956. – Vol. 67, № 9. – P. 1247–1258.

LITERATURA

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ВОД РОССИЙСКОГО СЕКТОРА НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Е.В. Островская, М.В. Войнова

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 требует при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности учитывать природные и социально-экономические особенности территорий, для получения информации о которых используются данные, поступающие от систем мониторинга, в том числе мониторинга загрязнения окружающей среды. Данные мониторинга используются при проведении инженерных экологических изысканий, подготовке разделов ОВОС и ООС, а после реализации проектов – для разработки природоохранных программ и мероприятий, контроля их эффективности.

Соединения тяжелых металлов (ТМ) относятся к группе наиболее опасных токсических веществ, загрязняющих водную среду [6]. Металлы, поступая в водоем в виде водорастворимых соединений, могут быстро выпадать в осадок или адсорбироваться на взвешенных частицах, образуя карбонаты и гидроксиды. Исследования показывают, что, несмотря на низкое содержание ТМ в водной среде, из-за биологического накопления в пищевых цепях они становятся токсичными для живых организмов, тормозят ряд энзиматических процессов и вызывают патологические явления [5]. Широкий спектр ТМ присутствует в буровых шламах, образующихся в технологическом процессе промывки скважин [2].

Целью данной работы является оценка современного уровня загрязнения морской среды российского сектора недропользования Каспийского моря (РСНП) тяжелыми металлами. В 2012 г. в рамках Программы мониторинга трансграничных водных объектов Каспийского моря на 2012–2014 гг. Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) были возобновлены систематические наблюдения за загрязнением морской среды на акватории РСНП. Полученные в этот период данные могут использоваться в качестве фоновых при оценке воздействия на морскую среду производственных работ на нефтегазовых месторождениях РСНП.

Материалы и методы исследований

В основу этой работы положены материалы, полученные в рамках экспедиционных исследований по вышеупомянутой программе мониторинга Росгидромета в 2012–2014 гг. В этот период было проведено шесть комплекс-

ных экспедиций, во время которых для определения металлов было отобрано 895 проб воды с двух горизонтов – поверхностного и придонного (рисунок).

Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях было определено аккредитованной лабораторией Астраханского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. При проведении химического анализа использовали методы, включенные в РД 52.18.595-96 «Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды». Для лабораторных работ использовали средства измерений, аттестованные в Государственном реестре средств измерения. Методы измерений отвечают требованиям ГОСТ Р 8.563-96, ПР 50.2.002-94 «Порядок осуществления государствен-

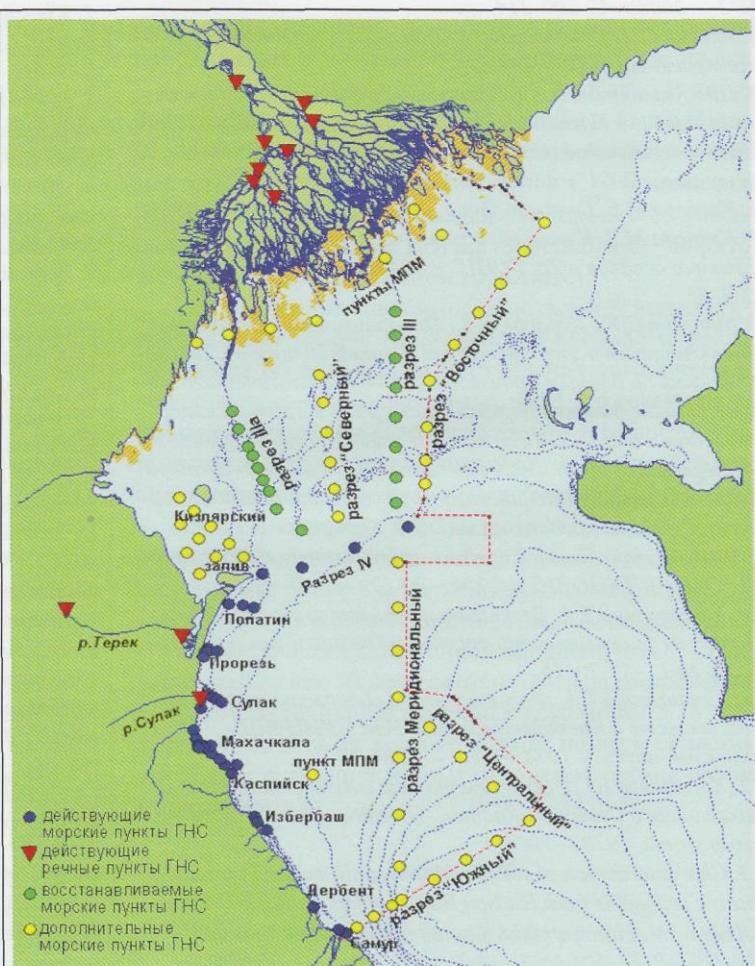


Схема отбора проб донных отложений в северо-западной части Каспийского моря в 2012–2014 гг. (ГНС – государственная наблюдательная сеть, МПМ – международные пункты мониторинга)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованных методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм». Проведение анализа сопровождалось метрологическим контролем точности результатов измерений в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.589-2001 «Государственная система обеспечения единства измерений. Контроль загрязнения окружающей природной среды».

Тяжелые металлы в воде РСНП

В период 2012–2014 гг. в пробах воды, отобранных в северо-западной части Каспийского моря, концентрация железа изменялась в пределах: в поверхностном слое – от 40 до 270 мкг/л (5,4 ПДК) при средней 132 мкг/л (2,64 ПДК); в придонном слое – от 10 до 270 мкг/л при средней 132 мкг/л (табл. 1). Как видно из этих данных, концентрация железа довольно часто в этот период превышала ПДК, установленные для рыбохозяйственных водоемов [9]. Повышенное содержание этого металла отмечалось в 2012 г. и 2013 г.

Значительные превышения рыбохозяйственных нормативов были характерны в этот период для меди (до 3,64 ПДК на поверхности и 6,24 ПДК у дна). Даже средние ее концентрации были выше ПДК, составляя 1,43 и 1,38 ПДК, соответственно. Концентрации никеля достигали 9,5 ПДК в поверхностном слое и 9,3 ПДК в придонном, при этом ее средние величины также превышали ПДК (в 2,97 раза и 3,1 раза, соответственно).

В исследуемый период небольшие превышения ПДК были отмечены для цинка (до 1,44 ПДК в поверхностном слое и 1,9 ПДК в придонном при средних величинах 0,43 и 0,46 ПДК) и свинца (до 2,7 на поверхности и 1,73 ПДК у дна, средние составили 5,7 и 6,5 мкг/л, соответственно, что ниже ПДК).

Концентрации марганца, кадмия и ртути в 2012–2014 гг. не превышали рыбохозяйственных нормативов. Содержание марганца менялось от следов до 13,1 мкг/л в поверхностном слое, кадмия – от следов до

1,83 мкг/л, ртути – от следов до 0,09 мкг/л. В придонном слое содержание марганца изменялось от следов до 22,8 мкг/л, кадмия – от следов до 1,87 мкг/л, ртути – от следов до 0,09 мкг/л. Средние концентрации марганца составили 3,4 и 3,8 мкг/л, соответственно, для поверхностного и придонного горизонтов, кадмия – 0,21 и 0,22 мкг/л, ртути – 0,2 мкг/л.

Для оценки загрязненности среды металлами часто используется индекс загрязненности (MPI), который рассчитывается по формуле [17]:

$$MPI = (C_{m_1}/S_{m_1} + C_{m_2}/S_{m_2} + \dots + C_{m_n}/S_{m_n})/n,$$

где C_{m_n} – концентрация n -го металла; S_{m_n} – его ПДК; n – количество металлов.

В соответствии с классификацией загрязненности среды металлами, приведенной в [17], при величине $MPI \leq 0,3$ среда оценивается классом I как «очень чистая», при величинах от 0,3 до 1,0 – классом II как «чистая», при величинах 1,0...2,0 – классом III как «среднезагрязненная», при величинах 2,0...4,0 – классом IV как «загрязненная», при величинах 4,0...6,0 – классом V как «грязная» и при величинах более 6,0 – классом VI как «чрезвычайно грязная».

Расчеты MPI для каждого года в отдельности и для всего периода наблюдений приведены в табл. 2.

В целом, содержание ТМ в водах РСНП в 2012–2014 гг. соответствует уровню среднезагрязненных акваторий по величине MPI (см. табл. 2) и по сравнению с другими водными объектами (табл. 3).

Для вод Северного Каспия характерны повышенные, по сравнению с другими акваториями, концентрации железа, меди, никеля, кадмия и ртути. Содержание двух последних металлов сравнимо по величине только с таковыми в водах бухты Гёкова [15], подверженной значительному воздействию речного стока и расположенных на ее берегах теплоэлектростанции и многочисленных туристических отелей.

Расчет коэффициентов корреляции показал наличие связи только между содержанием меди и ртути в

Таблица 1

Концентрации (мкг/л) тяжелых металлов в воде акватории РСНП в 2012–2014 гг.

Металл	2012 г.		2013 г.		2014 г.		ПДК [9]
	Поверхность	Дно	Поверхность	Дно	Поверхность	Дно	
Железо	80...260	10...260	50...270	30...270	40...160	40...170	50
Марганец	0,42...11,9	0,8...16,7	0...8,7	0...22,8	1,4...9,9	1,6...9,5	50
Цинк	1,64...72	4,47...75	0,5...50	1,1...76	2,4...46	3,3...38	50
Медь	1,8...15,3	1,7...15,3	0,3...18,2	0,3...31	0,3...15,3	0,5...18,3	5
Никель	2,7...94	6...93	3...95	3,4...90	3,9...28	3,7...29	10
Свинец	0,33...10,3	0,49...9,8	0,25...27	0,9...29	1,4...15,6	1,3...17,3	10
Кадмий	0,003...0,44	0,003...0,38	0,009...1,48	0,009...1,41	0,026...1,83	0,113...1,87	10
Ртуть	0,004...0,024	0,005...0,03	0...0,09	0...0,09	0,01...0,09	0,02...0,08	0,1

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Таблица 2

Оценка загрязненности вод акватории РСНП тяжелыми металлами

Период, год	Горизонт	MPI		Класс [17]
		Диапазон	Среднее	
2012	Поверхность	0,26...1,64	0,82	I...III
	Дно	0,32...1,54	0,84	I...III
2013	Поверхность	0,15...1,76	0,65	I...III
	Дно	0,2...1,63	0,67	I...III
2014	Поверхность	0,25...0,96	0,53	I...II
	Дно	0...0,99	0,50	I...II
2012–2014	Поверхность	0,15...1,76	0,71	I...III
	Дно	0,2...1,63	0,73	I...III

придонном слое ($r = 0,4$ при $N = 430$, $\alpha = 0,05$). Для других металлов не было обнаружено корреляционной зависимости. Это, по всей вероятности, свидетельствует о широком спектре источников ТМ на акватории РСНП и различных биогеохимических процессах, в которых они участвуют в морской среде.

Как известно [1, 8, 11, 12], среди источников поступления ТМ на акваторию Северного Каспия огромную роль играет речной сток. Например, только с волжским стоком в море ежегодно выносится около 50 тыс. т железа, 1,5 тыс. т меди, 4 тыс. т цинка, 1 тыс. т никеля и т. д. Однако и другие источники могут вносить существенный вклад в общее загрязнение морской акватории металлами. По некоторым оценкам, ежегодно из атмосферы на поверхность суши и океана выпадает соответственно (в тыс. т/год): Pb – 14 и 21; Cd – 1,8 и 5; Hg –

24,6 и 130 [3]. При этом концентрации металлов в дождевой воде, например, могут быть сравнимы с таковыми в поверхностных водах морей [16]. К сожалению, пока оценки вклада поступления загрязняющих веществ с атмосферными выпадениями в загрязнение поверхностных и морских вод пока очень редки.

В рамках международной программы ЕМЕР (European Monitoring and Evaluation programme) была проведена оценка поступления ртути на акваторию Северного Каспия с атмосферными выпадениями [14]. По расчетам привнос составляет от 7 до 10 г/км² в год в зависимости от района моря. При этом выпадения в западном секторе исследуемой акватории составляют 7...8 г/км² в год, в восточном – 8...10 г/км². На акваторию Северного Каспия этот металл, в основном, доставляется трансграничным переносом атмосферных масс с территории Казахстана (62 % от общей массы переносимых соединений ртути). Этими же авторами рассчитаны массы переноса свинца. Для исследуемой акватории они составляют 0,5...0,6 кг/км² в год в западном секторе и 0,6...0,7 кг/км² в год в восточном. Основными донорами свинца выступают Казахстан и Россия (по 38 % от общей массы этого металла). На фоне остальной части моря Северный Каспий выглядит довольно благополучным: оценка поступления ртути с атмосферными осадками колеблется от 6 до 15 г/км² в год, наиболее высок атмосферный вклад (свыше 15 г/км² в год) в прибрежных районах, наименьший – в восточной части Среднего и Южного Каспия (менее 6 г/км² в год). Поступление свинца также выше в других частях моря: более 0,7 кг/км² в год, наименьшая величина атмосферного выпадения этого металла отмечена в восточном секторе Южного Каспия (0,3...0,4 кг/км² в год) [14]. Для сравнения, масса выпадения свинца на акватории Черного и Азовского морей колеблется от 0,4 до

Таблица 3

Сравнение загрязненности тяжелыми металлами вод различных акваторий

Место исследования, период, год	Концентрация металла, мкг/л							
	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd	Hg
РСНП, 2012–2014 (данное исследование)	10...270	0...23	0,5...95	0,29...31	2,7...95	0,25...29	0...1,87	0...0,09
РСНП, 1998–2003 [4]	0,5...453	0...24,8	0...26,7	0...14,1	0...8,8	0...16,1	0...5,12	0...3,59
Северный Каспий, 1996–1997 [7]	2...162	0,5...27,4	0...81	0...47,5	0,1...30,4	0...28,9	–	–
Черное море, 1996 [10]	34...69	–	–	0,11...6,8	–	0,29...2,76	0,1...0,195	0,03...0,052
Красное море, пролив Агаба, 1999 [19]	0,56...4,44	0,06...0,21	0,13...1,17	0,07...0,29	0,05...0,52	0,02...0,68	0,02...0,78	–
Красное море, Египет, 2008 [13]	9,1...28,35	–	7,18...15,21	2,08...5,23	2,33...5,8	0,37...0,8	0,13...0,43	–
Бухта Чжинджоу, Китай, 2009 [20]	–	–	1,58...25,73	1,26...6,49	–	0,21...1,39	0,56...2,04	0,006...0,058
р. Брахман, Индия, 2007 [18]	<5,0...95	<1,5...102	<0,4...80,1	<1,0...4,7	<9,0...52	<10...27	<0,4...4,0	<0,05
Бухта Гёкова, Турция, 2005–2006 [15]	0,19...60	3,5...81	–	<0,01...4,3	–	<0,01...2,26	0,19...3,26	<0,01...2,99

0,8 кг/км² в год, с максимумами в прибрежных районах (свыше 0,8 кг/км² в год).

Заключение

Анализ материалов, полученных в 2012–2013 гг. в рамках Программы мониторинга трансграничных водных объектов Каспийского моря, показал, что воды акватории РСНП можно отнести к классу среднезагрязненных по содержанию в них восьми металлов. Превышение ПДК было обнаружено для железа, цинка, меди, никеля, свинца.

Эти металлы уже несколько десятилетий входят в группу приоритетных загрязняющих веществ, подлежащих мониторингу в силу их повышенного содержания и устойчивого присутствия в водных объектах Волго-Каспийского бассейна. Их динамика, скорее всего, отражает общие тенденции состояния водной среды бассейна, подверженной комплексному антропогенному воздействию.

Из этого следует, что расположенные на акватории РСНП лицензионные участки российских нефтегазовых компаний находятся в зоне повышенных экологических рисков, связанных с множественностью источников загрязняющих веществ, а также высокой пространственной неоднородностью среды, обусловленной интенсивными гидродинамическими и биологическими процессами, характерными для этого района моря. Эти особенности в соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» должны учитываться при разработке программ и проведении производственного экологического мониторинга, а также мероприятий по охране окружающей среды на всех этапах разведки и разработки месторождений углеводородного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева Н.А., Ильинская Г.К., Коршенко А.Н. Экологическое состояние Каспийского и Балтийского морей у берегов Российской Федерации // Метеорология и гидрология. – 1993. – № 4. – С. 105–115.
2. Балаба В.И. Обеспечение экологической безопасности строительства скважин на море // Бурение и нефть. – 2004. – № 1. – С. 18–21.
3. Веницианов Е.В., Kocharyan A.G. Тяжелые металлы в природных водах // Воды суши: проблемы и решения. – М.: ИВП РАН, 1994. – С. 299–326.
4. Загрязняющие вещества в водах Северного Каспия / Е.В. Островская [и др.] // Проблемы качества вод Нижней Волги и Северного Каспия (отв. ред. В.Ф. Бреховских, Е.В. Островская). – М.: Типография Россельхозакадемии, 2013. – С. 200–238.
5. Комаровский Ф.Я., Полицук Л.Р. Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде: миграции, накопление, токсичность для гидробионтов // Гидробиологический журнал. – 1981. – Т. XVII. – С. 71–83.
6. Мур Дж.Б., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
7. О влиянии стока р. Волги на распределение тяжелых металлов в ее устьевом взморье / В.Ф. Бреховских [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 2. – С. 88–97.

8. Об особенностях режима формирования качества вод Нижней Волги / В.Ф. Бреховских [и др.] // Вода: химия и экология. – 2015. – № 2. – С. 17–24.

9. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 г. Москва «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». Опубликован 5 марта 2010 г. в «РГ» – Федеральный выпуск № 5125.

10. Техногенное загрязнение и процессы естественного самоочищения Прикаспийской зоны Черного моря / под ред. И.Ф. Глумова [и др.]. – М.: Недра, 1996. – 502 с.

11. Тяжелые металлы в системе «дельта Волги – Северный Каспий» / Е.В. Островская [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2008. – № 4. – С. 133–140.

12. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. – М.: ГЕОС, 1998. – 280 с.

13. Ali A.A.M., Hamed M.A., Abd El-Azim H. Heavy metals distribution in the coral reef ecosystems of the Northern Red Sea // Helgol. Mar. Res. – 2011. – № 65. – P. 67–80.

14. EMEP Status Report 2/2009. June 2009. Heavy Metals: Transboundary Pollution of the Environment. – Meteorological synthesizing centre – East. Norwegian Institute for Air Research, 2009. – 74 p.

15. Heavy metal concentrations in water, suspended matter, and sediment from Gökova Bay, turkey / N. Balkis [et al.] // Environ. Monit. Assess. – 2010. – № 167. – P. 359–370.

16. Koulosaris M., Aloupi M., Angelidis M.O. Total Metal Concentrations in Atmospheric Precipitation from the Northern Aegean Sea // Water Air Soil Pollut. – 2009. – Vol. 201. – P. 389–403.

17. Lyulko I., Ambalova T., Vasiljeva T. To Integrated Water Quality Assessment in Latvia // MTM (Monitoring Tailor-Made) III, Proceedings of International Workshop on Information for Sustainable Water Management. – Netherlands, 2001. – P. 449–452.

18. Reza R., Singh G. Heavy metal contamination and its indexing approach for river. // Int. Environ. Sci. Tech. – 2010. – Vol. 7, № 4. – P. 785–792.

19. Shriadiyah A., Okbah M.A., El-Deek M.S. Trace Metals in the Water Columns of the Red Sea and the Gulf of Aqaba, Egypt Water // Air, and Soil Pollution. – 2004. – Vol. 153, № 1. – P. 115–124.

20. Study on the Pollution Characteristics of Heavy Metals in Seawater of Jinzhou Bay / J. Wang [et al.] // Procedia Environmental Sciences. – 2012. – № 13 (2011). – P. 1507–1516.

LITERATURA

1. Afanas'eva N.A., Il'inskaya G.K., Korshenko A.N. Ekologicheskoe sostoyanie Kaspiyskogo i Baltiyskogo morey u beregov Rossii Federatsii // Meteorologiya i gidrologiya. – 1993. – № 4. – S. 105–115.
2. Balaba V.I. Obezpechenie ekologicheskoy bezopasnosti stroitel'stva skvazhin na more // Burenie i neft'. – 2004. – № 1. – S. 18–21.
3. Venitsianov E.V., Kocharyan A.G. Tyazhelye metally v prirodnykh vodakh // Vody sushi: problemy i resheniya. – M.: IVP RAN, 1994. – S. 299–326.
4. Zagryaznyayushchie veshchestva v vodakh Severnogo Kaspiya / E.V. Ostrovskaya [i dr.] // Problemy kachestva vod Nizhney Volgi i Severnogo Kaspiya (otv. red. V.F. Brekhovskikh, E.V. Ost-

- rovskaya). – M.: Tipografiya Rossel'khozakademii, 2013. – S. 200–238.
5. Komarovskiy F.Ya., Polishchuk L.R. Rtut' i drugie tyazhelye metally v vodnoy srede: migratsii, nakoplenie, toksichnost' dlya gidrobiontov // Gidrobiologicheskiy zhurnal. – 1981. – T. XVII. – S. 71–83.
6. Mur Dzh.V., Ramamurti S. Tyazhelye metally v prirodnnykh vodakh: kontrol' i otsenka vliyaniya. – M.: Mir, 1987. – 288 s.
7. O vliyanii stoka r. Volgi na raspredelenie tyazhelykh metallov v ee ust'evom vzmor'e / V.F. Brekhovskikh [i dr.] // Meteorologiya i gidrologiya. – 2006. – № 2. – S. 88–97.
8. Ob osobennostyakh rezhima formirovaniya kachestva vod Nizhnay Volgi / V.F. Brekhovskikh [i dr.] // Voda: khimiya i ekologiya. – 2015. – № 2. – S. 17–24.
9. Prikaz Federal'nogo agentstva po rybolovstvu ot 18 yanvarya 2010 g. № 20 g. Moskva «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob'ektorov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob'ektorov rybokhozyaystvennogo znacheniya». Opublikovan 5 marta 2010 g. v «RG» – Federal'nyy vypusk № 5125.
10. Tekhnogennoe zagryaznenie i protsessy estestvennogo samo-ochishcheniya Prikavkazskoy zony Chernogo morya / pod red. I.F. Glumova [i dr.]. – M.: Nedra, 1996. – 502 s.
11. Tyazhelye metally v sisteme «del'ta Volgi – Severnyy Kaspiy» / E.V. Ostrovskaya [i dr.] // Yug Rossii: ekologiya, razvitiye. – 2008. – № 4. – S. 133–140.
12. Ust'evaya oblast' Volgi: gidrologo-morfologicheskie protsessy, rezhim zagryaznyayushchikh veshchestv i vliyanie kolebaniy urovnya Kaspiyskogo morya. – M.: GEOS, 1998. – 280 s.
13. Ali A.A.M., Hamed M.A., Abd El-Azim H. Heavy metals distribution in the coral reef ecosystems of the Northern Red Sea // Helgol. Mar. Res. – 2011. – № 65. – P. 67–80.
14. EMEP Status Report 2/2009. June 2009. Heavy Metals: Transboundary Pollution of the Environment. – Meteorological synthesizing centre – East. Norwegian Institute for Air Research, 2009. – 74 p.
15. Heavy metal concentrations in water, suspended matter, and sediment from Göksu Bay, Turkey / N. Balkis [et al.] // Environ. Monit. Assess. – 2010. – № 167. – P. 359–370.
16. Koulousaris M., Aloupi M., Angelidis M.O. Total Metal Concentrations in Atmospheric Precipitation from the Northern Aegean Sea // Water Air Soil Pollut. – 2009. – Vol. 201. – P. 389–403.
17. Lyulko I., Ambalova T., Vasiljeva T. To Integrated Water Quality Assessment in Latvia // MTM (Monitoring Tailor-Made) III, Proceedings of International Workshop on Information for Sustainable Water Management. – Netherlands, 2001. – P. 449–452.
18. Reza R., Singh G. Heavy metal contamination and its indexing approach for river. // Int. Environ. Sci. Tech. – 2010. – Vol. 7, № 4. – P. 785–792.
19. Shriadiyah A., Okbah M.A., El-Deek M.S. Trace Metals in the Water Columns of the Red Sea and the Gulf of Aqaba, Egypt Water // Air, and Soil Pollution. – 2004. – Vol. 153, № 1. – P. 115–124.
20. Study on the Pollution Characteristics of Heavy Metals in Seawater of Jinzhou Bay / J. Wang [et al.] // Procedia Environmental Sciences. – 2012. – № 13 (2011). – P. 1507–1516.

УДК 504.06

УГЛЕВОДОРОДЫ ВО ВЗВЕШЕННОМ ВЕЩЕСТВЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Е.В. Островская, И.А. Немировская, Н.В. Козина

Содержание углеводородов (УВ) в морских экосистемах отличается высокой пространственно-временной изменчивостью и определяется расположением источников загрязнения и природными особенностями самого водного объекта. Нефтяные УВ в Мировой океан поступают с природными потоками с морского дна (46 %) в результате потребления нефти (37 %), в том числе от береговых источников (10,8 %) и сбросов с судов (20,8 %), а также при транспортировке нефти (12 %) и добыче нефти в море (5 %) [14]. Наибольшую вероятность и повторяемость имеют относительно небольшие утечки и разливы нефти (до 7 т), которые оставляют около 85 % от общего объема разливов, создавая устойчивый фон нефтяного загрязнения в районах интенсивной добычи и транспортировки нефти [6]. Для Каспийского моря оценки объемов поступления нефтепродуктов сильно различаются. Считается, что около 50 % УВ поступает с речным стоком, 35 % – с промышленными сбросами с территории и 5 % приходится на неаварийные потери нефти при всех операциях ее добычи и транспортировки [15]. Помимо этого, в районах

Каспийского моря с высокой биологической продуктивностью широко представлены углеводороды биогенного происхождения, которые автоматически включаются в оценку уровня загрязнения [2].

Основной целью данной работы является определение происхождения углеводородов и установления роли антропогенной составляющей в общем углеводородном фоне Северного Каспия.

Материалы и методы исследований

В 2014 и 2015 гг. в северо-западной части Каспийского моря были отобраны пробы донных отложений и взвешенных веществ для определения алифатических (АУВ) и полициклических ароматических (ПАУ) углеводородов. Взвесь с поверхности горизонта собирали на предварительно прокаленные при 450 °C фильтры GF/F, пробы донных осадков (поверхностный слой) отбирали дночерпателью «Океан» и замораживали на борту судна при –18 °C. В лабораторных условиях пробы размораживали. Фильтры подсушивали на воздухе;

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

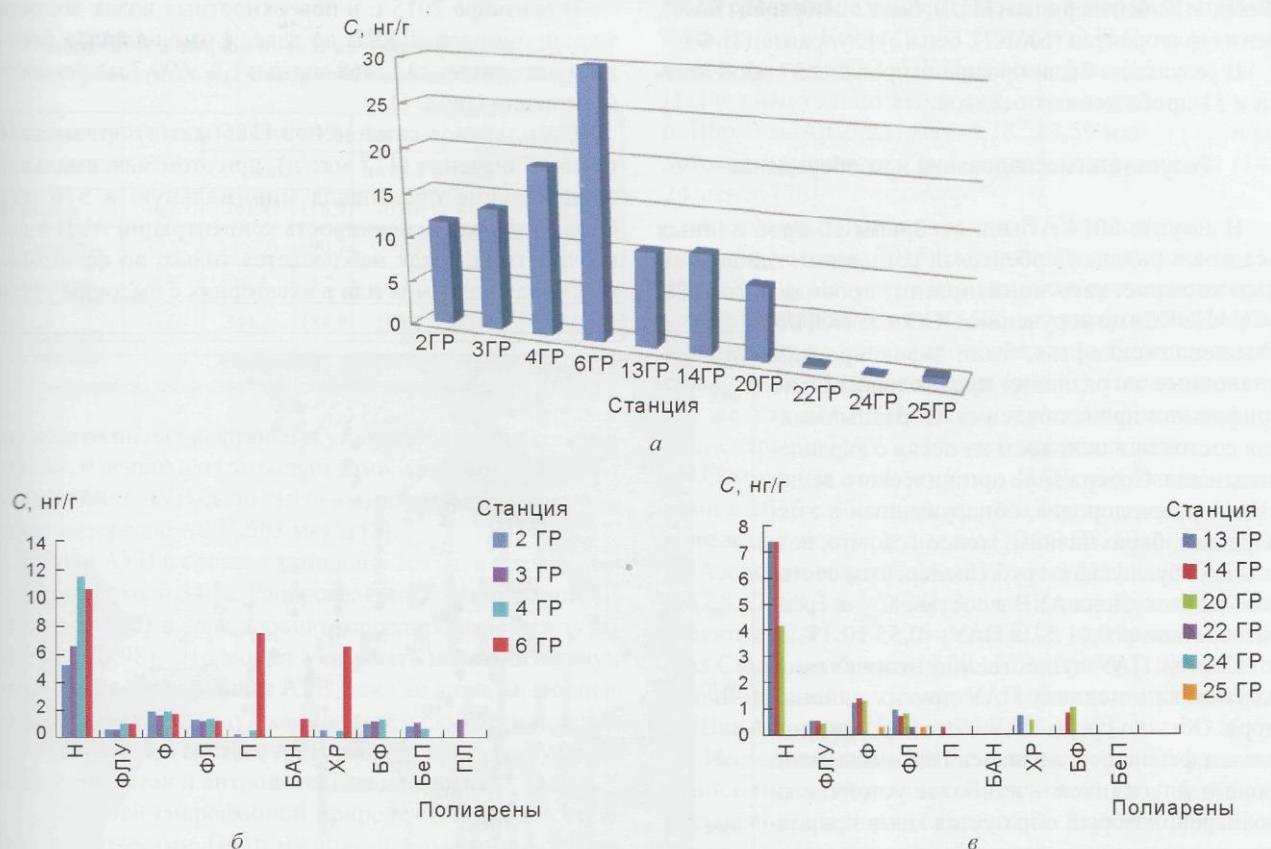


Рис. 1. Суммарное содержание (а) и состав ПАУ (б, в) в донных осадках в районе «грифонных проявлений», август 2014 г.

донные осадки сушили при 50 °С и отсеивали фракцию 0,25 мм. Подготовленную пробу (около 10 г) экстрагировали метиленхлоридом на ультразвуковой бане «Сапфир» при температуре 30 °С. Концентрации липидов (суммарная экстрагированная фракция) до колоночной хроматографии и АУВ после колоночной хроматографии определяли методом ИК-спектрофотометрии на приборе IRAffinity-1 (фирма Shimadzu, Япония). В качестве стандарта использовали ГСО 7554-99 состава нефтепродуктов в CCl_4 .

Концентрацию и состав ПАУ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе Милихром-А02 («Эконова»), снабженном колонкой Nucleosil-100-5- C_{18} РАН. Для элюирования использовали смесь ацетонитрил – вода в градиентном режиме (от 75 до 100 % ацетонитрила). Измерения проводили при длине волны 254 нм; идентификацию осуществляли по времени выхода индивидуальных полиаренов, полученных из Агентства по охране окружающей среды (США). В результате были идентифицированы следующие незамещенные полиарены: нафталин (Н), фенантрен (Ф), флуорен (ФЛУ), антрацен (АН), флуорантен (ФЛ), пирен (П), трифенилен (ТР), хризен (ХР), пе-рилен (ПЛ), бенз(а)пирен (БП), бенз(е)пирен

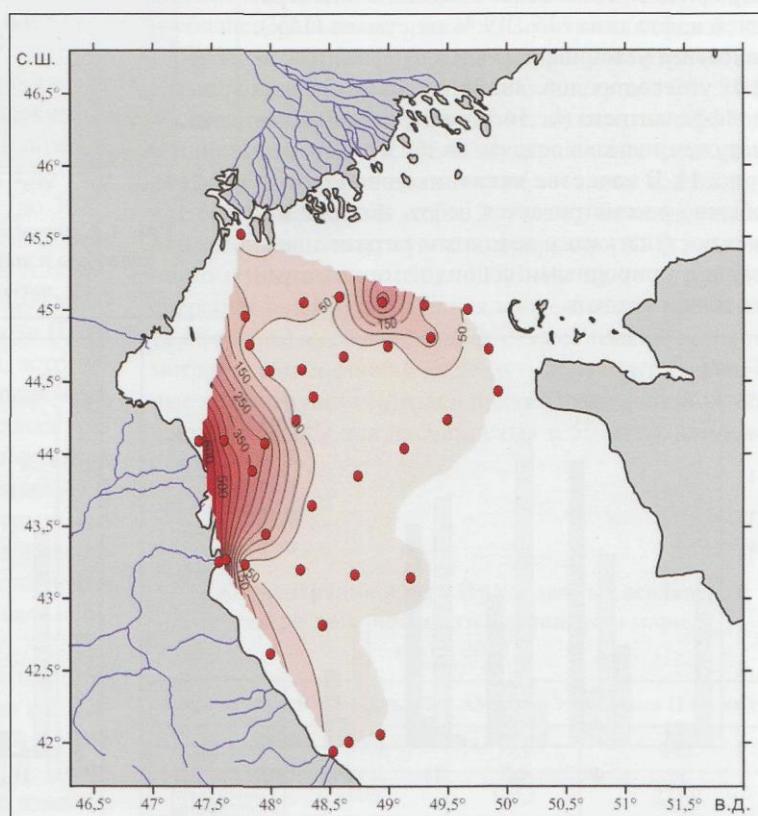


Рис. 2. Распределение АУВ (мкг/л) в поверхностных водах северо-западной части Каспийского моря, осень 2015 г.

(БеП), 1,12-бензперилен (БПЛ), бенз(*a*)антрацен (БАН), бенз(*k*)флуорантен (БКФЛ), бенз(*b*)флуорантен (БФ).

В результате были проанализированы 37 проб взвеси и 51 пробы донных осадков.

Результаты исследований и их обсуждение

В августе 2014 г. были отобраны 10 проб донных осадков в районе Дербентской котловины, где по данным космического мониторинга, проводимого ИТЦ «СКАНЭКС» по поручению ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», были зафиксированы пленочные загрязнения предположительно грифонного происхождения. Образцы осадков состояли в основном из песка с вкраплениями ила. Содержание органического вещества и углеводородов, обнаруженных в этих образцах, было низким, менее 1 %, что, возможно, обусловлено грубодисперсным составом осадков. Доля АУВ в составе C_{опр.} в среднем составила 0,11 %, а ПАУ – 0,55·10⁻³ %.

Состав ПАУ существенно отличался от их состава в осадках ПАУ других районах моря. Обычно среди ПАУ в осадках доминировали фенантрен, полиарен геохимического фона и флуорантен – наиболее устойчивый полиарен, который образуется как в природных процессах, так и при горении органического топлива [2, 13]. Осадки же в районе «грифонов» отличались высокой концентрацией нафтилина (35...49 % от суммы ПАУ), наименее устойчивого из идентифицированных углеводородов. Значительно ниже была доля фенантрена (0...16 %), а перилен был обнаружен только в осадках на ст. Згр – 1,4 нг/г (рис. 1). В качестве источников нафтилина обычно рассматривается нефть, которая может поступать как с нефтяным загрязнением, так и с природными флюидными потоками из толщи осадков.

В сентябре 2015 г. в поверхностных водах концентрации липидов и АУВ во взвеси изменились в большом интервале: 29...1468 мкг/л и 1,2...690,7 мкг/л, соответственно (табл. 1).

Стандартное отклонение (185 мкг/л) превышало среднее значение (117 мкг/л), при этом максимальная концентрация превышала минимальную в 576 раз. Столь большая изменчивость концентраций АУВ в поверхностных водах наблюдается только во фронтальных зонах водоемов или в акваториях с высоким уров-

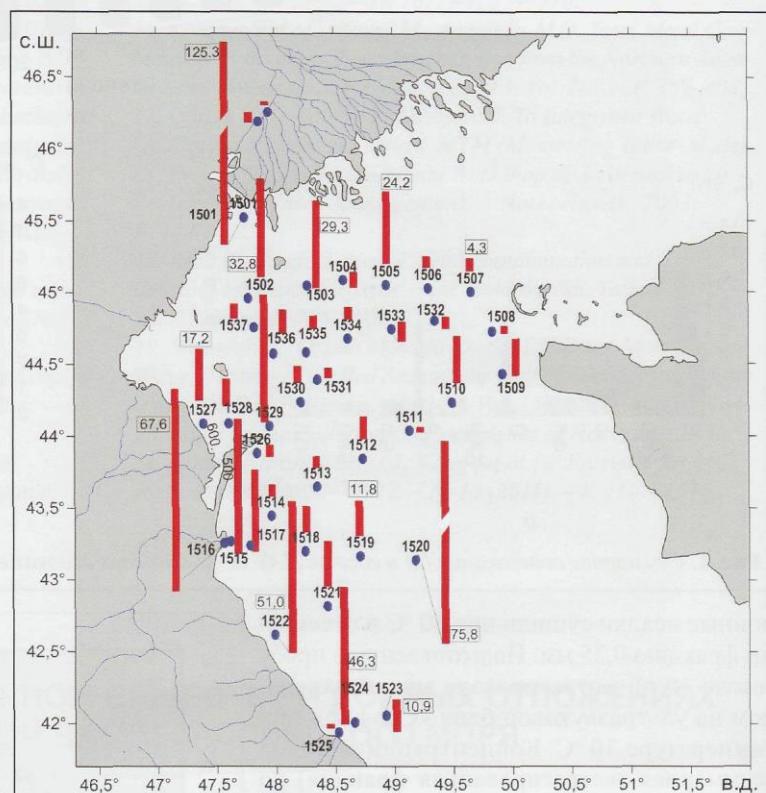


Рис. 4. Содержание АУВ в донных осадках Северного Каспия
(столбцы и цифры в квадратах – содержание АУВ, мкг/г;
точки – номера станций отбора проб)

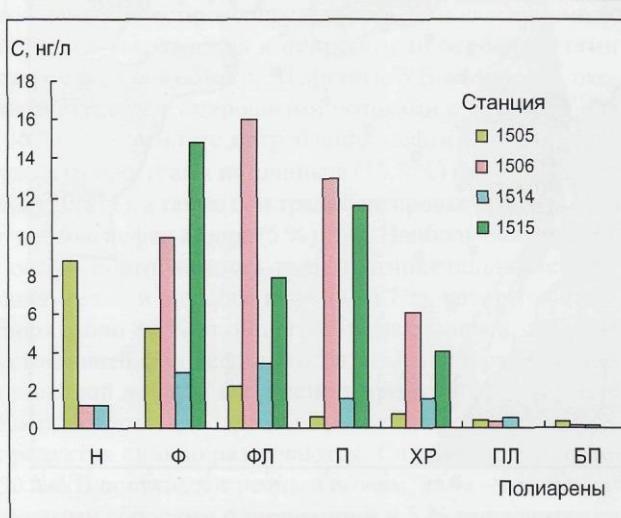


Рис. 3. Состав ПАУ во взвеси поверхностных вод на отдельных станциях, осень 2015 г.

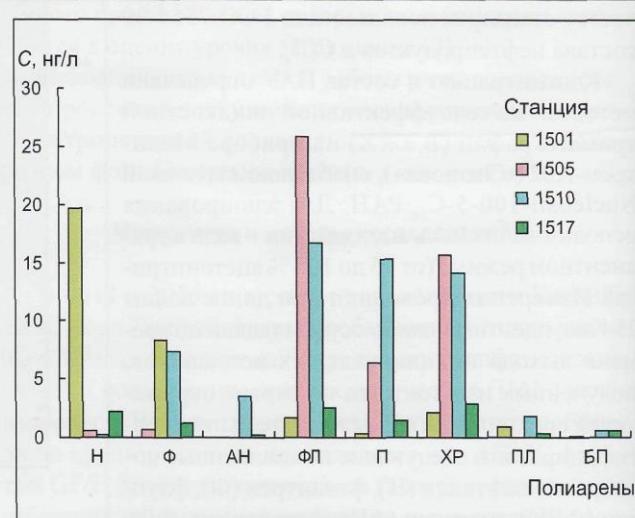


Рис. 5. Состав ПАУ в донных осадках отдельных станций

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Таблица 1

Содержание липидов и АУВ во взвешенном веществе поверхностных вод Северного Каспия, осень 2015 г.

Показатель	Взвесь, мг/л	Липиды		АУВ		АУВ, % от липидов
		мкг/л	мкг/мг взвеси	мкг/л	мкг/мг взвеси	
Среднее	4,7	261,4	116,9	105,1	41,0	34,1
Максимум	25,8	1467,6	690,7	505,3	314,8	64,7
Минимум	0,5	28,7	1,2	5,1	1,7	3,5
σ^*	6,6	344,2	184,9	105,1	61,8	17,0

* Среднеквадратичное (стандартное) отклонение.

нем загрязнения нефтяными углеводородами. Для сравнения, в дельте и на устьевом взморье р. Волги в 2006 г. содержание АУВ было высоким, но изменялось в меньшем интервале – 90...503 мкг/л [2].

Доля АУВ в составе липидов в 2015 г. в среднем составляла около 34 %. Распределение концентраций липидов и АУВ в воде хорошо коррелировало между собой ($r = 0,98$). Это может указывать на значительную степень трансформации АУВ, так как липиды, в основном, состоят из продуктов жизнедеятельности морских организмов, а в составе АУВ обычно присутствуют как биогенные, так и антропогенные вещества.

По своей гидрофобной природе АУВ легко сорбируются взвесями. Поэтому повышенные концентрации АУВ осенью 2015 г., в основном, тяготели к районам с более высоким содержанием взвеси, хотя коэффициент корреляции в распределении АУВ и взвеси в поверхностных водах составил всего 0,58. В дельте р. Волги (ст. 1501 и 1502), где содержание взвеси достигало 25,8 мг/л, концентрации АУВ также были высокими – до 112,7 мкг/л. На ст. 1527...1529 (в устьевой области р. Сулак), с повышением концентрации взвеси до 13...17 мг/л увеличивались и концентрации АУВ (до 307...691 мкг/л). В северо-восточной части исследуемого района при высоком содержании АУВ (344 мкг/л, ст. 1505, рис. 2) концентрация взвеси составила всего 1,09 мг/л.

Концентрации АУВ, превышающие 50 мкг/л (ПДК для растворенных нефтяных углеводородов), встречаются в морских водах редко [2], а в речных водах – довольно часто [10]. При этом их отличает высокая временная изменчивость. Например, в 2006 г. в рукавах дельты р. Волги в отдельных пробах содержание АУВ во взвеси достигало 400...500 мкг/л, не превышая в большинстве проб 200 мкг/л [2]. В 2009 г. в поверхностных водах водотоков Нижней Волги их концентрации во взвеси были значительно ниже, изменяясь в интервале 6,6...38,8 мкг/л.

Данные мониторинга, проводимого Росгидрометом на акватории северо-западной части моря в 2012–2014 гг., показывают изменения концентраций АУВ в поверхностных водах от следов до 240 мкг/л [9]. Полученное авторами среднее содержание АУВ во взвеси в поверхностных водах Северного Каспия (119 мкг/л) вполне согласуется с этими данными. Концентрации АУВ в этой части Каспийского моря в обоих случаях

были сравнимы с концентрациями в морских водах залива Яньпу в Китае (23,8...508 мкг/л) [24], на лицензионном участке ООО «НК Приазовнефть» (15...360 мкг/л) [11] и значительно выше тех, что отмечались в воде р. Шат Аль-Араб в Ираке (5,18...37,59 мкг/л) [12] и водотоков нигерийских нефтяных месторождений (14...24 мкг/л) [20].

Суммарные концентрации ПАУ в поверхностном слое воды осенью 2015 г. менялись в диапазоне от 11,2 до 46,7 нг/л. Несмотря на невысокое суммарное содержание полиаренов, на ст. 1505 доля нафталина, маркирующего их нефтяное происхождение, была здесь максимальной – 48 % от суммы (рис. 3). Следовательно, так же, как для АУВ, здесь установлена повышенная концентрация ПАУ нефтяного происхождения.

Суммарные концентрации ПАУ, полученные авторами в 2015 г., были ниже, чем концентрации ПАУ в воде лицензионного участка ООО «НК Приазовнефть» на Азовском море (7,24...213 нг/л) [11] залива Яньпу (582,8...2208,3 нг/л) [24], Александрийского побережья в Египте (2,21...677,25 нг/л) [21], прибрежных водах о-ва Сямьинь в Китае (49,29...279,42 нг/л) [18], при этом сравнимы с концентрациями, наблюдавшимися в воде р. Шат Аль-Араб (5,81...47,96 нг/л) [12].

Исследованные в 2015 г. донные осадки в основном относились к песчанистым отложениям с примесью ракушечника и только в отдельных случаях пелитового материала. Основная особенность донных отложений Каспийского моря состоит в том, что в районах с глубинами менее 100 м они, как правило, представлены грубодисперсным материалом. Влажность осадков, которая косвенно указывает на их гранулометрический состав, лишь в отдельных пробах достигала 70...80 % и в среднем составила в песчанистых осадках 32,6 %, а в илистых – 61,7 %. Поэтому проанализированные осадки с разным вещественным составом имели разное содержание АУВ (табл. 2, рис. 4). Если не учитывать аномально высокую концентрацию АУВ в песчанистом осадке на ст. 1501 (125,3 мкг/г), то в грубодисперсных осадках их средняя концентрация составила 11,0 ($\sigma = 9,6$) мкг/г, а в осадках с более тонким гранулометрическим составом – 32,8 ($\sigma = 19,4$) мкг/г. Полученные концентрации близки или даже ниже фоновых значений: 10 мкг/г для песчанистых и 50 мкг/г для илистых [2, 13].

Таблица 2

Концентрации АУВ и ПАУ в донных осадках северо-западной части Каспийского моря, осень 2015 г.

Показатель	Влажность, %	АУВ, мкг/г	Сумма ПАУ, нг/г
Среднее	39,9	19,1	84,2
Максимум	80,8	125,3	271,9
Минимум	19,5	1,4	4
σ	17,2	25,4	80

Однако распределение АУВ определялось не только вещественным составом осадков, так как зависимость между их влажностью и концентрациями АУВ оказалась довольно слабой ($r = 0,38$). Связано это с тем, что концентрации АУВ в осадках увеличивались как в прибрежных районах (в основном в устьевых областях рек), так и в глубоководных осадках (например, на ст. 1520). Кроме того, в восточной части исследованного района Северного Каспия, в области повышенных концентраций в поверхностных водах (ст. 1505), содержание АУВ также было выше, чем на соседних станциях с близким гранулометрическим составом (см. рис. 4). Концентрация АУВ на ст. 1504 была в 4,6 раза, а на ст. 1506 – в 6,5 раза меньше, чем на ст. 1505.

Суммарное содержание ПАУ в донных осадках также зависело от их гранулометрического типа, и максимальное содержание, так же как и для АУВ, было установлено на ст. 1520, а минимальное на ст. 1504. В то же время значение коэффициента корреляции между АУВ и ПАУ было довольно низким ($r = 0,30$), что может быть обусловлено разными источниками, формирующими эти углеводородные классы в море. Необходимо отметить, что полученные авторами концентрации ПАУ оказались сопоставимы с результатами их определения в 2000 г. (6...345 нг/г) [13], но оказались более высокими, чем в осадках лицензионного участка «Северный» в 2014 г. (4...42 нг/г [4]) и в осадках Северного Каспия в 2001–2004 гг. (0,3...40,5 нг/г, [8]). Разница в концентрациях обусловлена не только местоположением отбора проб и изменением экологической ситуации в акватории, но и количеством идентифицированных индивидуальных полариенов.

Таблица 3

Концентрации суммы ПАУ в донных отложениях морей

Место исследования	Год исследования	Концентрация, нг/г сухого веса	Источник
Северный Каспий, Россия	2015	8...272	Данное исследование
	2000	6...345	[13]
	2001–2004	0,3...40,5	[8]
	2014	4...42	[4]
Устьевое взморье р. Волги, Россия	2003–2005	4...4800	[19]
Северо-западная часть Каспийского моря, Россия	2012–2014	1,5...699	[9]
Амурский залив, Японское море	2005	7,2...1100	[3]
Баренцево море, Норвегия и Россия	2001–2005	27...6026	[23]
Бухта Муса, северо-восточная часть Персидского залива, Иран	2009–2010	216,6...26659	[17]
Бохайский залив, Китай	2011	92,7...300,7	[25]
Промышленная зона Шуайба, Кувейт	2002	5,65...1333,6	[16]
Дельта р. Хуанхэ, Китай	2007	23,9...520,6	[22]

Содержание ПАУ в северо-западной части Каспия в 2015 г. было также ниже концентраций, характерных для осадков районов с высокой антропогенной нагрузкой: Азовского моря [11], Амурского залива [3], прибрежной зоны Баренцева моря [23], Персидского [17] и Бохайского [25] заливов, промышленной зоны Кувейта [16], дельты р. Хуанхэ [22] (табл. 3).

Столь низкое их содержание обусловлено грубодисперсным составом осадков. В составе ПАУ осадков нафталин доминирует только на ст. 1501 (Волго-Каспийский канал), что может указывать на их нефтяное происхождение (рис. 5). В остальных осадках более высокие концентрации присущи флуорантену и пирену, образующимся в основном при сжигании топлива, а также хризену, источником которого рассматриваются преимущественно природные процессы.

Заключение

Концентрации АУВ и ПАУ в природных объектах обусловлены не только их содержанием в источниках эмиссии, сколько воздействиями, которым они подвергаются в водоеме: действие солнечного излучения и температуры, окисление, микробное разложение и т. д. Определить происхождение углеводородов в воде и осадках Каспийского моря особенно сложно из-за наличия многочисленных природных источников поступления углеводородов, в том числе флюидных потоков из осадочной толщи. Сведения о составе и фоновых концентрациях этих просачивающихся АУВ довольно противоречивы [14]. Обычно просачивается нефть с низкой температурой застывания, которая легко подвергается воздействию микроорганизмов, вследствие чего в ее составе обнаруживаются биогенные АУВ.

Многолетний мониторинг нефтяных пятен [1, 7] показал отсутствие нефтяного загрязнения, связанного с деятельностью объектов топливно-энергетического комплекса. Большинство обнаруженных пленочных загрязнений было приурочено к судоходным трассам. Мелкие нефтяные пятна были обнаружены в районе п-ова Мангышлак и его подводного продолжения, а также вдоль северо-западного борта Дербентской котловины, что позволило А.Ю. Иванову с коллегами связать их появление с подводными источниками грифонного типа [5]. Однако, как показали данные авторов, концентрации здесь органических соединений, в том числе АУВ и ПАУ, были низкими, тогда как для районов флюидной разгрузки обычно характерно повышенное их содержание. Поэтому для достоверного суждения о происхождении углеводородов в этом районе необходимы дополнительные исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российской научного фонда № 14-27-00114 и гос. задания 0149-2014-0038 «Геолого-геохимические исследования природных и антропогенных процессов в воде, взвесях и донных осадках морских акваторий, в том числе в окраинных районах Мирового океана».

ЛИТЕРАТУРА

- Иванов А.Ю., Терлеева Н.В. Аварии на морских нефтепромыслах и объектах НГК и их мониторинг из космоса // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2015. – № 10. – С. 5–12.
- Немировская И.А. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). – М.: Научный мир, 2013. – 432 с.
- Немировская И.А. Углеводороды в воде и донных осадках в районе постоянного нефтяного загрязнения // Геохимия. – 2007. – № 7. – С. 704–717.
- Немировская И.А., Островская Е.В., Алексеев А.Г. Происхождение углеводородов в донных осадках Северного Каспия // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2015. – № 12. – С. 17–22.
- О характере и причинах возникновения мелкомасштабных пленочных сликов в Северном Каспии, обнаруженных по данным спутникового радиолокационного мониторинга / А.Ю. Иванов [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2014. – № 12. – С. 17–22.
- Патин С.А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы. – М.: ВНИРО, 2008. – 507 с.
- Проблема идентификации пленочных загрязнений в Каспийском море / Е.В. Островская [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2014. – № 12. – С. 13–16.
- Соколова М.Н., Гричук Д.Г. Исследование загрязнения органическими веществами донных отложений Северного Каспия // Вестник МГУ, сер. Географическая. – 2006. – № 6. – С. 16–23.
- Углеводородное загрязнение северо-западной части Каспийского моря / Е.В. Островская [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 137–148.
- Устьевые экосистемы крупных рек России: Антропогенная нагрузка и экологическое состояние / В.А. Брызгало [и др.]. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2015. – 164 с.
- Характеристика углеводородного загрязнения экосистемы Азовского моря в пределах лицензионного участка ООО «НК «Приазовнефть» / Л.Ф. Павленко [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2015. – № 11. – С. 36–47.
- Al-Hejije M.M., Hussain N.A., Al-Saad H.T. Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) n-alkanes and Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in water of Shatt Al-Arab River – part 1 // Global J. of Biology Agriculture and Health Sciences. – 2015. – Vol. 4 (1). – P. 88–94.
- Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments / I. Tolosa [et al.] // Mar. Pol. Bul. – 2004. – Vol. 48. – P. 44–60.
- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). Persistent organic pollution in the Arctic. Chapter 4. – Oslo: AMAP, 2007. – 87 p.
- Caspian Environment Programme. Transboundary diagnostic analysis. CEP I Phase. 2002. URL: <http://projects.inweh.unu.edu/inweh/report.php?ListType=ProjectDocumentAjax&ID=37>.
- Distribution of petroleum hydrocarbon in sediment from coastal area receiving industrial effluents in Kuwait" / M.U. Beg [et al.] // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2003. – Vol. 54. – P. 47–55.
- Distribution of total petroleum hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in Musa Bay sediments (Northwest of

- the Persian Gulf) / G.M. Tehrani [et al.] // Environmental Protection Engineering. – Vol. 39 (1). – P. 116–128.
- Enrichment and partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons in the sea surface microlayer and subsurface water along the coast of Xiamen Island China / M.L. Ya [et al.] // Marine Pollution Bulletin. – 2015. – Vol. 78 (12). – P. 110–117.
 - Nemirovskaya I.A. Distribution of hydrocarbons in particulate matter and bottom sediments of the Volga delta // GeoJournal. – 2010. – № 4. – P. 32–45.
 - Ololade I.A., Lajide L., Amoo I.A. Spatial trends of petroleum hydrocarbons in water and sediments // Central European J. of Chemistry. – 2009. – Vol. 7 (1). – P. 83–89.
 - PAHs in Seawater of the Semi-Closed Areas along the Alexandria Coast of Egyptian Mediterranean Sea / M. Shreadah [et al.] // J. of Environmental Protection. – 2013. – Vol. 4 (11). – P. 1307–1317.
 - Pollution assessment and source identifications of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of the Yellow River Delta, a newly born wetland in China / Z. Yang [et al.] // Environmental Monitoring and Assessment. – 2009. – Vol. 158. – P. 561–571.
 - Polyaromatic hydrocarbons (PAHs) in the Barents Sea sediment: Small changes over the recent 10 years / S. Dahle [et al.] // Marine Biology Research. – 2009. – Vol. 5 (1). – P. 101–108.
 - Spatial distribution sources and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater from Yangpu Bay China / P. Li [et al.] // Marine Pollution Bulletin. – 2015. – Vol. 93. – P. 53–60.
 - Source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of the Bohai Sea, China / N.J. Hu [et al.] // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. – 2013. – Vol. 20 (2). – P. 1031–1040.

LITERATURA

- Ivanov A.Yu., Terleeva N.V. Avarii na morskikh neftepromyslakh i ob"ektakh NGK i ikh monitoring iz kosmosa // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIOENG», 2015. – № 10. – S. 5–12.
- Nemirovskaya I.A. Neft' v okeane (zagryaznenie i prirodnye potoki). – M.: Nauchnyy mir, 2013. – 432 s.
- Nemirovskaya I.A. Uglevodorody v vode i donnykh osadkakh v rayone postoyannogo neftyanogo zagryazneniya // Geokhimiya. – 2007. – № 7. – S. 704–717.
- Nemirovskaya I.A., Ostrovskaya E.V., Alekseev A.G. Proiskhozhdenie uglevodorodov v donnykh osadkakh Severnogo Kaspiya // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIOENG», 2015. – № 12. – S. 17–22.
- O kharaktere i prichinakh vozniknoveniya melkomasshtabnykh plenochnykh slikov v Severnom Kaspii, obnaruzhennykh po dannym sputnikovogo radiolokatsionnogo monitoringa / A.Yu. Ivanov [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIOENG», 2014. – № 12. – S. 17–22.
- Patin S.A. Neftyanye razlivy i ikh vozdeystvie na morskuyu sredu i bioresursy. – M.: VNIRO, 2008. – 507 s.
- Problema identifikatsii plenochnykh zagryazneniy v Kaspiyskom more / E.V. Ostrovskaya [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIOENG», 2014. – № 12. – S. 13–16.
- Sokolova M.N., Grichuk D.G. Issledovanie zagryazneniya organicheskimi veshchestvami donnykh otlozheniy Severnogo Kaspiya // Vestnik MGU, ser. Geograficheskaya. – 2006. – № 6. – S. 16–23.
- Uglevodorodnoe zagryaznenie severo-zapadnoy chasti

- Kaspinskogo morya / E.V. Ostrovskaya [i dr.] // Yug Rossii: ekologiya, razvitiye. – 2016. – T. 11, № 1. – C. 137–148.*
10. *Ust'evye ekosistemy krupnykh rek Rossii: Antropogennaya nagruzka i ekologicheskoe sostoyanie / V.A. Bryzgalo [i dr.]. – Rostov-na-Donu: Izd. Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2015. – 164 s.*
11. *Kharakteristika uglevodorodnogo zagryazneniya ekosistemy Azovskogo morya v predelakh litsenzionnogo uchastka OOO «NK «Priazovneft» / L.F. Pavlenko [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIIOENG», 2015. – № 11. – S. 36–47.*
12. *Al-Hejuje M.M., Hussain N.A., Al-Saad H.T. Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) n-alkanes and Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in water of Shatt Al-Arab River – part 1 // Global J. of Biology Agriculture and Health Sciences. – 2015. – Vol. 4 (1). – P. 88–94.*
13. *Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments / I. Tolosa [et al.] // Mar. Pol. Bul. – 2004. – Vol. 48. – P. 44–60.*
14. *AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). Persistent organic pollution in the Arctic. Chapter 4. – Oslo: AMAP, 2007. – 87 p.*
15. *Caspian Environment Programme. Transboundary diagnostic analysis. CEP I Phase. 2002. URL: <http://projects.inweh.unu.edu/inweh/report.php?ListType=ProjectDocumentAjax&ID=37>.*
16. *Distribution of petroleum hydrocarbon in sediment from coastal area receiving industrial effluents in Kuwait / M.U. Beg [et al.] // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2003. – Vol. 54. – P. 47–55.*
17. *Distribution of total petroleum hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbons in Musa Bay sediments (Northwest of the Persian Gulf) / G.M. Tehrani [et al.] // Environmental Protection Engineering. – Vol. 39 (1). – P. 116–128.*
18. *Enrichment and partitioning of polycyclic aromatic hydrocarbons in the sea surface microlayer and subsurface water along the coast of Xiamen Island China / M.L. Ya [et al.] // Marine Pollution Bulletin. – 2015. – Vol. 78 (12). – P. 110–117.*
19. *Nemirovskaya I.A. Distribution of hydrocarbons in particulate matter and bottom sediments of the Volga delta // GeoJournal. – 2010. – № 4. – P. 32–45.*
20. *Ololade I.A., Lajide L., Amoo I.A. Spatial trends of petroleum hydrocarbons in water and sediments // Central European J. of Chemistry. – 2009. – Vol. 7 (1). – P. 83–89.*
21. *PAHs in Seawater of the Semi-Closed Areas along the Alexandria Coast of Egyptian Mediterranean Sea / M. Shreadah [et al.] // J. of Environmental Protection. – 2013. – Vol. 4 (11). – P. 1307–1317.*
22. *Pollution assessment and source identifications of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of the Yellow River Delta, a newly born wetland in China / Z. Yang [et al.] // Environmental Monitoring and Assessment. – 2009. – Vol. 158. – P. 561–571.*
23. *Polyaromatic hydrocarbons (PAHs) in the Barents Sea sediment: Small changes over the recent 10 years / S. Dahle [et al.] // Marine Biology Research. – 2009. – Vol. 5 (1). – P. 101–108.*
24. *Spatial distribution sources and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater from Yangpu Bay China / P. Li [et al.] // Marine Pollution Bulletin. – 2015. – Vol. 93. – P. 53–60.*
25. *Source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of the Bohai Sea, China / N.J. Hu [et al.] // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. – 2013. – Vol. 20 (2). – P. 1031–1040.*

УДК 504.054:504.453

КАЧЕСТВО ВОДНОЙ СРЕДЫ ВОДОТОКОВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ В РАЙОНЕ ЦЕНТРАЛЬНО-АСТРАХАНСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.Н. Колокольцев, Е.В. Островская, Е.В. Колмыков

Лицензионные соглашения по недропользованию в обязательном порядке включают требования по изучению и прогнозированию воздействий разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, в том числе нефти и газа, на компоненты окружающей среды. Такое воздействие может выражаться в нарушении природного ландшафта территории, изменении режима поверхностных и подземных вод, загрязнении атмосферного воздуха, почв и водных объектов, выведене из хозяйственного оборота или снижении продуктивности плодородных земель и т. д. [13, 15, 16].

Целью данной статьи является оценка состояния и уровня загрязнения водных объектов, расположенных в районе Центрально-Астраханского газоконденсатного месторождения (лицензионный участок «Пойменный» ООО «ЛУКОЙЛ-Приморенефтегаз»), перед началом эксплуатационных работ.

Для анализа были использованы материалы производственного экологического мониторинга водных объектов, проведенного на территории Центрально-Астраханского газоконденсатного месторождения (ЦАГКМ) в 2015 г. (рис. 1).

Территория лицензионного участка стала интенсивно осваиваться еще в 50-е гг. XX вв.: первые поисково-разведочные скважины в южной части участка были заложены в 1955 г. За последующие 5 лет здесь было пробурено 13 скважин глубинами от 1224 до 1617 м, которые позднее были ликвидированы (скв. Разночинновские 2–17, скв. Красноярские 1–2).

Последняя скважина советского периода была ликвидирована в 1974 г. Работы на лицензионном участке возобновились в 2002 г., при этом стала осваиваться северная часть участка (скв. Приморская 1, законсервированная в 2005 г.). Новые скважины стали глубже (до

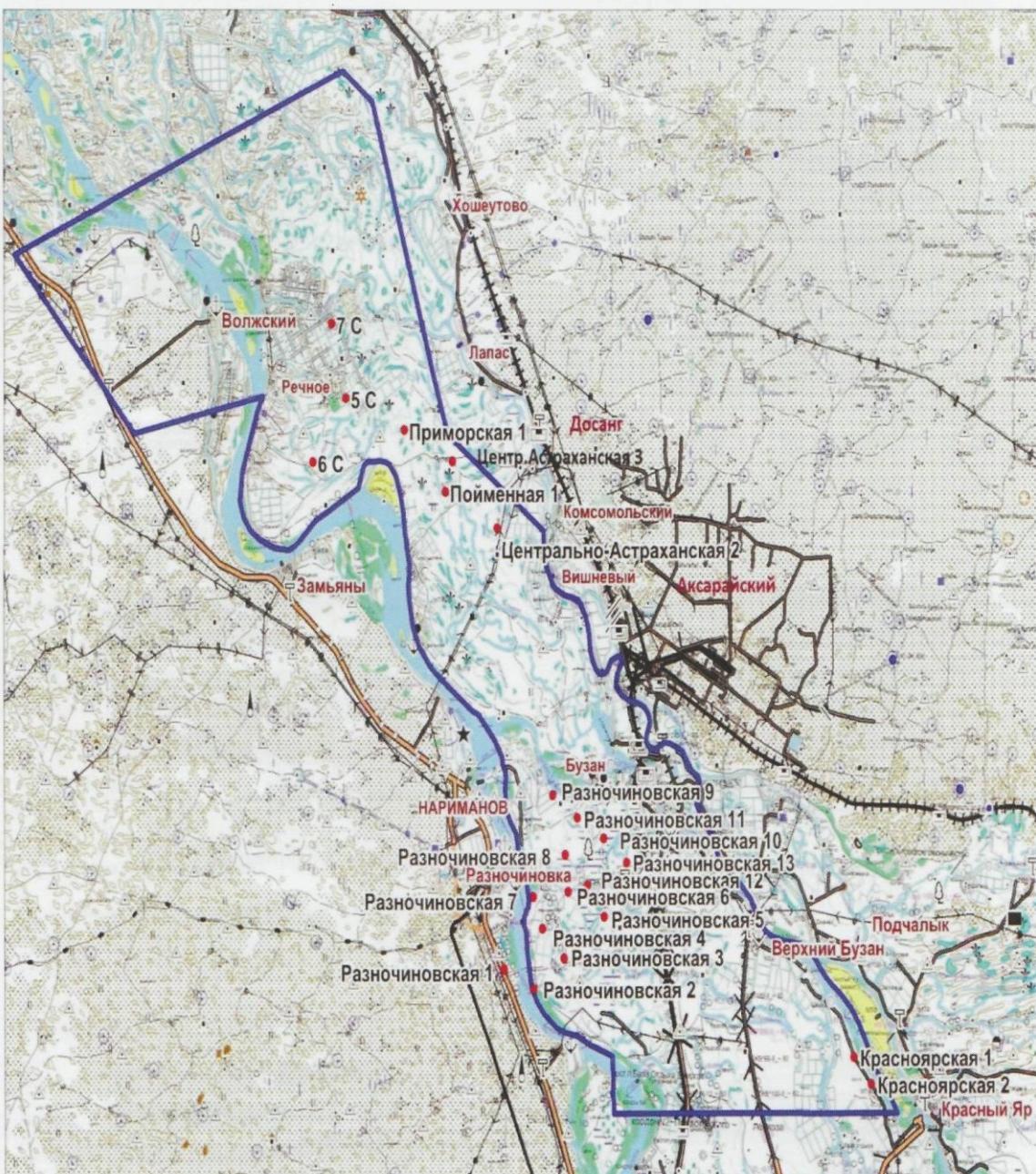


Рис. 1. Центрально-Астраханское газоконденсатное месторождение:

— границы территории ЦАГКМ; ● — места расположения скважин; Замъяны — населенные пункты

4400 м). В 2009 г. были закончены строительство и испытание разведочной скв. ЦАГКМ 2. В 2012 г. закончено строительство разведочной скв. ЦАГКМ 3 и структурной скв. 4С. В 2013 г. были проведены работы по расконсервации, дополнительным испытаниям и повторной консервации скв. Приморской 1, а также завершено строительство структурной скв. 6С. В 2014 г. закончено строительство структурных скв. 5С и 7С. Кроме того, в 2014 г. были проведены работы по капитальному ремонту скв. Разночиновской 11. К настоящему времени все пробуренные скважины ликвидированы, за исключением двух законсервированных — скв. Приморской 1 и скв. ЦАГКМ 2.

Проведенный в 2015 г. производственный экологический мониторинг позволил получить новые данные о состоянии и уровне загрязненности водных объектов на территории месторождения. Хотя в этот период никаких работ здесь не проводилось, было важно получить информацию о состоянии окружающей среды и изменчивости ее компонентов вне воздействия на них производственной деятельности компании.

Материалы и методы исследований

Производственный экологический мониторинг в 2015 г. проводился на четырех водных объектах (см.

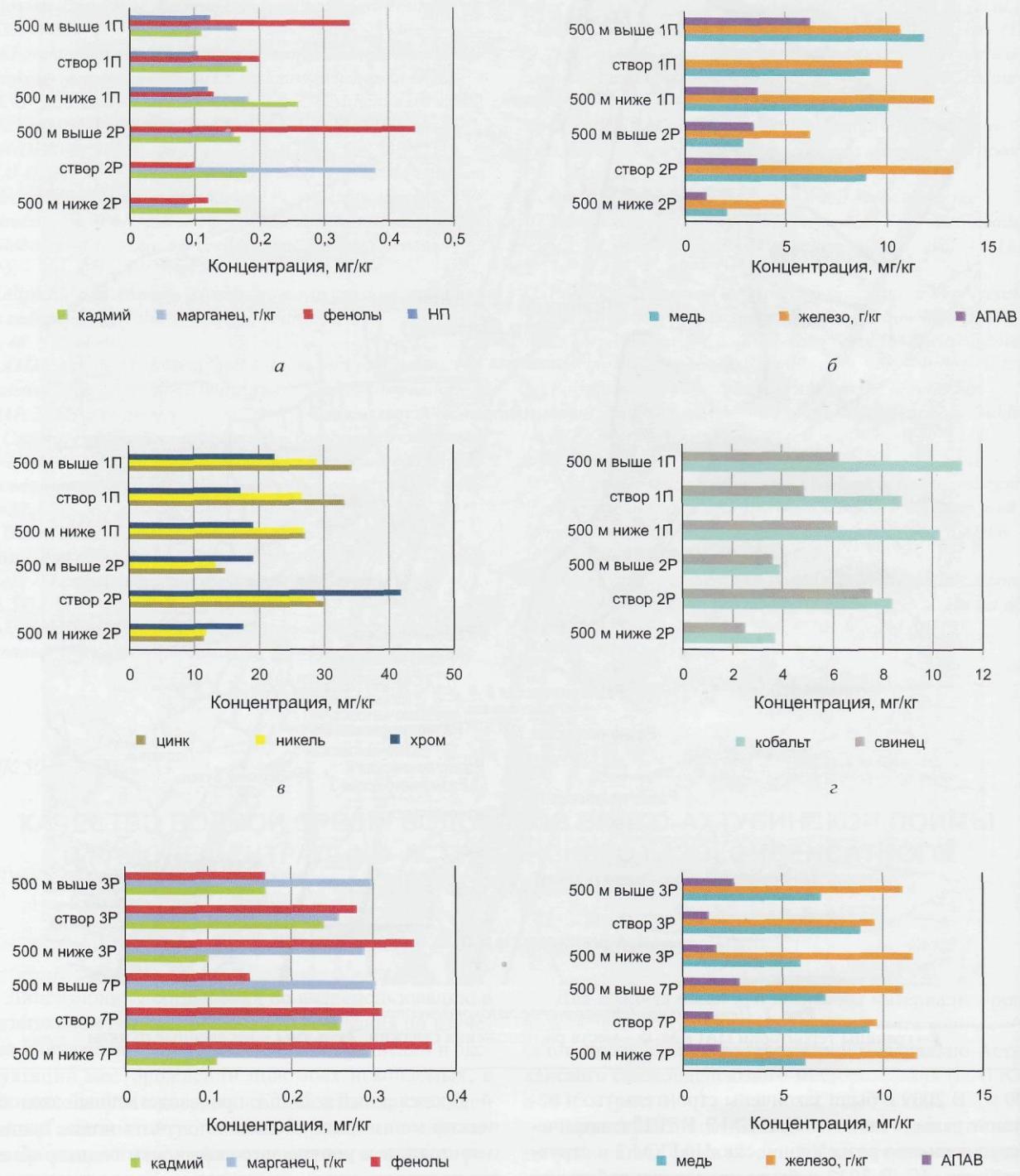
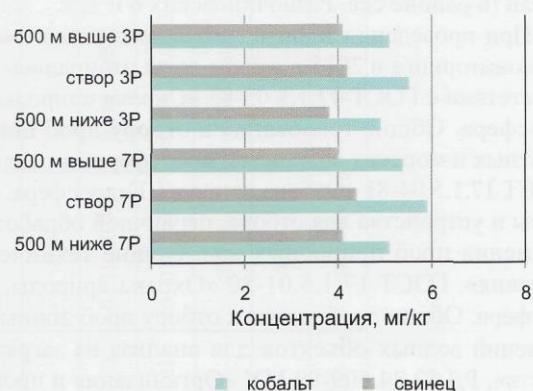


Рис. 2. Концентрации загрязняющих веществ
1П – ерик Чураковский в районе скв. Пойменной 1; 2Р – р. Волга в районе скв. Разночиновской 2 (а–г); 3Р – ерик Самарцев скв. Разночиновской 6; 12Р – ерик Сухой

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



в донных отложениях в 2015 г.:

в районе скв. Разночиновской 3; 7Р – ерик Самарцев в районе скв. Разночиновской 7 (д-з); 6Р – ерик Сухой Бузан в районе Бузан в районе скв. Разночиновской 12 (и-м)

рис. 1): р. Волга (в районе скв. Разночиновской 2), ерик Чураковский (в районе скв. Приморской 1), ерик Самарцев (в районе скв. Разночиновских 3 и 7), ерик Сухой Бузан (в районе скв. Разночиновских 6 и 12).

При проведении производственного экологического мониторинга в 2015 г. пробы воды отбирались в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков», ГОСТ 17.1.5.04-81 «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия», ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность», РД 52.24.609-99 МУ «Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях» и другими нормативными документами. Отбор проб воды осуществлялся, как правило, в створе промплощадки скважин и в 500 м выше и ниже нее.

Для определения состояния и загрязненности водных объектов в пробах воды определяли pH, минерализацию, жесткость, катионно-анионный состав, биологическое потребление кислорода (БПК), бихроматную окисляемость (ХПК), содержание взвешенных веществ, растворенного кислорода, нефтепродуктов (НП), фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), тяжелых металлов (железа, марганца, никеля, хрома, меди, цинка, свинца, кадмия, кобальта).

Результаты исследований и их обсуждение

Следует отметить, что ни одна из скважин ЦАГКМ не располагается вблизи водных объектов или на их берегах. Охрана поверхностных и подземных вод при производственных работах на месторождении осуществлялась в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.3.12-86, ПБ 07-601-03, ВРД 39-1.13-057-2002, СанПиН 2.1.5.980-00, СанПиН 2.1.4.1110-02. Кроме того, используемые технологии проведения производственных работ на скважинах не предусматривали сброс стоков в природные водоемы и на прилегающие территории. При таких условиях прямое и непосредственное воздействие производственных работ на поверхностные воды на территории участка исключено. Поэтому полученные данные экологического мониторинга, как правило, отражают изменения состояния и загрязненности водных объектов природного характера, а также антропогенную нагрузку, не связанную с освоением месторождения.

Характеристика качества вод водных объектов в районе ЦАГКМ

Данные производственного экологического мониторинга подтверждают высказанное в ранее проведенных исследованиях [2, 9, 14] положение о том, что основными загрязняющими веществами в воде водото-

ков Волго-Ахтубинской поймы являются нефтепродукты, фенолы, железо, марганец, медь, а также легко- и трудноокисляемая органика (по БПК и ХПК). По этим показателям в 2015 г. характерно превышение ПДК в поверхностных водах практически всех обследованных водных объектов, расположенных в районе ЦАГКМ, что соответствует общей тенденции (табл. 1). Водородный показатель в этот период менялся от 6,7 до 8,2, будучи минимальным в водах ерика Чураковского и максимальным в водах ерика Сухого Бузана. В водах ерика Чураковского в 2015 г. содержание фенолов достигало 8 ПДК, железа – 2,8 ПДК, меди – 7 ПДК, марганца – 1,5 ПДК. По остальным параметрам превышения ПДК и допустимых уровней не отмечались. В водах р. Волги ПДК были превышены по фенолам (1,1...2,3 ПДК), железу (до 2,1 ПДК), меди (до 2 ПДК), марганцу (1,7...2,3 ПДК). Остальные показатели были в пределах допустимых величин. Вода ерика Самарцева не отвечала требованиям нормативов по фенолам (2,3...5,1 ПДК), железу (1,7...11 ПДК), меди (до 3 ПДК), марганцу (1,6...22 ПДК). Концентрации хрома достигали 1 ПДК, остальные показатели не превышали допустимых величин. В воде ерика Сухого Бузана также отмечались повышенные концентрации фенолов (до 8 ПДК), железа (до 3 ПДК), меди (до 2 ПДК), марганцу (1,2...4,9 ПДК), цинку (до 1,1 ПДК). Остальные показатели были в пределах допустимых величин.

В период наблюдений максимальные концентрации нефтепродуктов, фенолов, меди были обнаружены в водах ерика Чураковского, железа, хрома, марганца – в водах ерика Самарцева, цинка – в водах ерика Сухого Бузана.

Содержание никеля, кадмия, свинца и кобальта не превышало пределов обнаружения аналитического метода во всех четырех обследованных водных объектах.

Ниже аналитического нуля были также концентрации нефтепродуктов в водах ериков Самарцева и Сухого Бузана, АПАВ – в водах р. Волги и ериков Чураковского и Самарцева, хрома – в водах р. Волги, а также ериков Чураковского и Сухого Бузана.

Таким образом, наименее загрязненными по большинству анализируемых показателей в исследуемый период были воды р. Волги. Наиболее загрязненными были воды малопроточных ериков Чураковского и Самарцева.

В целом, уровень загрязнения водных объектов, расположенных в районе ЦАГКМ, не превышает пределов среднемноголетней изменчивости концентраций загрязняющих веществ и имеет те же общие тенденции загрязненности вод Нижней Волги, описанные в работах [2–4, 6, 9, 14].

Состояние донных отложений водных объектов в районе ЦАГКМ

В 2015 г. были также обследованы донные отложения некоторых водных объектов, расположенных в районе ЦАГКМ. Пробы донных осадков отбирали в створе скважин, а также в 500 м выше и ниже по тече-

Таблица 1

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Характеристика качества природных поверхностных вод в районе ЦАГКМ в 2015 г.

Показатель, мг/л	Ерик Чураковский			р. Волга			Ерик Самарцев			Ерик Сухой Бузан			ПДК _{рх} [11]
	На 500 м выше	Створ	На 500 м ниже	На 500 м выше	Створ	На 500 м выше	На 500 м ниже	Створ	На 500 м выше	На 500 м ниже	Створ	На 500 м выше	
Водородный показатель pH*	6,7	6,9	6,8	7,8	7,8	7,8	7,6...7,8	7,9...7,7	7,8...7,9	7,3...8,2	7,5...8,2	7,6...8,2	6,5...8,5
Нефтепродукты	0,0057	<0,005	0,031	0,008	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Фенолы, летучие	0,0049	0,008	0,007	0,0023	0,0011	0,0023...0,0048	0,0032...0,0037	0,0026...0,0051	0,0032...0,0034	0,0027...0,0008	<0,0005...0,0037	0,0001	
АПАВ	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,1
Никель	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01
Железо	0,133	0,16	0,28	0,21	0,030	0,033	0,21	0,17...0,25	0,23...1,10	0,051...0,058	0,040...0,31	0,035...0,055	0,1
Медь	0,007	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001...0,003	0,001...0,002	0,001...0,002	0,002	0,001...0,002	0,001...0,002	0,001
Хром	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01...0,014	<0,01...0,020	<0,01...0,020	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Марганец	0,015	0,013	0,018	0,023	0,017	0,016...0,094	0,017...0,061	0,070...0,22	0,013...0,028	0,021...0,049	0,012...0,021	0,01	
Цинк	0,0034	0,0025	0,0043	0,0056	0,007	0,0067	<0,001...0,008	<0,001...0,0022	0,014...0,0020	<0,001...0,011	<0,001...0,0025	<0,001...0,0063	0,01
Кадмий	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,005
Свинец	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,006
Кобальт	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01

* Безразмерная величина.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

нию. Водные вытяжки из проб донных осадков, обследованных в 2015 г. водотоков, показывали слабощелочную реакцию примерно одинакового уровня рН (7,5...8,0), что в целом характерно для пресноводных водоемов Нижней Волги [3, 14].

Содержание хлоридов колебалось от минимальных значений в осадках ерика Сухого Бузана (0,002...0,004 %) до максимума в ерике Самарцева (0,027...0,041 %). Концентрации сульфат-иона были наибольшими в осадках ерика Чураковского (0,084...0,108 мг/кг), наименьшими – в осадках р. Волги (0,024...0,036 мг/кг).

Нефтепродукты были обнаружены только в илистых, богатых органикой, отложениях ерика Чураковского, где их содержание менялось от 0,105 до 0,125 г/кг. В осадках остальных обследованных водотоков их концентрации не превышали пределов обнаружения аналитического метода. Для сравнения, в донных осадках крупных водотоков Нижней Волги количество нефтепродуктов составляло 0,005...0,038 г/кг [13], а в осадках малопроточных дельтовых водотоков достигало 3,88 г/кг [7].

Как известно [8], в условиях малой проточности нефтепродукты могут накапливаться в осадках в течение многих лет, при этом они могут быть как антропогенного, так и природного происхождения. Например, в осадках в районе Антарктиды, где отсутствует сколько-нибудь значимое техногенное воздействие, за исключением глобального переноса ЗВ атмосферными потоками и океанскими течениями, концентрация нефтепродуктов может достигать 0,1 г/кг [7].

Концентрации летучих фенолов были наибольшими в осадках ерика Сухого Бузана, где они изменялись в широких пределах: от аналитического нуля до 0,74 мг/кг. Осадки других водотоков характеризовались примерно одинаковым уровнем концентраций этих веществ (0,13...0,34 мг/кг в ерике Чураковском, 0,1...0,44 мг/кг в р. Волге и 0,15...0,37 мг/кг в ерике Самарцевом).

Максимальным содержание поверхностно-активных веществ было также в осадках ерика Сухого Бузана.

на (2,9...3,9 мг/кг), наименьшим – в осадках ерика Самарцева (1,3...2,84 мг/кг). В осадках ерика Чураковского в створе скв. Пойменной 1 концентрация АПАВ не превышала пределов обнаружения метода.

Донные отложения ерика Сухого Бузана были наименее загрязнены тяжелыми металлами, за исключением кадмия и хрома. Содержание кадмия было примерно одинаковым для всех обследованных водотоков (0,1...0,26 мг/кг). Наименее загрязненными хромом были отложения ерика Чураковского (17,3...22,5 мг/кг). Более всего железа (10739...12408 мг/кг), меди (9,2...11,9 мг/кг), никеля (26,7...29,0 мг/кг) и кобальта (8,8...11,2 мг/кг) было обнаружено в осадках ерика Чураковского.

Наиболее загрязненными цинком (31,9...34,0 мг/кг) и марганцем (259...302 мг/кг) были осадки ерика Самарцева, а хромом (19,9...32,3 мг/кг) – осадки ерика Сухого Бузана, хотя максимум концентрации последних двух металлов отмечался в единичной пробе осадка р. Волги (380 мг/кг для марганца и 41,9 мг/кг для хрома).

Содержание металлов в донных отложениях было примерно на уровне среднемноголетних фоновых величин для Астраханской обл. или даже ниже (табл. 2).

В 2015 г. в донных отложениях также измерялось содержание наиболее токсичного из полиароматических углеводородов бенз(а)пирена (табл. 3). В донных осадках р. Волги и ерика Сухого Бузана его содержание не превышало пределов обнаружения аналитического метода. В осадках ерика Чураковского его концентрации составляли 0,006...0,041 мг/кг, а в осадках ерика Самарцева – 0,005...0,065 мг/кг. Для сравнения, средние концентрации полиарена в донных осадках фоновых (с низкой антропогенной нагрузкой) районов России находятся на уровне 0,001...0,005 мг/кг [12].

Поскольку в России пока нет собственных стандартов качества донных отложений, оценка степени загрязненности осадков обследованных водотоков выполняется в соответствии с рекомендациями СП 11-102-97 на основе соответствия уровней содержания за-

Таблица 2

Содержание металлов в донных отложениях Нижней Волги, мг/кг

Показатель	Концентрация в осадках водотоков, 2015 г. (данное исследование)	Среднемноголетние значения, 1997–2010 гг. [2]	Фон для Астраханской обл. [1]	Региональный геохимический фон [5]
Железо	4978...13251	14010...29280	–	–
Марганец	90...380	303...837	630	430
Медь	2,1...11,9	16,1...25,1	30	32
Цинк	11,4...34,4	22,6...61,8	40	50
Кадмий	0,1...0,26	0,02...4,31*	–	–
Свинец	2,5...7,6	8,5...20,2	18	13
Никель	11,9...29,0	23,5...46,4	17	39
Кобальт	3,5...11,2	3,4...13,5	3,4	12
Хром	17,3...41,9	76...128	–	132

* Измеренные концентрации в 1997–1998 гг.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Таблица 3

Оценка уровня загрязненности донных отложений водотоков в районе ЦАГКМ по критериям голландских нормативов качества

Показатель	Концентрация в осадках водотоков, мг/кг	Критерии экологической оценки (СП 11-102-97)	
		Допустимый уровень, мг/кг	Уровень, требующий вмешательства, мг/кг
Бенз(а)пирен	<0,005...0,065	0,025	—
Нефтепродукты	<50...125	50	5000
Медь	2,1...11,9	35	190
Цинк	11,4...34,4	140	720
Кадмий	0,1...0,26	0,8	12
Свинец	2,5...7,6	85	530
Никель	11,9...29,0	35	210
Кобальт	3,5...11,2	20	240
Хром	17,3...41,9	100	380

грязняющих веществ критериям для экологической оценки загрязненности грунтов, по Neue Niederländische Liste. Altlasten Spektrum 3/95 («Голландские листы»). В табл. 3 приведены концентрации загрязняющих веществ в сравнении с допустимыми и требующими вмешательства значениями критериев «Голландских листов» (цит. по СП 11-102-97).

По данным табл. 3 содержание тяжелых металлов в донных осадках водотоков, обследованных в 2015 г., значительно ниже допустимых уровней голландских нормативов качества. Концентрации бенз(а)пирена превышают допустимые в единичных пробах илистых осадков ериков Чураковского и Самарцева, а нефтепродуктов – в ерике Чураковском. Как известно, бенз(а)пирен – это полиарен пирогенного происхождения, образующийся при сгорании топлива или сырой нефти [12]. Ю.И. Пиковский [10] указывает, что повышенные концентрации этого полиарена, как и некоторых других ПАУ, в осадочной толще обычно приурочены к местам нефтегазовых залежей, каковым, собственно, и является ЦАГКМ.

В донных отложениях, пробы которых были отобраны в створах скважин и ниже, как правило, концентрации загрязняющих веществ были примерно на том же уровне, что и в фоновых пробах, отобранных выше скважин по течению водотоков, а в некоторых случаях – даже ниже фоновых (рис. 2). Нарушение этой тенденции наблюдается только для фенолов в осадках ерика Самарцева (скв. Разночиновские 3 и 7), бенз(а)пирена – в осадках всех трех обследованных ериков, где их содержание ниже по течению растет по сравнению с фоновым. В остальных случаях разница в концентрациях столь незначительна, что, скорее всего, объясняется погрешностью измерения, или статистически незначима.

Принимая во внимание, что в 2015 г. никаких производственных работ на скважинах не проводилось, уровень загрязнения донных отложений ериков можно

считать результатом депонирования в них загрязняющих веществ в предшествующий период времени, в силу их слабой проточности. Для р. Волги, имеющей повышенные скорости течения в период половодья, это, скорее всего, результат воздействия транзитного стока и осаждения части ЗВ с водосбора в послепаводковый период.

Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что качество поверхностных вод обследованных водных объектов, расположенных в районе ЦАГКМ, в 2015 г. не выходило за рамки среднемноголетних значений, сложившихся в последние годы для водоемов Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги [2, 4, 6, 9, 14].

Повышенные водородный показатель, содержание фенолов, легкоокисляемых веществ и некоторых металлов, которые отмечались в период экологического мониторинга, скорее всего, являются следствием зарастания и обсыхания водоемов поймы в летне-осенний период, в который, как правило, проводился отбор проб воды, но в целом, объясняются общим уровнем загрязнения вод Нижней Волги. Например, последние исследования Гидрохимического института (ГХИ) показывают, что в водах р. Волги в вершине ее дельты в отдельных случаях содержание нефтепродуктов достигало 3,7 мг/л (74 ПДК), фенолов – 0,024 мг/л (24 ПДК), соединений меди – 0,049 мг/л (49 ПДК), цинка – 0,244 мг/л (24,4 ПДК), а соединения железа в период 1980–2012 гг. даже в минимальных концентрациях были на уровне ПДК, при этом максимум отмечался на уровне 1,37 мг/л (13,7 ПДК) [6]. Эти цифры дают представление о качестве вод, поступающих в Волго-Ахтубинскую пойму с транзитным стоком из ее бассейна.

Таким образом, результаты экологического мониторинга показывают высокую эффективность предпринимаемых ООО «ЛУКОЙЛ-Приморьеенефтегаз» мер по снижению негативного воздействия производственных работ на окружающую среду, их соответствие требованиям действующего природоохранного законодательства, проектным решениям. Результаты исследований, полученные в 2015 г., будут использованы для оценки изменений состояния окружающей среды на территории Центрально-Астраханского газоконденсатного месторождения в период его обустройства и эксплуатации, а также для разработки и своевременной корректировки природоохранных мероприятий компаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов И.А. Экологическое зонирование: научно-методические приемы. Астраханская область. – М.: Изд. группы URSS, 2005. – 176 с.
2. Бреходских В.Ф., Волкова З.В., Монахов С.К. Многолетние изменения содержания загрязняющих веществ в воде Нижней Волги и дельты реки / Проблемы качества вод Нижней Волги и Северного Каспия (под ред. В.Ф. Бреходских, Е.В. Ос-

- тровской). – М.: Типография Россельхозакадемии, 2013. – С. 33–47.
3. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Островская Е.В. Особенности накопления загрязняющих веществ в донных отложениях Нижней Волги // Природно-ресурсные, экологические и социально-экономические проблемы окружающей среды в крупных речных бассейнах. – М.: Медиа-Пресс, 2005. – С. 109–119.
4. Волкова З.В. Оценка состояния загрязненности Нижней Волги и ее дельты с использованием комплексных показателей // Проблемы качества вод Нижней Волги и Северного Каспия (под ред. В.Ф. Бреховских, Е.В. Островской). – М.: Типография Россельхозакадемии, 2013. – С. 47–51.
5. Геохимические особенности аквальных ландшафтов дельты Волги / М.Ю. Лычагин [и др.] // Изв. РАН, Серия геогр. – 2011. – № 1. – С. 100–113.
6. Гидроэкология: Тяжелые металлы в водах реки Волга / А.Г. Kocharyan [и др.] // Инженерная экология. – 2009. – № 1. – С. 4–13.
7. Немировская И.А., Бреховских В.Ф. Углеводороды донных осадков маргинального фильтра Волги // Докл. РАН. – 2006. – Т. 406, № 3. – С. 364–369.
8. Никаноров А.М., Страдомская А.Г. Проблемы нефтяного загрязнения пресноводных экосистем. – Ростов-на-Дону: «НОК». – 2008. – 222 с.
9. Об особенностях режима формирования качества вод Нижней Волги / В.Ф. Бреховских [и др.] // Вода: химия и экология. – 2015. – № 2. – С. 17–24.
10. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1993. – 208 с.
11. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 г. Москва «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». Опубликован 5 марта 2010 г. в «РГ» – Федеральный выпуск № 5125.
12. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полизициклических ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 224 с.
13. Тяжелые металлы в донных отложениях Верхней и Нижней Волги / В.Ф. Бреховских [и др.] // Водные ресурсы. – 2002. – Т. 29, № 5. – С. 587–595.
14. Устьевые экосистемы крупных рек России: Антропогенная нагрузка и экологическое состояние / В.А. Брызгало [и др.]. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2015. – 164 с.
15. Contamination of soils and groundwater by petroleum hydrocarbons and volatile organic compounds – Case study: ELSLAV BRNO / F. Konečný [et al.] // Bulletin of Geosciences. – 2003. – Vol. 78, No. 3. – P. 225–239.
16. Williams Sh.D., Ladd D.E., Farmer J.J. Fate and Transport of Petroleum Hydrocarbons in Soil and Ground Water at Big South Fork National River and Recreation Area, Tennessee and Kentucky, 2002–2003. – U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005–5104. Reston (USA): 2006. – 29 p.
2. Brekhovskikh V.F., Volkova Z.V., Monakhov S.K. Mnogoletnie izmeneniya soderzhaniya zagryaznyayushchikh veshchestv v vode Nizhney Volgi i del'ty reki / Problemy kachestva vod Nizhney Volgi i Severnogo Kaspiya (pod red. V.F. Brekhovskikh, E.V. Ostrovskoy). – M.: Tipografiya Rossel'khozakademii, 2013. – S. 33–47.
3. Brekhovskikh V.F., Volkova Z.V., Ostrovskaya E.V. Osobennosti nakopleniya zagryaznyayushchikh veshchestv v donnykh otlozheniyakh Nizhney Volgi // Prirodno-resursnye, ekologicheskie i sotsial'no-ekonomicheskie problemy okrughayushchey sredy v krupnykh rechnykh basseynakh. – M.: Media-Press, 2005. – S. 109–119.
4. Volkova Z.V. Otsenka sostoyaniya zagryaznennosti Nizhney Volgi i ee del'ty s ispol'zovaniem kompleksnykh pokazateley // Problemy kachestva vod Nizhney Volgi i Severnogo Kaspiya (pod red. V.F. Brekhovskikh, E.V. Ostrovskoy). – M.: Tipografiya Rossel'khozakademii, 2013. – S. 47–51.
5. Geokhimicheskie osobennosti akval'nykh landshaftov del'ty Volgi / M.Yu. Lychagin [i dr.] // Izv. RAN, Seriya geogr. – 2011. – № 1. – S. 100–113.
6. Gidroekologiya: Tyazhelye metally v vodakh reki Volga / A.G. Kocharyan [i dr.] // Inzhenernaya ekologiya. – 2009. – № 1. – S. 4–13.
7. Nemirovskaya I.A., Brekhovskikh V.F. Uglevodorody donnykh osadkov marginal'nogo fil'tra Volgi // Dokl. RAN. – 2006. – Т. 406, № 3. – С. 364–369.
8. Nikanorov A.M., Stradomskaya A.G. Problemy neftyanogo zagryazneniya presnovodnykh ekosistem. – Rostov-na-Donu: «НОК». – 2008. – 222 s.
9. Ob osobennostyakh rezhima formirovaniya kachestva vod Nizhney Volgi / V.F. Brekhovskikh [i dr.] // Voda: khimiya i ekologiya. – 2015. – № 2. – S. 17–24.
10. Pikovskiy Yu.I. Prirodnye i tekhnogennye potoki uglevodorodov v okrughayushchey srede. – M.: Izd-vo Moskovskogo un-ta, 1993. – 208 s.
11. Prikaz Federal'nogo agentstva po rybolovstvu ot 18 yanvarya 2010 g. № 20 g. Moscow «Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnykh ob'ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob'ektov rybokhozyaystvennogo znacheniya». Opublikovan 5 marta 2010 g. v «RG» – Federal'nyy vypusk № 5125.
12. Rovinskiy F.Ya., Teplitskaya T.A., Alekseeva T.A. Fonovyy monitoring politziklicheskikh aromaticheskikh uglevodorodov. – L.: Gidrometeoizdat, 1988. – 224 s.
13. Tyazhelye metally v donnykh otlozheniyakh Verkhney i Nizhney Volgi / V.F. Brekhovskikh [i dr.] // Vodnye resursy. – 2002. – Т. 29, № 5. – С. 587–595.
14. Ust'veye ekosistemy krupnykh rek Rossii: Antropogenmaya nagruzka i ekologicheskoe sostoyanie / V.A. Bryzgalo [i dr.]. – Rostov-na-Donu: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2015. – 164 s.
15. Contamination of soils and groundwater by petroleum hydrocarbons and volatile organic compounds – Case study: ELSLAV BRNO / F. Konečný [et al.] // Bulletin of Geosciences. – 2003. – Vol. 78, No. 3. – P. 225–239.
16. Williams Sh.D., Ladd D.E., Farmer J.J. Fate and Transport of Petroleum Hydrocarbons in Soil and Ground Water at Big South Fork National River and Recreation Area, Tennessee and Kentucky, 2002–2003. – U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005–5104. Reston (USA): 2006. – 29 p.

LITERATURA

1. Bogdanov N.A. Ekologicheskoe zonirovaniye: nauchno-metodicheskie priemy. Astrakhanskaya oblast'. – M.: Izd. gruppa URSS, 2005. – 176 s.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ им. Ю. КОРЧАГИНА В 2014 году

А.В. Кузин, О.И. Бакун, В.Б. Ушивцев, Г.А. Монахова, Р.И. Умербаева, Л.Ф. Непоменко

Производственный экологический мониторинг (ПЭМ) в районах поиска, разведки и добычи углеводородного сырья, организуется для выявления и оценки изменений состояния окружающей среды, связанных с воздействием нефтегазодобывающей деятельности [2, 5, 7, 10, 11]. Безусловно, ПЭМ является одним из важных инструментов экологической политики, а его результаты во многом определяют дальнейшую судьбу проектов, реализуемых как в России, так и за рубежом [6, 8].

Программа производственного экологического мониторинга ОАО «ЛУКОЙЛ» в северной части Каспийского моря была утверждена в 2002 г. [4], дав старт его осуществлению в российском секторе недропользования (РСНП) Каспийского моря. С тех пор компанией накоплен огромный опыт в данной области, преодоле-

ны противоречия в нормативно-правовой базе, а программы ПЭМ регулярно совершенствуются. При этом особое внимание компания уделяет освещению полученных результатов в научных публикациях и средствах массовой информации.

Целью данной работы является обобщение результатов производственного экологического мониторинга, выполненного в 2014 г. в районе месторождения им. Ю. Корчагина по заказу ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть».

Материалы и методы исследований

Производственный экологический мониторинг в районе месторождения им. Ю. Корчагина, расположенного в Северном Каспии на границе РСНП, осуществлялся

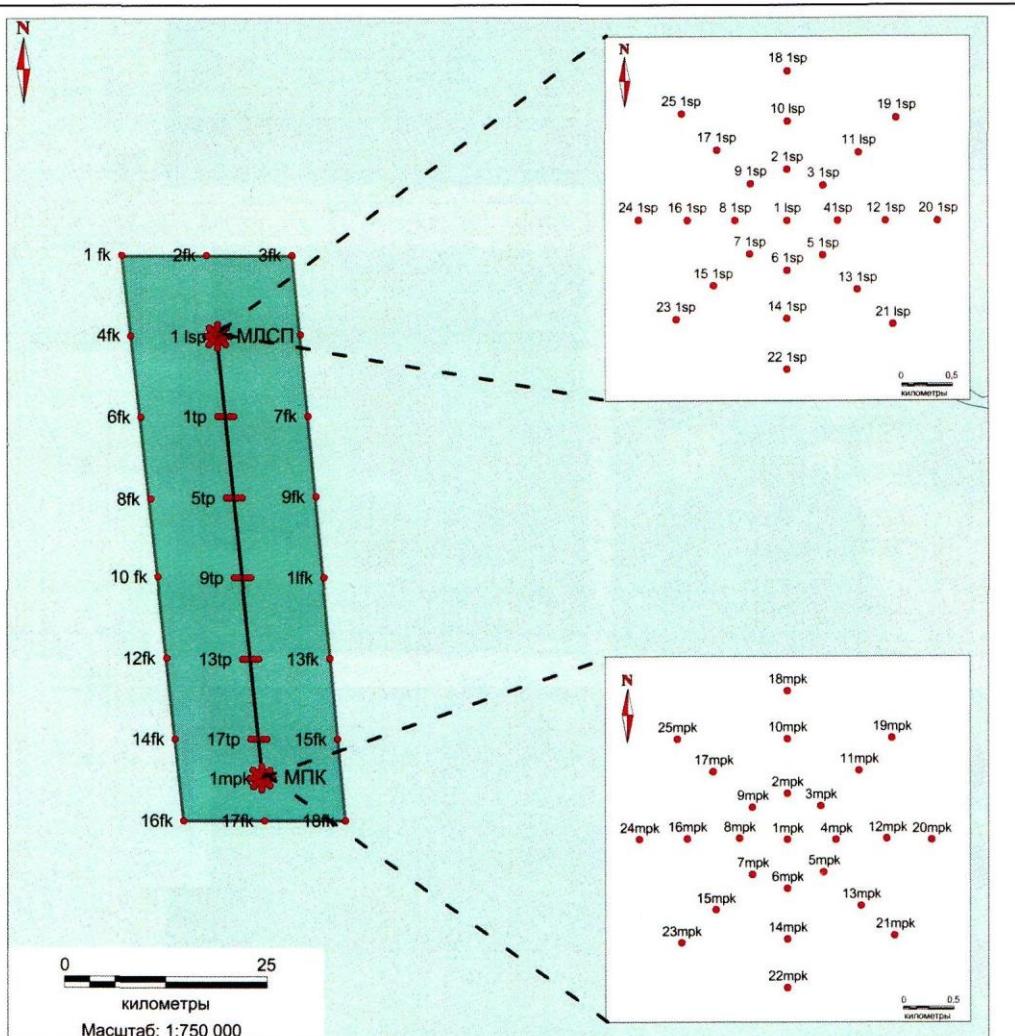
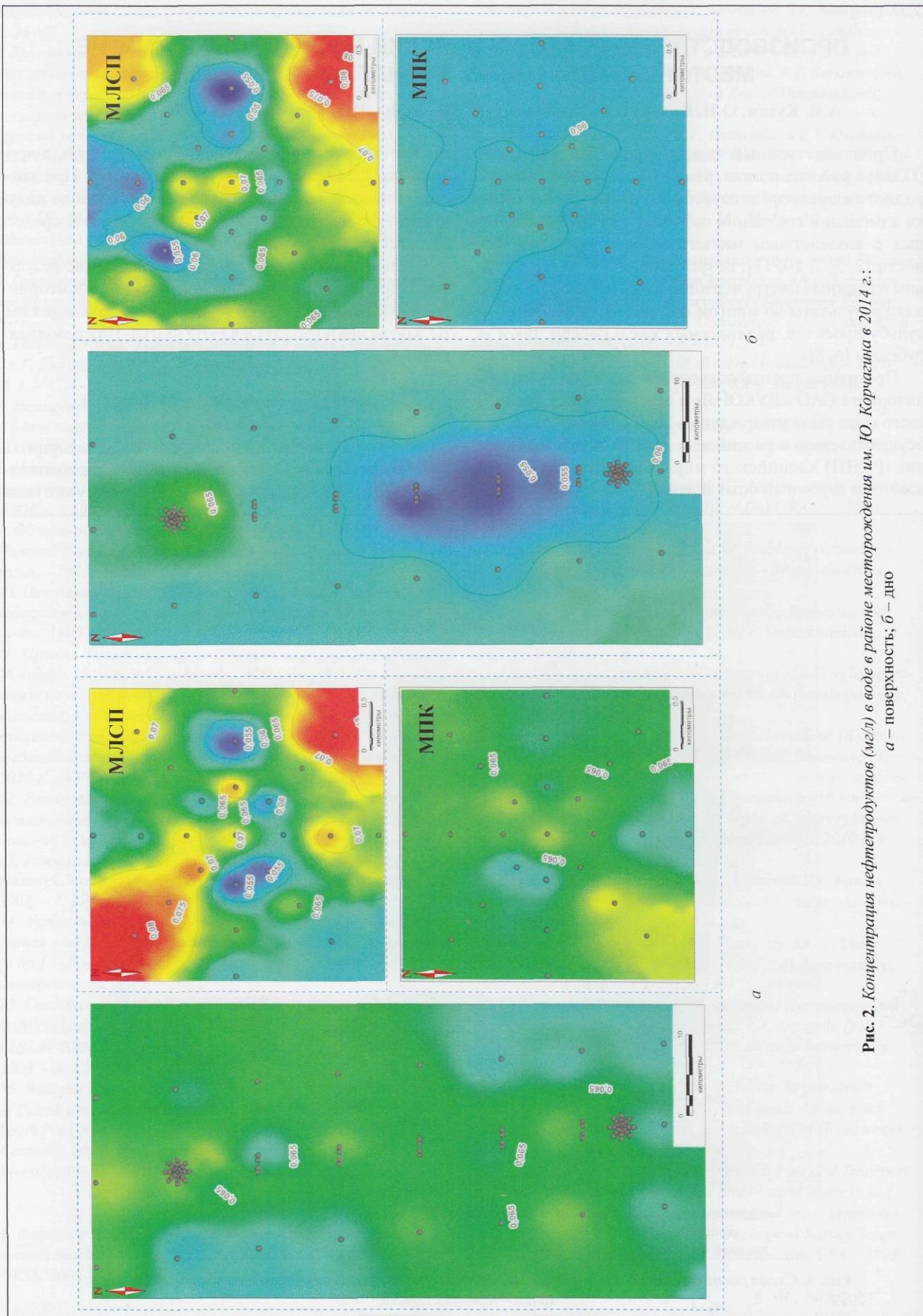


Рис. 1. Схема расположения исследовательских полигонов в районе месторождения им. Ю. Корчагина:
точки – номера станций



ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

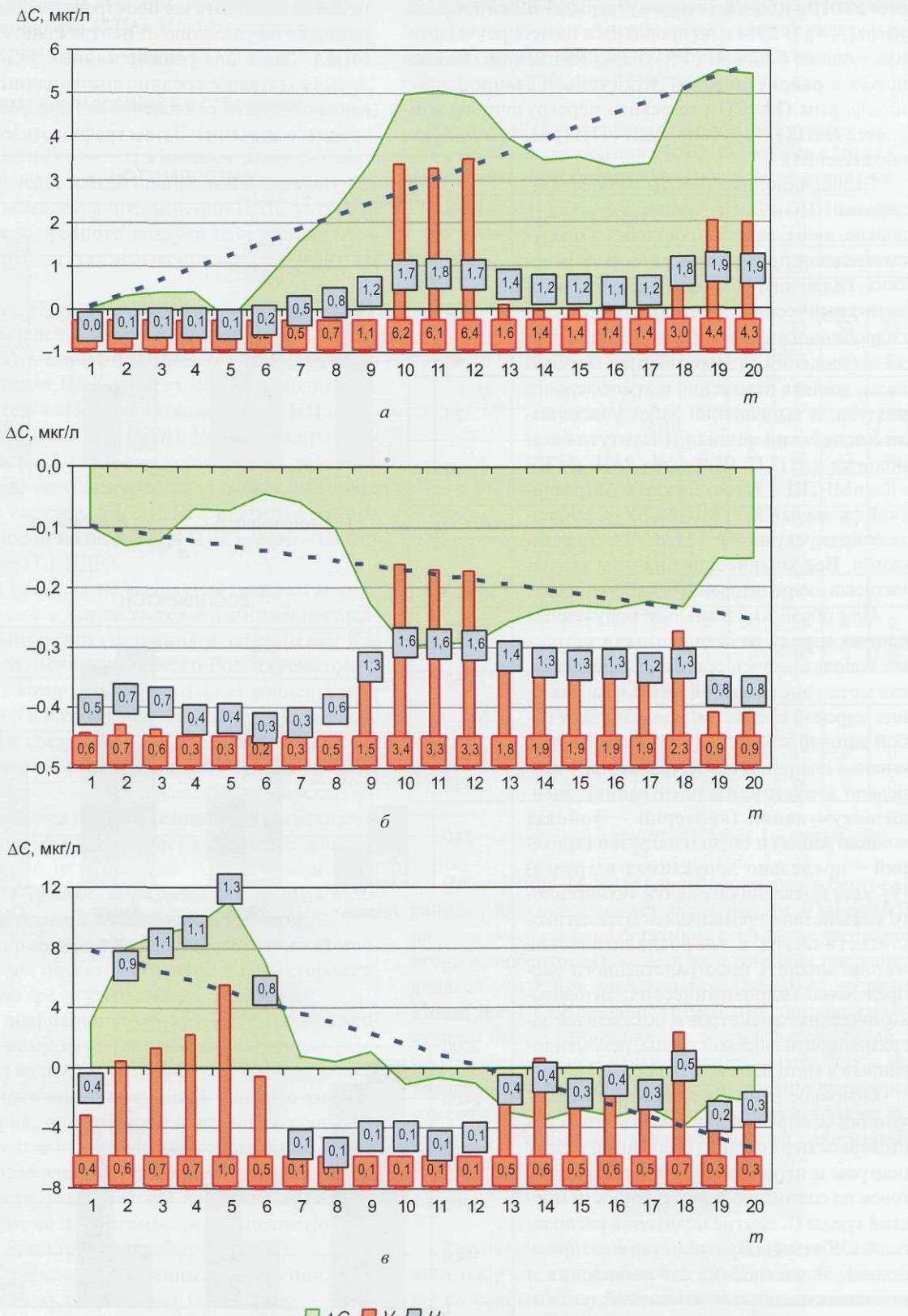


Рис. 3. Результаты анализа (апрель) пространственных рядов концентрации железа (а), кадмия (б) и марганца (в) в поверхностном слое воды, ранжированных по расстоянию от МПК и сглаженных скользящей средней:
 ΔC – отклонение скользящего среднего значения от первого (центрального) среднего значения; H_s – индекс значимости отклонения; V – индекс достоверности отклонения; пунктирная линия – тренд ΔC ; m – шаг сглаживания (интервал сглаживания $n = 5$)

ется с 2010 г. в соответствии с утвержденными программами [3, 4]. В 2014 г. он проводился на четырех полигонах – одном фоновом (ФК) и трех импактных, находящихся в районе морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП), морского перегрузочного комплекса (МПК) и трубопровода (ТП) (рис. 1, латинские обозначения).

Экспедиционные работы осуществлялись на НИС «Тантал» в четыре этапа (в апреле, июне, августе и октябре) и предусматривали проведение метеорологических, гидролого-гидрохимических, литолого-химических, токсикологических и гидробиологических наблюдений, а также наблюдений за загрязнением морской воды, донных отложений и атмосферного воздуха. В выполнении работ участвовали Каспийский филиал Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, ФГБУ «КаспМНИЦ», Дагестанский и Астраханский филиалы СК УГМС, ФГБУ «СевКасптехмордирекция» и ГЦАС «Астраханский». Все химические анализы выполнялись в аккредитованных лабораториях.

При обработке и анализе полученных данных наряду со стандартными методами использовались оригинальные, такие, как метод ансамблевой оценки загрязнения морской среды. Он представляет собой единый комплекс (ансамбль) из трех оценок: оценки качества (критерий – предельно допустимая концентрация), оценки аккумуляции (критерий – фоновая концентрация) и оценки нагрузки (критерий – предельно допустимая нагрузка) [9]. Для выявления и оценки техногенного воздействия применялись математико-статистические и графоаналитические методы анализа пространственного распределения гидрохимических, литолого-химических параметров и показателей загрязненности морской среды, рекомендованные в методическом пособии [1].

Основное внимание уделялось анализу, а также определению значимости и достоверности различий (аберраций) между центром и периферией импактных полигонов по состоянию и загрязненности морской среды (в центре полигонов располагались объекты обустройства месторождения). В частности, для выявления и оценки техногенных изменений рассчитывался индекс H_s [1] в его двух модификациях (H_{s2} и H_{s4}). При этом считалось, что техногенные изменения морской среды имеют место при $H_s > 1$. При $1 < H_s < 2$ изменения оценивались как слабые, при $2 < H_s < 3$ – как умеренные, при $3 < H_s < 5$ – как сильные. В ходе графоаналитическо-

го анализа данных их пространственные ряды ранжировались по удалению от центра полигона (МЛСП или МПК). Далее для ранжированных рядов рассчитывались скользящие средние значения (интервал сглаживания $n = 5$) и их отклонения от первого (центрального) среднего значения. Затем график отклонений (ΔC) до-

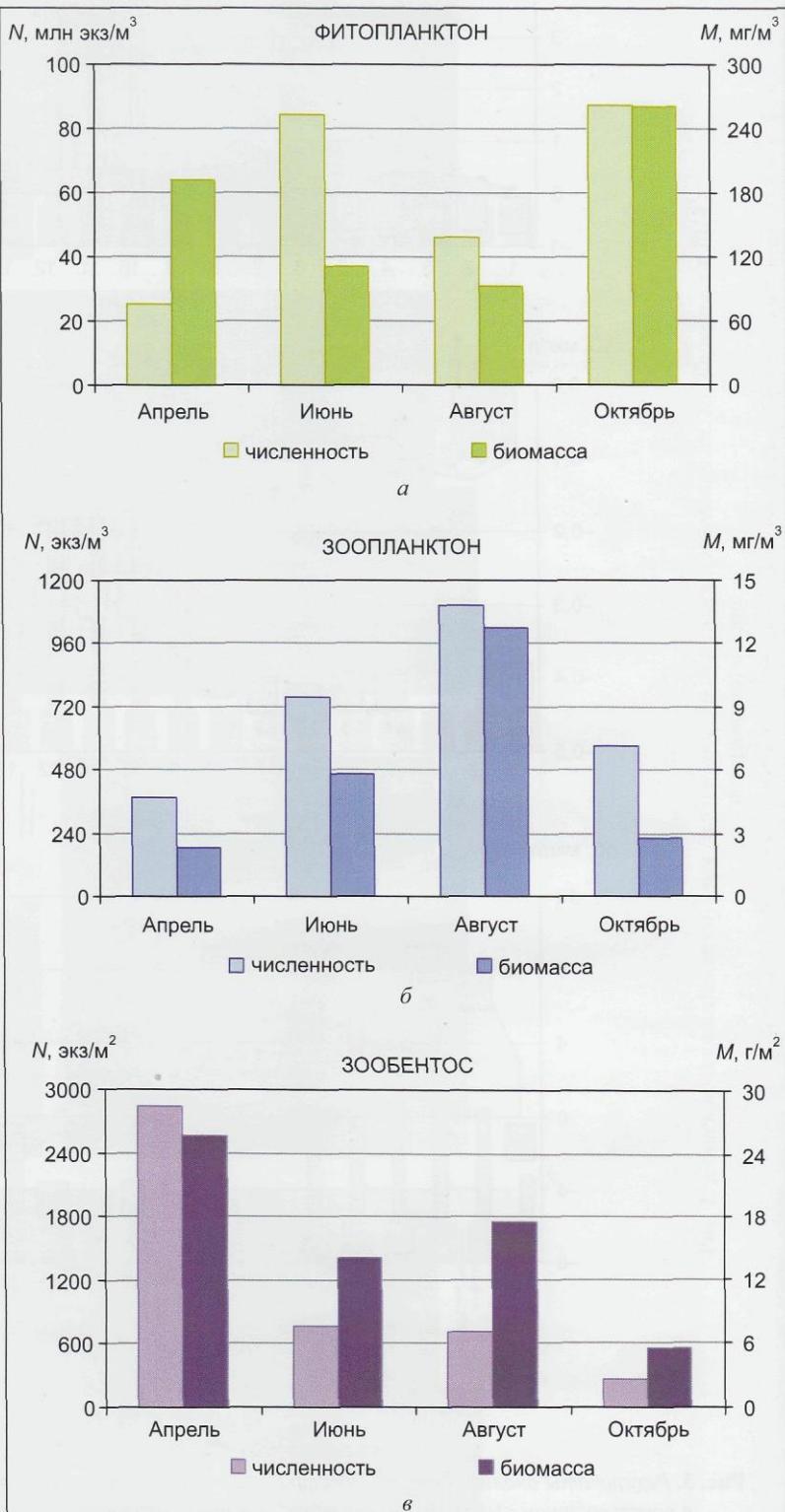


Рис. 4. Динамика гидробиологических параметров в районе месторождения им. Ю. Корчагина в 2014 г.:
N – число экземпляров; M – масса

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

полнялся их линейным трендом, индексами значимости H_s и достоверности V . При $V > 1,0$ отклонения считались достоверными.

Результаты исследований и их обсуждение

При наблюдениях за загрязнением атмосферного воздуха вблизи ледостойкой платформы и морского перевалочного комплекса превышений ПДК, установленных для атмосферного воздуха населенных мест (как среднесуточной, так и максимально разовой), не выявлено.

Превышение ПДК в морской воде наблюдалось у четырех показателей – взвешенного вещества, нефтепродуктов (НП), меди и ртути. Содержание нефтепродуктов превышало ПДК на всех четырех полигонах (рис. 2), при этом наибольшая концентрация НП отмечалась в районе ЛСП (2,2 ПДК). Концентрация взвешенного вещества была выше нормативных значений только в районе трассы нефтепровода (максимальная концентрация составила 1,2 ПДК), ртути – в районе МПК и на фоновом полигоне (1,4 ПДК), меди – на фоновом полигоне (1,1 ПДК).

Указанные значения не выходят за пределы многолетних колебаний и согласуются с данными государственного мониторинга состояния и загрязнения Каспийского моря, осуществляемого Росгидрометом, в соответствии с которыми максимальная концентрация нефтепродуктов в воде на вековых разрезах Северного Каспия в 2014 г. составила 3,8 ПДК, меди – 3,7 ПДК.

Оценка качества морской среды с использованием ИЗВ и ансамблевого метода показала, что морские воды на всех полиграонах и во все сезоны года (за исключением августа) характеризовались как чистые, в августе – как умеренно загрязненные. Аналогичным образом оценивался уровень загрязненности донных отложений в соответствии с ансамблевым методом.

При интерпретации результатов оценки техногенного воздействия объектов обустройства месторождения на морскую среду учитывалось следующее:

- наличие аберраций у параметров, не подверженных техногенному воздействию (температура, соленость морской воды);
- повышенное число аберраций у физико-химических параметров, не имеющих отношения к химическому загрязнению (например, биогенные элементы);
- разнонаправленный характер аберраций у загрязняющих веществ, указывающий не только на возможное загрязнение, но и на возможное очищение морской среды вблизи объектов обустройства (рис. 3);
- низкая значимость выявленных отклонений, которые во всех случаях оценивались как слабые.

С учетом данных обстоятельств воздействие объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина на морскую среду следует оценивать как слабое, неустойчивое, локальное и не влияющее на качество морской среды для гидробионтов.

Результаты биотестирования проб донных отложений, проведившегося с использованием двух тест-ор-

ганизмов (кововратки *Brachionus plicatilis* и жаброно-гого ракообразного *Artemia salina*), также свидетельствуют об отсутствии токсического воздействия морской среды на гидробионтов (таблица).

Число проб (в % от общего количества), отобранных в районе месторождения им. Ю. Корчагина в 2014 г., в которых зарегистрирована гибель тест-организмов

Смертность тест-организмов, %	Апрель		Июнь		Август		Октябрь	
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
МЛСП								
> 0	44	32	52	44	80	72	32	20
> 10	0	0	12	0	20	12	0	0
> 20	0	0	0	0	0	0	0	0
МПК								
> 0	24	32	36	40	64	68	12	16
> 10	0	0	8	0	20	12	0	0
> 20	0	0	0	0	0	0	0	0
ТН								
> 0	35	30	45	35	60	55	20	15
> 10	0	0	10	0	25	15	0	0
> 20	0	0	0	0	0	0	0	0
ФК								
> 0	33	28	44	33	56	50	22	17
> 10	0	0	11	0	22	11	0	0
> 20	0	0	0	0	0	0	0	0

П р и м е ч а н и е. А – *Brachionus plicatilis*, Б – *Artemia salina*.

Наблюдения за состоянием планктона и бентоса в районе расположения месторождения им. Ю. Корчагина указывают на благополучное состояние фитопланктона и зообентоса (рис. 4, а, в), а также на продолжающееся угнетение мнемиопсисом развития зоопланктона (рис. 4, б). Временные изменения состояния планктона и бентоса объясняются сезонной сукцессией, а пространственные – влиянием гидрологических и литологических факторов. В пространственно-временной изменчивости гидробиологических параметров не выявлено особенностей, указывающих на техногенное воздействие.

Заключение

Результаты мониторинга, проведенного в 2014 г. на акватории месторождении им. Ю. Корчагина, указывают на слабые и неустойчивые локальные изменения состояния морской среды в районах расположения объектов обустройства, не влекущие за собой изменений ее качества для водных биоресурсов. Это подтверждает неуклонительное соблюдение компанией ООО «ЛУК-ОЙЛ–Нижневолжскнефть» экологических требований и высокая эффективность мер, предпринятых для охраны окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геоэкологические показатели загрязнения морей: методы расчета и применения / С.К. Монахов [и др.]. – Астрахань: ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневартовск», 2014. – 82 с.
2. Инженерно-экологические изыскания и производственный экологический мониторинг в российском секторе недропользования Каспийского моря / А.А. Курапов [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2011. – № 10. – С. 14–21.
3. Программа производственного экологического мониторинга и контроля в период строительства и эксплуатации объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина. – Астрахань: ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», 2010. – 10 с.
4. Программа производственного экологического мониторинга ОАО НК «ЛУКОЙЛ» на Северном Каспии. – Астрахань: ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», 2002. – 34 с.
5. Производственный экологический мониторинг в районах морской нефтегазодобычи в условиях нестабильной экологической обстановки / А.А. Курапов [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2007. – № 4. – С. 6–12.
6. Производственный экологический мониторинг / О.Е. Пичужкина [и др.] // Нефть и окружающая среда Калининградской области. – 2012. – С. 120–128.
7. AMAP. Arctic Oil and Gas 2007. Technical Report. – Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2007. – 57 p.
8. BERR. Environmental monitoring for UK offshore oil & gas. – DECC: Summary report for OSPAR Joint Assessment and Monitoring Group, 2008.
9. Monakhova G., Radovanova I., Asaeva K. Ensemble assessment of marine environmental pollution // The Materials of 2nd International Ocean Research Conference–Barcelona, 2014. – P. 232–233.
10. Teuteberg F., Gomez J.M. (Eds.) Corporate Environmental Management Information Systems: Advancements and Trends. – Hershey, NY: Business Science Reference, 2010. – 522 p.
11. Teuteberg F., Straßenburg J. State of the art and future research in environmental management information systems – a systematic literature review // Information Technologies in Environmental Engineering. Proceedings of the 4th International ICSC Symposium Thessaloniki, Greece, May 28–29, 2009 (I.N. Athanasiadis, P. A. Mitkas, A. E. Rizzoli, & J. Marx Gómez (eds.)). – Berlin: Heidelberg: Springer, 2009. – P. 64–77.

LITERATURA

1. Geoekologicheskie pokazateli zagryazneniya morey: metody rascheta i primeneniya / S.K. Monakhov [i dr.]. – Astrakhan': OOO «LUKOYL-Nizhnevartovsk», 2014. – 82 s.
2. Inzhenerno-ekologicheskie izyskaniya i proizvodstvennyy ekologicheskiy monitoring v rossijskom sektore nedropol'zovaniya Kaspiyskogo morya / A.A. Kurapov [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIIOENG», 2011. – № 10. – S. 14–21.
3. Programma proizvodstvennogo ekologicheskogo monitoringa i kontrolya v period stroitel'stva i ekspluatatsii ob"ektov obustroystva mestorozhdeniya im. Yu. Korchagina. – Astrakhan': OOO «LUKOYL-Nizhnevolzhskneft», 2010. – 10 s.
4. Programma proizvodstvennogo ekologicheskogo monitoringa OAO NK «LUKOYL» na Severnom Kaspii. – Astrakhan': OOO «LUKOYL-Nizhnevolzhskneft», 2002. – 34 s.
5. Proizvodstvennyy ekologicheskiy monitoring v rayonakh morskoy neftegazodobychi v usloviyah nestabil'noy ekologicheskoy obstanovki / A.A. Kurapov [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIIOENG», 2007. – № 4. – S. 6–12.
6. Proizvodstvennyy ekologicheskiy monitoring / O.E. Pichuzhkina [i dr.] // Nef't i okruzhayushchaya sreda Kaliningradskoy oblasti. – 2012. – S. 120–128.
7. AMAP. Arctic Oil and Gas 2007. Technical Report. – Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2007. – 57 p.
8. BERR. Environmental monitoring for UK offshore oil & gas. – DECC: Summary report for OSPAR Joint Assessment and Monitoring Group, 2008.
9. Monakhova G., Radovanova I., Asaeva K. Ensemble assessment of marine environmental pollution // The Materials of 2nd International Ocean Research Conference–Barcelona, 2014. – P. 232–233.
10. Teuteberg F., Gomez J.M. (Eds.) Corporate Environmental Management Information Systems: Advancements and Trends. – Hershey, NY: Business Science Reference, 2010. – 522 p.
11. Teuteberg F., Straßenburg J. State of the art and future research in environmental management information systems – a systematic literature review // Information Technologies in Environmental Engineering. Proceedings of the 4th International ICSC Symposium Thessaloniki, Greece, May 28–29, 2009 (I.N. Athanasiadis, P. A. Mitkas, A. E. Rizzoli, & J. Marx Gómez (eds.)). – Berlin: Heidelberg: Springer, 2009. – P. 64–77.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ

УДК 504.064.2; 504.746

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ЖИВОТНОГО МИРА ПРИ ОСВОЕНИИ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Е.В. Колмыков, Т.В. Васильева, Г.А. Монахова, К.И. Асаева, Д.В. Кашин

Для решения, как минимум, трех задач в области охраны животного мира при освоении морских нефтегазовых месторождений необходимо знание особенностей и закономерностей пространственного распределения морской биоты на акватории, отведенной для нефтегазодобычи и подверженной (реально и/или потенциально) ее воздействию, включая разливы нефти. В число этих задач входят оценка воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности, оценка уязвимости морской биоты к воздействию нефтегазодобычи (прежде всего, к нефтяному загрязнению) и оценка возможного ущерба (риска) от аварийных разливов нефти [1].

Для решения этих задач в настоящее время используется информация о пространственном распределении биологических параметров, но она, как правило, ограничивается коротким временным отрезком (одним или несколькими годами) и средними значениями, чего явно недостаточно, особенно для оценки уязвимости и риска, где важно знать вероятность формирования в районе, подверженном воздействию, сообщества организмов, количественные показатели которого отличаются от средних значений как в меньшую, так и в большую стороны. Здесь требуется вероятностно-статистический подход и ряды наблюдений, длина которых достаточна для его применения. Можно утверждать, что чем больше значений содержат эти ряды, тем более достоверными будут оценки воздействия, уязвимости и риска.

На необходимость использования данного подхода к оценке экологического риска нефтегазодобычи на Северном Каспии было указано в [5]. В последние годы развитию данного подхода большое внимание уделяется за рубежом [7–10].

Ожидаемыми результатами применения вероятностно-статистического подхода к анализу пространственного распределения морской биоты являются обнаруженные особенности (отличительные признаки) и установленные закономерности (общие черты) этого распределения при различных уровнях количественного развития сообщества. Очевидно, что эти результаты представляют практический интерес не только для решения природоохранных задач, но также для оценки биопродуктивности и рыбохозяйственной значимости исследуемой акватории.

Целью статьи является освещение результатов применения вероятностно-статистического подхода к анализу пространственного распределения зоопланктона Северного Каспия, где уже находится в эксплуатации

месторождение им. Ю. Корчагина и в ближайшее время будет введено в строй месторождение им. В. Филановского. В качестве примера зоопланктон был выбран потому, что из всех компонентов экосистемы Северного Каспия он наиболее чувствителен к нефтяному загрязнению [1]. О пространственном распределении зоопланктона известно, что он наиболее обилен в окаймляющем дельту р. Волги районе, расположенному на глубине от 3 до 6 м, на западе этого участка его биомасса выше, чем на востоке, и что на распределение зоопланктона влияет объем речного стока, при его увеличении зона повышенной биомассы отодвигается в море и распадается на несколько частей [2–4, 6].

Материалы и методы

Объектом исследований явилась западная часть Северного Каспия. Рассматриваемая акватория площадью 30 тыс. км² была разбита на 10-минутные квадраты (всего 126 квадратов), среди которых было выделено 24 реперных (рис. 1). Для реперных квадратов ФГБУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» были представлены данные о биомассе зоопланктона (мг/м³) за период с 1961 по 2012 г. во время половодья на р. Волге (май–июнь), основной сток которой направлен в западную часть Северного Каспия.

На основе полученных данных для каждого из реперных квадратов были построены гистограммы распределения и эмпирические кривые обеспеченности биомассы зоопланктона. Далее эмпирические кривые были аппроксимированы полиномами 5-6 степени, в результате чего были получены аналитические кривые обеспеченности и соответствующие им уравнения, которые использовались для расчета биомассы 1-, 2-, 3-, 5-, 10-, 15-, 25-, 50-, 75-, 100%-й обеспеченности. По данным расчетов были построены 10 карт распределения биомассы зоопланктона различной обеспеченности, ставшие основой для дальнейшего анализа. Также для каждой из карт распределения биомассы была рассчитана площадь распространения зоопланктона с биомассой 0...50; 50...100; 100...250; 250...500; 500...1000; 1000...2000 и более 2000 мг/м³. При этом площадь каждого из 126 квадратов была принята равной 238 км² (исходя из того, что одна минута долготы на широте 45° равна 1,3 км).

Для визуализации результатов статистического анализа временных рядов биомассы зоопланктона в каждом из реперных квадратов использовались диаграммы размаха (box-whisker plots), отображающие квартили

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ

0,75, среднее и максимальное значения рассматриваемых параметров. В целях исследования на сводных диаграммах реперные станции были ранжированы по глубине (от меньшей к большей). Для построения данных графиков рассматриваемый временной интервал (1961–2012 гг.) был разбит на три отрезка времени: 1961–1977, 1978–1995 и 1996–2012 гг. Первый из них соответствует периоду снижения уровня, второй – периоду повышения уровня, а третий – периоду колебаний уровня на фоне отрицательного тренда. Четвертым отрезком времени выступал весь временной интервал (1961–2012 гг.).

Результаты и обсуждение

Из общего представления о пространственном распределении биомассы зоопланктона в различные периоды времени, отличающиеся друг от друга гидрологическими условиями (таблица), следует, что наибольшая биомасса зоопланктона формируется в зоне смешения речных и морских вод, мористее которой она уменьшается в разы. В зоне транзита речных вод биомасса зоопланктона также ниже, чем в зоне смешения. Наиболее заметным это различие было в многоводный период 1978–1995 гг. В последующие годы (1996–2012 гг.) биомасса зоопланктона в зоне транзита в среднем оказалась выше, чем в зоне смешения. В этот период также резко снизилась биомасса зоопланктона на приглубом взморье и практически нивелировалось различие по уровню его развития между западной и восточной частями взморья, явно выраженное в иные периоды времени (в западной части взморья биомасса зоопланктона всегда выше, чем в восточной). В зоне смешения и приглубом взморье наибольшая биомасса зоопланктона наблюдалась в период 1978–1995 гг., в зоне смешения она доходила до 20 г/м³, а на приглубом взморье до 2 г/м³. В зоне транзита наибольшая биомасса зоопланктона наблюдалась в 1996–2012 гг. и достигала 13,5 г/м³.

Более детально пространственное распределение биомассы зоопланктона представлено на карте (рис. 2). Из нее видно, что наиболее устойчивыми элементами структуры пространственной изменчивости биомассы зоопланктона являются ее повышенные значения (более 1000 мг/м³) в районе, примыкающем к Волжской бороздине с восточной стороны, рядом с Большой Жемчужной банкой. В маловодные годы (1961–1977 гг.) распространение повышенной биомассы зоопланктона ограничивается этим районом. В многоводные годы (1978–1995 гг.) к данному участку добавляются два мелководных района, где биомасса зоопланктона в среднем превышает 1000 мг/м³: один вблизи о. Тюленьего, другой вблизи о. Иван-Караул. В период средних и маловодных лет география районов с повышенной биомассой зоопланктона еще более расширяется, к трем перечисленным выше районам добавляются еще два: первый на западе, вблизи о. Чистой Банки, второй на востоке, вблизи о. Укатного.

Сводная диаграмма (рис. 3) характеризует распределение по глубине не только средних значений, но и

Показатели биомассы зоопланктона (мг/м³) в мае–июне в различные периоды времени и различных районах западной части Северного Каспия

Показате- ли	Отмелое взморье				Приглу- бое взмо- рье
	Восточ- ное	Западное	Зона транзита	Зона сме- шения	
1961–1977 гг.					
X_{cp}	245	477	249	455	123
Max	3270	5347	3270	5347	658
Min	0,20	2,40	0,20	1,60	0,02
K_v	2,04	1,59	2,04	1,63	1,08
n	107	146	93	160	117
1978–1995 гг.					
X_{cp}	541	1218	536	1131	206
Max	5594	20205	9412	20205	1858
Min	0,20	0,40	1,00	0,20	4,20
K_v	1,64	2,23	2,56	2,14	1,24
n	86	97	71	112	77
1996–2012 гг.					
X_{cp}	894	1094	1284	819	95,6
Max	13544	16516	13544	16516	658
Min	0,14	0,01	0,93	0,01	0,20
K_v	2,09	2,01	1,62	2,46	1,23
n	102	114	84	132	105
1961–2012 гг.					
X_{cp}	556	875	682	786	134
Max	13544	20205	13544	20205	1858
Min	0,14	0,01	0,20	0,01	0,02
K_v	2,27	2,25	2,21	2,36	1,29
n	295	357	248	404	299

П р и м е ч а н и е. Значения X_{cp} – среднее; Max – максимальное; Min – минимальное; K_v – коэффициент вариации; n – число значений.

других статистических показателей биомассы зоопланктона (квартиль 0,75 и экстремумов). На этих графиках видно, что средняя биомасса зоопланктона на глубинах свыше 10 м и менее 2 м не превышает 5000 мг/м³.

Таким образом, зона сгущения зоопланктона (так для удобства можно именовать пространство, где его концентрация превышает 5000 мг/м³) обычно располагается между 2-м и 5-м изобатами. В маловодный период 1961–1977 гг. эта зона сжималась в своих размерах и располагалась на глубинах от 3,5 до 5 м; в многоводный период 1978–1995 гг. она отодвинулась в море на глубины от 2,5 до 7,5 м; при сочетании средних и маловодных лет (1996–2012 гг.) она расширялась, но не в сторону моря, а в сторону дельты р. Волги и занимала пространство между глубинами от 1,5 до 5 м.

На графике также видно, что зона сгущения зоопланктона состоит из трех подзон, располагающихся на глубинах 1,5; 2,5...3,5 и 5 м. При этом вторая и третья подзоны носят устойчивый характер, так как наблюдаются при всех состояниях гидрологического ре-

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ

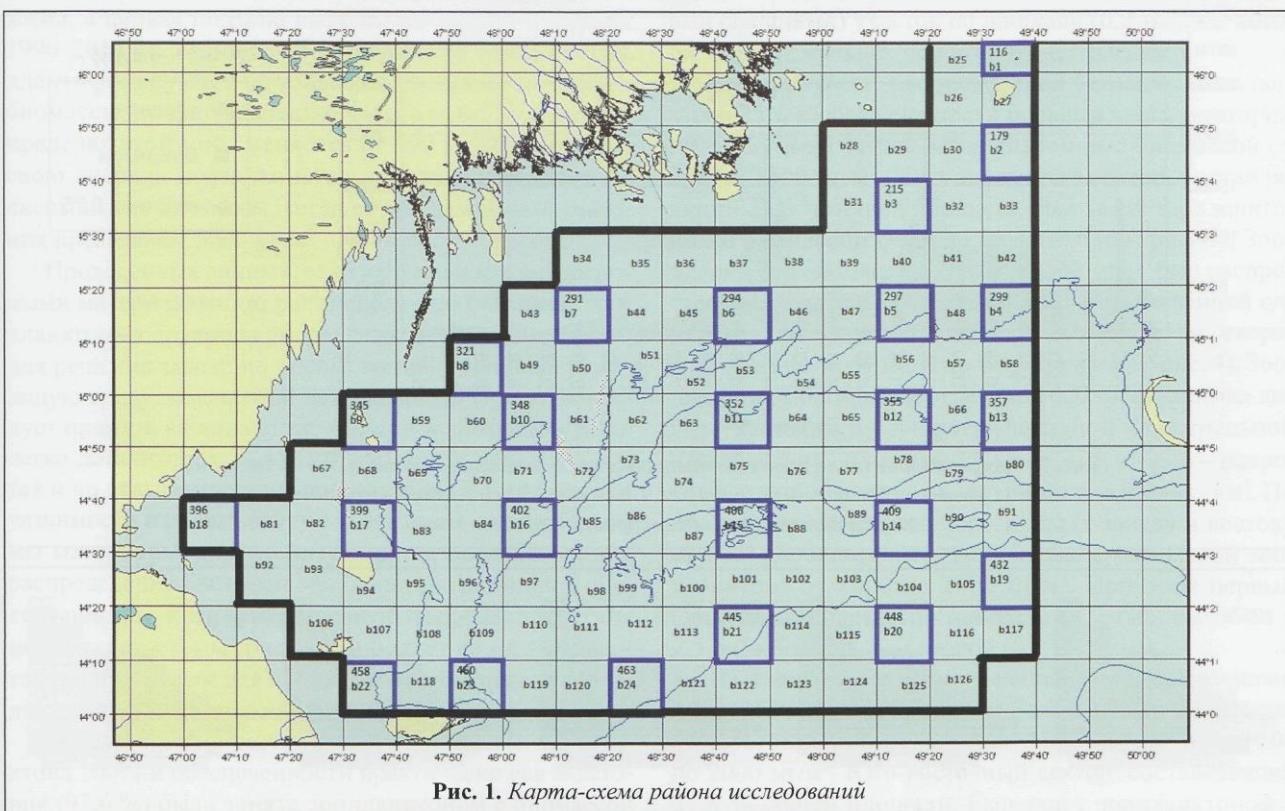


Рис. 1. Карта-схема района исследований

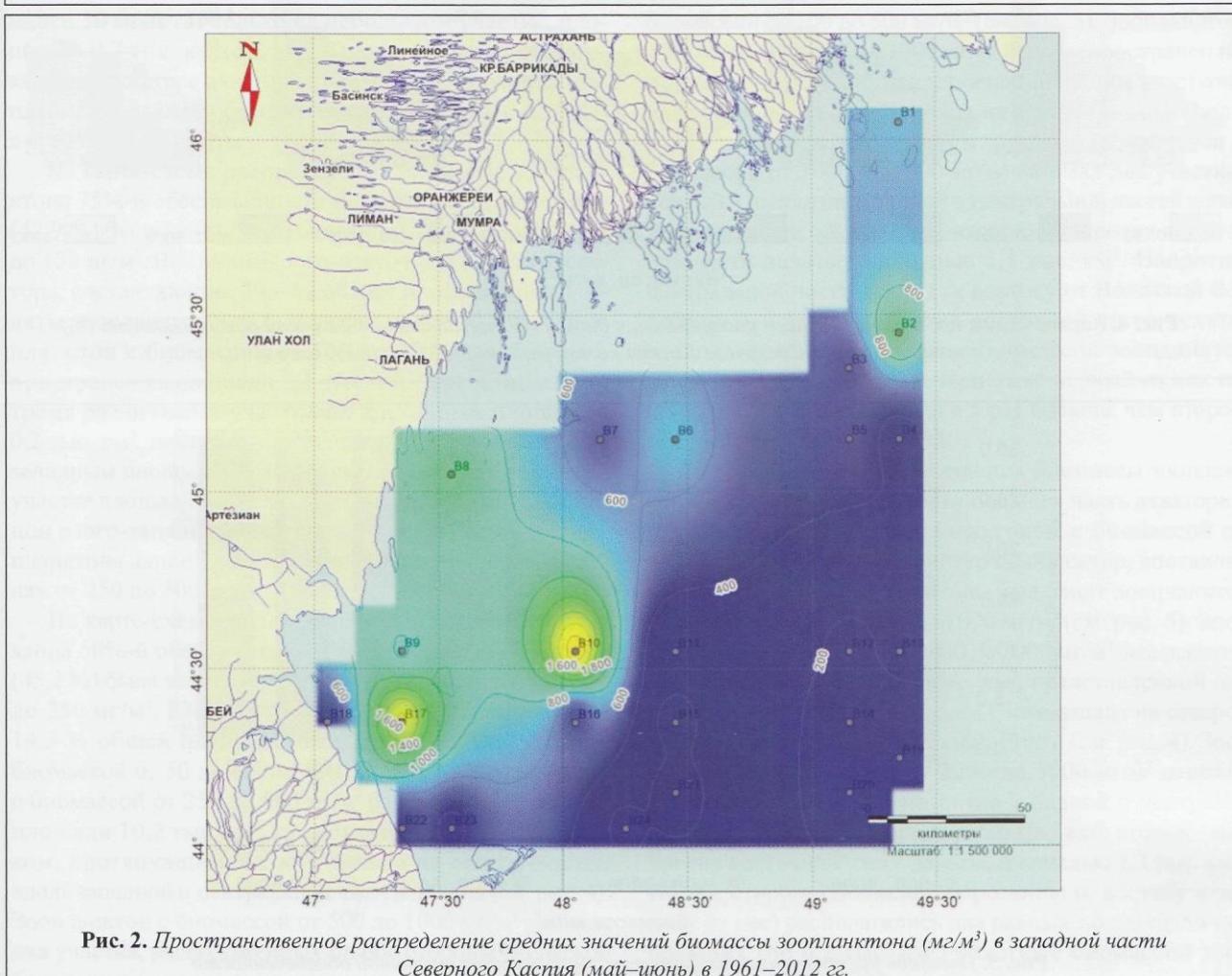
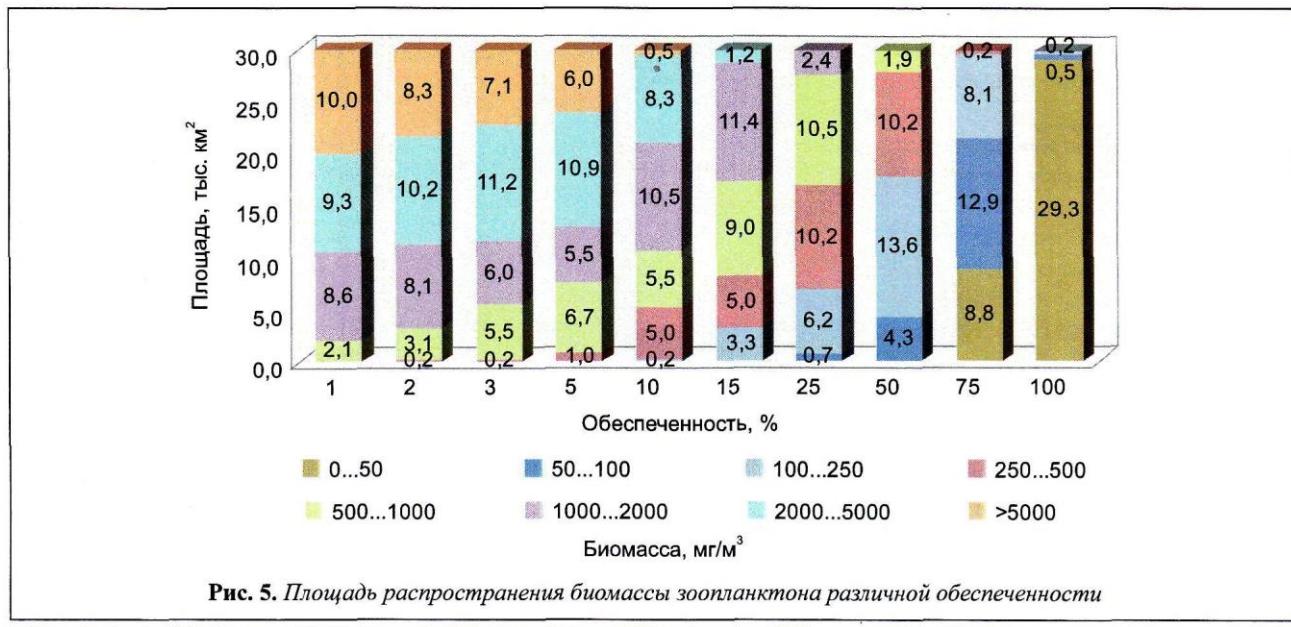
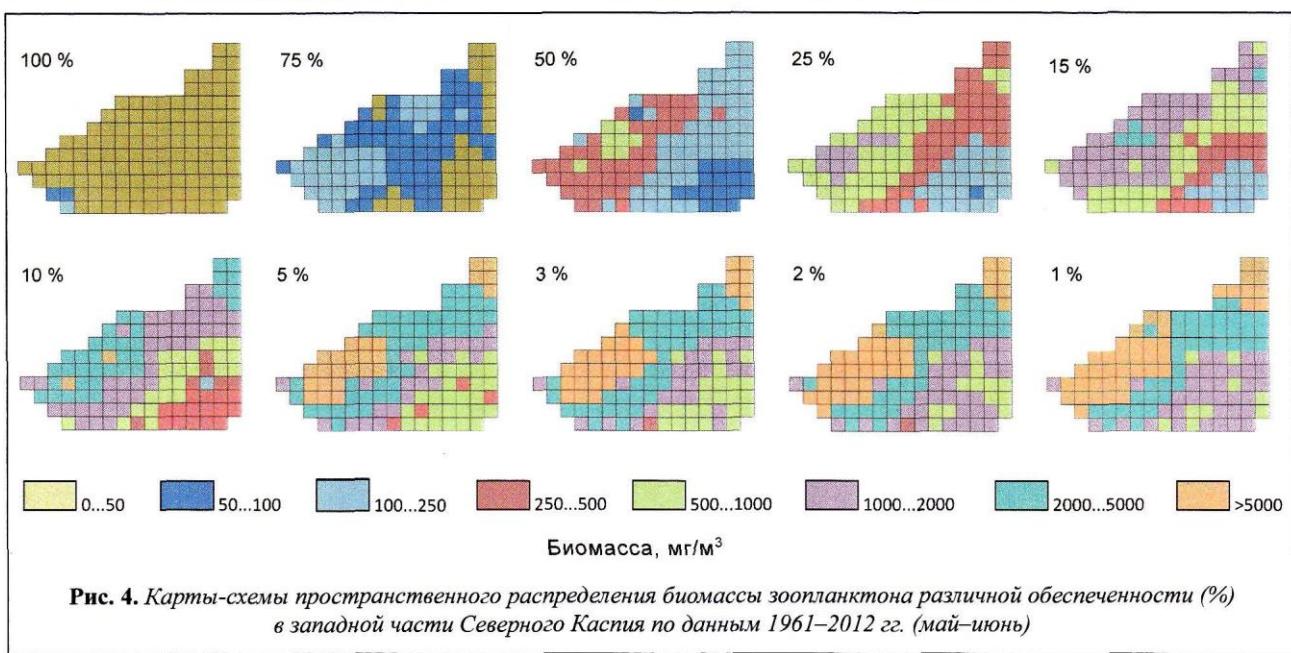
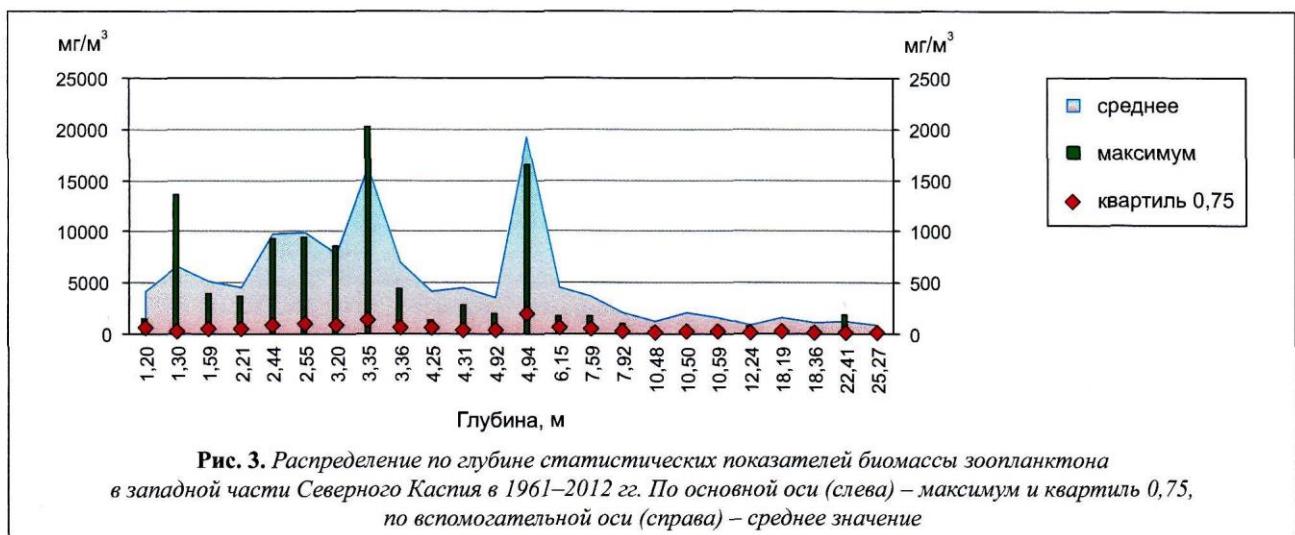


Рис. 2. Пространственное распределение средних значений биомассы зоопланктона ($\text{мг}/\text{м}^3$) в западной части Северного Каспия (май–июнь) в 1961–2012 гг.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ



жима, а первая подзона выделялась только в период 1996–2012 гг. Границы зоны стущения зоопланктона идентифицируются не только по среднему значению биомассы, но и по значению квартиля 0,75, которое в пределах этой зоны меняется от 500 до 2000 мг/м³. В свою очередь подзоны легко идентифицируются по «вспышкам» биомассы, когда ее экстремальные значения превышают 5000 мг/м³.

Приведенных данных, если их дополнить аналогичными материалами по распределению биомассы зоопланктона в другие периоды года, вполне достаточно для решения задачи по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности. При этом следует принять во внимание, что при необходимости их легко детализировать как по времени и пространству, так и по статистическим показателям. Но для оценки уязвимости и риска наряду с этими данными необходимы материалы, характеризующие пространственное распределение биомассы зоопланктона различной обеспеченности, к которым в первую очередь следует отнести карты-схемы (рис. 4). Дополнением к этим картам, необходимым для их описания и анализа, является диаграмма, представленная на рис. 5.

На карте-схеме распределения биомассы зоопланктона 100%-й обеспеченности практически вся акватория (97,6 %) была занята зоопланкtonом с биомассой менее 50 мг/м³. И только на небольшом участке, площадью 0,7 тыс. км² (см. рис. 5), расположенному в юго-западном секторе акватории (см. рис. 4), биомасса зоопланктона данной обеспеченности находилась в пределах от 50 до 250 мг/м³.

На карте-схеме распределения биомассы зоопланктона 75%-й обеспеченности большая часть акватории (42,9 %) была занята зоопланкtonом с биомассой от 50 до 100 мг/м³. Восточный, юго-восточный и южный сектора, составляющие 29,4 % общей площади, были заняты зоопланкtonом с биомассой менее 50 мг/м³. Зоопланкton с биомассой от 100 до 250 мг/м³ был распространен на площади 8,1 тыс. км², представленной тремя различными участками: восточным площадью 0,2 тыс. км², центральным площадью 1,7 тыс. км², юго-западным площадью 6,3 тыс. км². Только на небольшом участке площадью 0,2 тыс. км² (см. рис. 5), расположенным в юго-западном секторе акватории, биомасса зоопланктона данной обеспеченности находилась в пределах от 250 до 500 мг/м³.

На карте-схеме распределения биомассы зоопланктона 50%-й обеспеченности большая часть акватории (45,2 %) была занята зоопланкtonом с биомассой от 100 до 250 мг/м³. Юго-восточный сектор, составляющий 14,3 % общей площади, был занят зоопланкtonом с биомассой от 50 до 100 мг/м³ (см. рис. 5). Зоопланкton с биомассой от 250 до 500 мг/м³ был распространен на площади 10,2 тыс. км², представленной одним участком, протянувшимся с юго-запада на северо-восток вдоль западной и центральной частей дельты (см. рис. 4). Зоопланкton с биомассой от 500 до 1000 мг/м³ занимал два участка, расположенных по обе стороны Волжской бороздины (к западу и востоку от нее). При этом пер-

вый (западный) участок по площади (0,2 тыс. км²) был на порядок меньше, чем второй (1,7 тыс. км²).

На карте-схеме распределения биомассы зоопланктона 25%-й обеспеченности большая часть акватории (69,0 %) была занята зоопланкtonом с биомассой от 250 до 1000 мг/м³. Юго-восточный сектор, составляющий 23,0 % общей площади, был занят зоопланкtonом с биомассой от 50 до 250 мг/м³ (см. рис. 5). Зоопланкton с биомассой от 250 до 500 мг/м³ был распространен на площади 10,2 тыс. км², представленной одним участком, протянувшимся с юго-запада на северо-восток вдоль всей авандельты р. Волги (см. рис. 4). Зоопланкton с биомассой от 500 до 1000 мг/м³ занимал два участка: первый – напротив западной и центральной частей дельты, площадью 9,8 тыс. км²; второй – напротив восточной части дельты, площадью 0,7 тыс. км². По обе стороны Волжской бороздины (к западу и востоку от нее) располагались два участка с биомассой зоопланктона от 1000 до 2000 мг/м³. При этом первый (западный) участок по площади (1,7 тыс. км²) был в 2,5 раза больше, чем второй (0,7 тыс. км²).

На карте-схеме распределения биомассы зоопланктона 15%-й обеспеченности большая часть акватории (68,3 %) была занята зоопланкtonом с биомассой от 500 до 2000 мг/м³. Юго-восточный сектор, составляющий 27,8 % общей площади, был занят зоопланкtonом с биомассой от 100 до 500 мг/м³ (см. рис. 5). Зоопланкton с биомассой от 500 до 1000 мг/м³ был распространен на площади 9,0 тыс. км², представленной одним участком, протянувшимся с юго-запада на северо-восток вдоль всей авандельты р. Волги (см. рис. 4). Зоопланкton с биомассой от 1000 до 2000 мг/м³ занимал два участка: первый – напротив западной и центральной частей дельты, площадью 6,9 тыс. км²; второй – напротив восточной части дельты, площадью 2,1 тыс. км². Напротив центральной части дельты (к востоку от Волжской бороздины), а также напротив восточной части дельты располагались два участка с биомассой зоопланктона от 2000 до 5000 мг/м³. При этом первый из них по площади (1,0 тыс. км²) был в 5 раз больше, чем второй (0,2 тыс. км²).

На карте-схеме распределения биомассы зоопланктона 10%-й обеспеченности большая часть акватории (62,7%) была занята зоопланкtonом с биомассой от 1000 до 5000 мг/м³. Юго-восточный сектор, составляющий 35,8 % общей площади, был занят зоопланкtonом с биомассой от 100 до 1000 мг/м³ (см. рис. 5). Зоопланкton с биомассой от 1000 до 2000 мг/м³ был распространен на площади 10,5 тыс. км², представленной одним участком, протянувшимся с юго-запада на северо-восток вдоль всей авандельты р. Волги (см. рис. 4). Зоопланкton с биомассой от 2000 до 5000 мг/м³ занимал два участка: первый – напротив западной и центральной частей дельты, площадью 6,6 тыс. км²; второй – напротив восточной части дельты, площадью 1,7 тыс. км². По обе стороны Волжской бороздины (к востоку и западу от нее) располагались два равных по площади небольших (по 0,2 тыс. км²) участка с биомассой зоопланктона более 5000 мг/м³.

На карте-схеме распределения биомассы зоопланктона 5%-й обеспеченности большая часть акватории (54,8 %) была занята зоопланктоном с биомассой от 1000 до 5000 мг/м³. Юго-восточный сектор, составляющий 25,4 % общей площади, был занят зоопланктоном с биомассой от 250 до 1000 мг/м³ (см. рис. 5). Зоопланктон с биомассой от 1000 до 5000 мг/м³ был распространен на площади 16,4 тыс. км², представленной одним участком, протянувшимся с юго-запада на северо-восток вдоль всей авандельты р. Волги (см. рис. 4). Зоопланктон с биомассой более 5000 мг/м³ занимал два участка: первый – в районе Волжской бороздины по обе стороны от нее, площадью 4,8 тыс. км²; второй – напротив восточной части дельты, площадью 1,2 тыс. км². Карты-схемы распределения биомассы 1-, 2- и 3%-й обеспеченности мало чем отличаются от карты-схемы распределения биомассы 5%-й обеспеченности (см. рис. 4), поэтому далее не рассматриваются.

Сравнительный анализ карт-схем, приведенных на рис. 4, позволил установить следующие свойственные им общие черты:

1) по мере увеличения биомассы зоопланктона и, соответственно, снижения вероятности ее нахождения район, где эта биомасса может быть обнаружена, распространяется в направлении с юго-запада на северо-запад и северо-восток, приближаясь к берегу;

2) по мере уменьшения биомассы зоопланктона и, соответственно, повышения вероятности ее нахождения район, где эта биомасса может быть обнаружена, распространяется из юго-восточного сектора на всю акваторию, охватывая в последнюю очередь ее юго-западную часть;

3) биомасса зоопланктона, нахождение которой равновероятно, в юго-восточном глубоководном (глубина более 10 м) секторе акватории может быть на порядок ниже, чем на высокопродуктивных мелководных (глубина менее 5 м) участках акватории.

Таковы результаты применения вероятностно-статистического подхода к анализу пространственного распределения биомассы зоопланктона в западной части Северного Каспия. Планируется, что они станут исходным материалом для оценок уязвимости акватории и экологического риска при нефтегазодобыче, использование которого существенно повысит значимость и достоверность этих оценок. Очевидно также, что эти результаты представляют интерес для исследования экосистемы Северного Каспия, биологической продуктивности его акватории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюхова В.И., Носов В.Н. Особенности и пороги токсического воздействия нефтепродуктов на гидробионтов Северного Каспия // Теоретическая экология – М.: Изд-во МГУ, 1987. – С. 70–80.
2. Каспийское море: фауна и биологическая продуктивность / под ред. Е.А. Яблонской. – М.: Наука, 1985. – 280 с.
3. Кун М.С. Планктон Каспийского моря в условиях зарегу-

лированного стока Волги // Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. – М.: Наука, 1965. – 257 с.

4. Лесников Л.А., Матвеева Р.П. О характере влияния волжского стока на зоопланктон Северного Каспия // Тр. ВНИРО. – 1959. – Т. 38, Вып. 1. – С. 179–203.
5. Эколого-рыбохозяйственное районирование и охрана биологических ресурсов Северного Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений / А.А. Курапов [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2005. – № 7. – С. 81–88.
6. Яблонская Е.А. Биология Каспийского моря. – М.: Изд-во ВНИРО, 2007. – 142 с.
7. Anadón J.D., Giménez A., Ballestar R. Linking local ecological knowledge and habitat modelling to predict absolute species abundance on large scales // Biodiversity Conserv. – 2010. – Vol. 19. – P. 1443–1454.
8. Hill D. Handbook of Biodiversity Methods: Survey, Evaluation and Monitoring. – Cambridge University Press, 2005. – 573 p.
9. Ramsey D.S.L., Caley P.A., Robley A. Estimating population density from presence-absence data using a spatially explicit model: Estimating Density From Presence-Absence Data // J. of Wildlife Management. – 2015. – Vol. 79 (3). – P. 491–499.
10. Species distribution modelling of marine benthos: a North Sea case study / H. Reiss [et al.] // Marine Ecology Progress Series. – 2011. – Vol. 442. – P. 71–86.

LITERATURA

1. Артюхова В.И., Носов В.Н. Особенности и пороги токсического воздействия нефтепродуктов на гидробионтов Северного Каспия // Теоретическая экология – М.: Изд-во МГУ, 1987. – С. 70–80.
2. Каспийское море: фауна и биологическая продуктивность / под ред. Е.А. Яблонской. – М.: Наука, 1985. – 280 с.
3. Кун М.С. Планктон Каспийского моря в условиях зарегулированного стока Волги // Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. – М.: Наука, 1965. – 257 с.
4. Lesnikov L.A., Matveeva R.P. O kharaktere vliyanija volzhskogo stoka na zooplankton Severnogo Kaspija // Tr. VNIRO. – 1959. – T. 38, Vyp. 1. – S. 179–203.
5. Ekologo-rybokhozyaystvennoe rayonirovanie i okhrana biologicheskikh resursov Severnogo Kaspija v usloviyah osvoeniya neftegazovykh mestorozhdeniy / A.A. Kurapov [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «ВНИИОЭНГ», 2005. – № 7. – С. 81–88.
6. Yablonskaya E.A. Biologiya Kaspinskogo morya. – M.: Izd-vo VNIRO, 2007. – 142 s.
7. Anadón J.D., Giménez A., Ballestar R. Linking local ecological knowledge and habitat modelling to predict absolute species abundance on large scales // Biodiversity Conserv. – 2010. – Vol. 19. – P. 1443–1454.
8. Hill D. Handbook of Biodiversity Methods: Survey, Evaluation and Monitoring. – Cambridge University Press, 2005. – 573 p.
9. Ramsey D.S.L., Caley P.A., Robley A. Estimating population density from presence-absence data using a spatially explicit model: Estimating Density From Presence-Absence Data // J. of Wildlife Management. – 2015. – Vol. 79 (3). – P. 491–499.
10. Species distribution modelling of marine benthos: a North Sea case study / H. Reiss [et al.] // Marine Ecology Progress Series. – 2011. – Vol. 442. – P. 71–86.

СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ В РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «РАКУШЕЧНОЕ» В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Р.И. Умербаева, Е.В. Колмыков, Н.Б. Водовский

Разведка, строительство и эксплуатация морских нефтяных месторождений в большинстве случаев оказывают негативное влияние на качество вод и биоту водных объектов [6]. Это воздействие может быть уменьшено или предотвращено проведением природоохраных мероприятий, разработанных на основе данных экологического мониторинга [9, 11], составной частью которого являются гидробиологические исследования [7, 8]. Последние позволяют оценить состояние водоемов, а также возможные изменения на всех этапах разведки, обустройства и эксплуатации месторождений. Как известно [5, 12, 13], гидробионты являются надежными индикаторами, так как первыми реагируют на изменение факторов среды в результате антропогенных воздействий.

Каспийское море, обладающее большими запасами углеводородного сырья и имеющее богатую историю разработки их месторождений, испытывает в последние десятилетия возрастающую антропогенную нагрузку [4, 10]. Несмотря на то, что в современных условиях отмечаются ослабление эвтрофикации и снижение химического загрязнения вод Северного Каспия [2], развитие нефтедобывающей деятельности может оказать негативное влияние на биоту моря. В прошлом Каспийское море, особенно его северная часть, характеризовалось высокой биологической продуктивностью и имело важное рыбопромысловое значение [1, 3]. В последние годы под воздействием многих факторов (естественных и антропогенных) отмечается снижение промыслового значения моря [4]. Изучение изменения биотических компонентов морской среды в районах расположения скважин позволит установить степень воздействия антропогенной деятельности на экосистему моря в целом.

В данной работе проведен анализ гидробиологических исследований в районе месторождения «Ракушечное» за последние 6 лет. Месторождение расположено в западной части устьевого взморья р. Волги на лицензионном участке «Северный» ООО «ЛУКОЙЛ–Нижневолжскнефть». Поисково-разведочное бурение здесь проводится с 2001 г., за этот период было пробурено 10 скважин. На протяжении всех этих лет проводился мониторинг состояния морской биоты в этом районе. В статье дана оценка состояния, разнообразия, структуры, особенностей функционирования сообществ гидробионтов в 2010–2015 гг. Пробы отбирались на 8 станциях с глубинами от 4,5 до 11 м.

Качественная и количественная структура гидробионтов

Растительный нейстон на акватории моря в районе месторождения в летне-осенний период 2010–2015 гг. формировался качественно разнообразным видовым составом и был представлен синезелеными, диатомовыми, пирофитовыми, эвгленовыми и зелеными водорослями (рис. 1). Видовой состав водорослей колебался от 29 до 54 таксонов. Основу видового и количественного состава растительного нейстона составляли синезеленые, диатомовые и зеленые водоросли.

Наиболее разнообразно в районе исследований были представлены диатомовые (8...21 таксон) и синезеленые (8...25 таксонов) водоросли, суммарно составлявшие в разные годы от 72,3 до 84,4 % видового состава растительного нейстона. По сравнению с ними зеленые водоросли (5...11 таксонов) не отличались видовым богатством, из пирофитовых и эвгленовых водорослей встречалось 1...3 вида.

В летний период наблюдений наиболее многочисленными были зеленые водоросли (рис. 2). На акватории структуры их численность летом (49,4...4820,9 тыс. экз./м³) была выше суммарной численности диатомовых и синезеленых в среднем в 1,7 раза. Высокая численность зеленых водорослей также отмечалась и осенью 2010, 2011 и 2013 гг. (167,7; 312,0 и 1567,4 тыс. экз./м³, соответственно). Среди зеленых доминантами по численности на протяжении всего анализируемого периода исследований были в основном два вида – это *Binuclearia lauterbornii* и *Mougeotia sp.* (65,1...99,6 % численности группы).

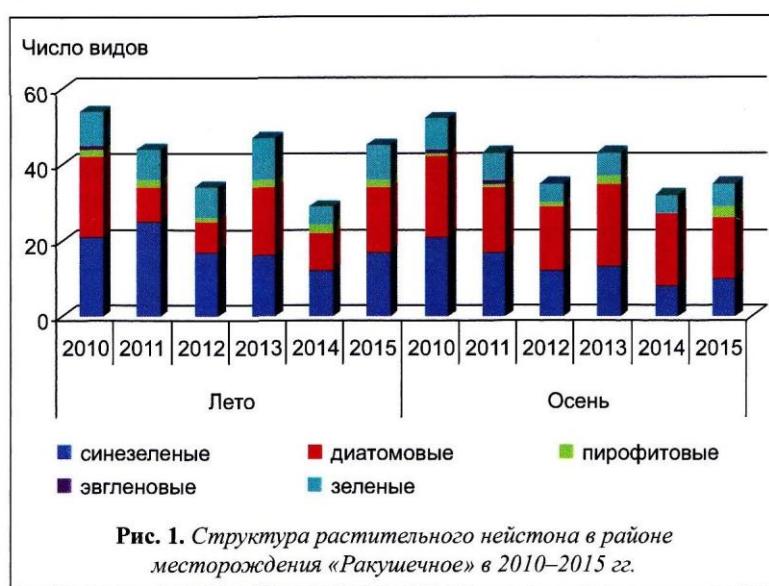
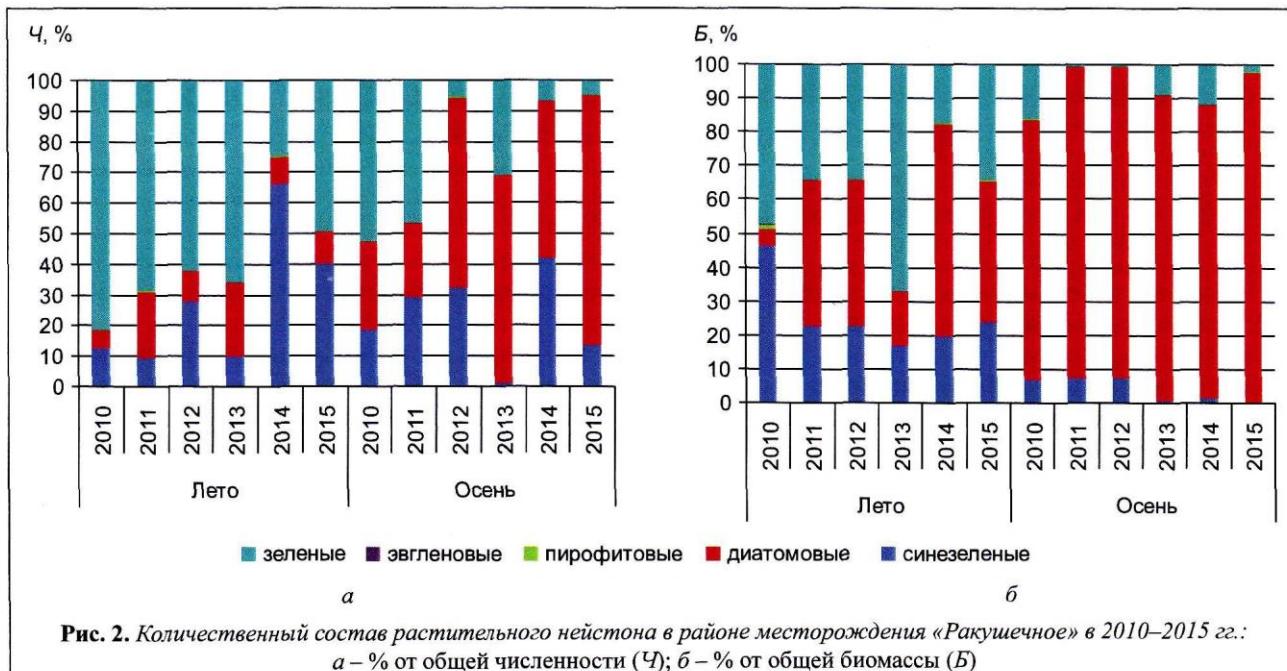


Рис. 1. Структура растительного нейстона в районе месторождения «Ракушечное» в 2010–2015 гг.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ



Численность синезеленых и диатомовых водорослей колебалась в широких пределах: 7,8...726,8 и 3,6...1788,7 тыс. экз./м³, соответственно. Большее количество водорослей этих отделов отмечалось, главным образом, в осенний период. Среди них следует выделить виды, которые имели высокую численность на протяжении всего периода исследований, – это *Oscillatoria sp.* и *Rhizosolenia calcar-avis*, а также виды, вспышка развития которых в определенные годы, в основном в осенний период, обусловливала повышение численности синезеленого и диатомового нейстона – *Merismopedia punctata* (2011 и 2015 гг.), представители рода *Chaetoceros* – *Ch. wighamii*, *Ch. pendulus* (2013 и 2015 гг.), *Thalassionema nitzschiooides* (2014 г.), *Diatoma elongatum* (весной 2013 г.).

Биомассу растительного нейстона в летний период формировали водоросли трех отделов: диатомовые, синезеленые и зеленые, осенний – диатомовые. Наиболее массовыми видами из синезеленых были *Oscillatoria sp.*, *Microcystis marginata*, *Anabaena bergii*, *Gomphosphaeria aponina*, из диатомовых – *R. calcar-avis*, *Ch. pendulus*, *Diatoma elongatum* и *Thalassionema nitzschiooides*, т. е. виды, чаще всего имевшие и высокую численность.

Фитопланктон в районе месторождения «Ракушечное» отличался более разнообразным составом по сравнению с фитонейстоном (рис. 3). В период исследований он насчитывал от 69 до 111 таксонов водорослей. Наибольшее число видов отмечалось среди синезеленых и диатомовых водорослей – 25...41 и 21...36 таксонов, соответственно. Из зеленых водорослей в исследуемом районе за анализируемый период встречалось 10...24 таксона, из пиофитовых – 6...12 и эвгленовых – 1...4.

Численность планкtonных водорослей, в отличие от нейстона, формировали главным образом синезеле-

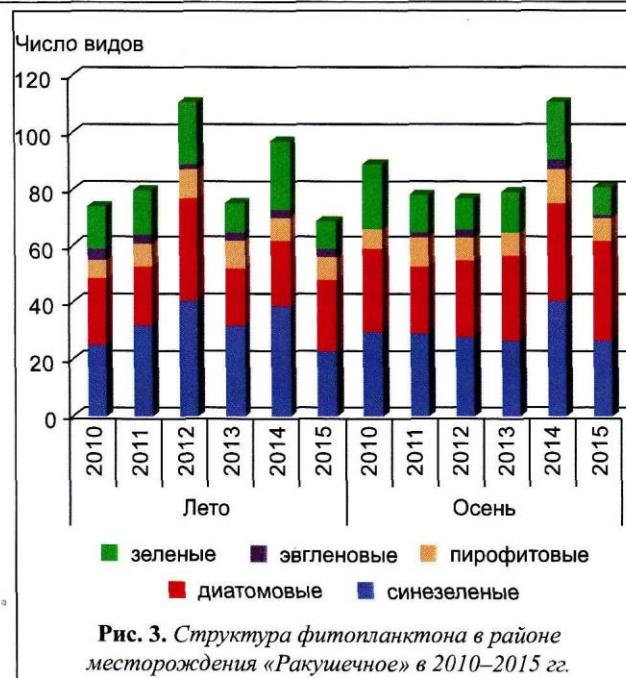


Рис. 3. Структура фитопланктона в районе месторождения «Ракушечное» в 2010–2015 гг.

ные водоросли (37,1...82,8 %) (рис. 4). Среди большого числа видов этого следует отметить *Oscillatoria sp.*, которая формировала численность не только группы (23,4...95,7 %), но и всего фитопланктона. Так, в годы максимального своего развития (осенью 2010 и 2011 гг.), когда численность вида была более 800 млн экз./м³, *Oscillatoria sp.* составляла более 73 % общей численности фитопланктона.

Осенью 2013–2015 гг. наряду с сине-зелеными отмечалась высокая численность диатомовых (31,0...41,8 % численности всего фитопланктона), которую определяли преимущественно *Cyclotella meneghiniana*, виды рода *Fragilaria*, *Thalassionema nitzschiooides* (суммарно 44,4...111,2 млн экз./м³).

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ

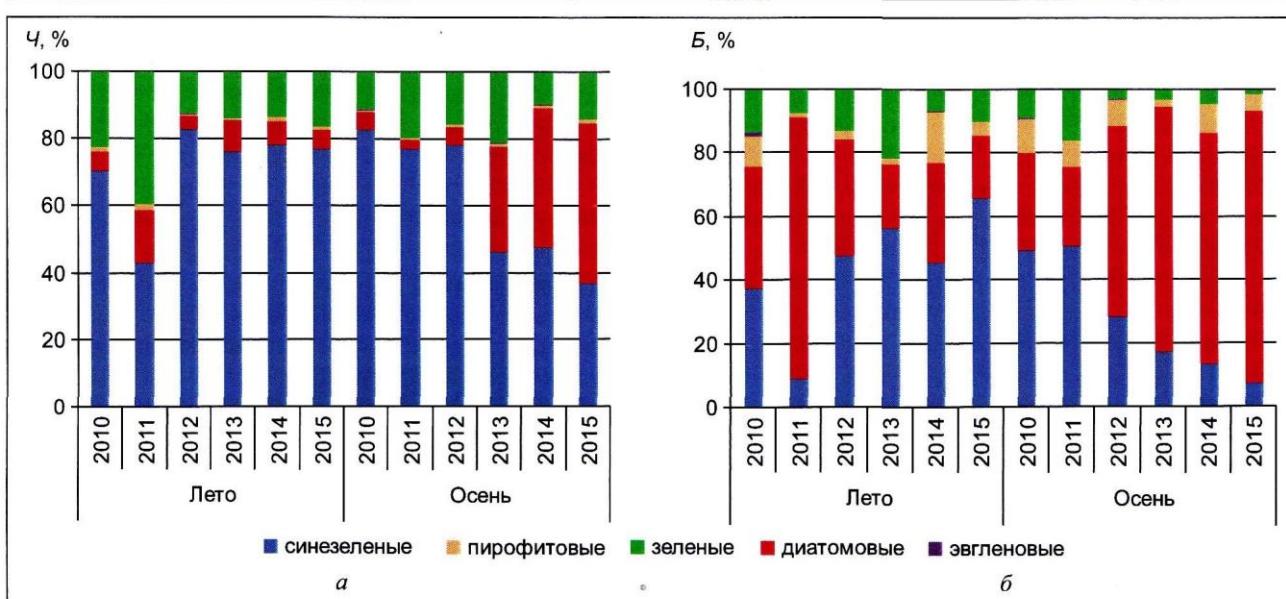


Рис. 4. Количествоенный состав фитопланктона в районе месторождения «Ракушечное» в 2010–2015 гг.:
а – % от общей численности (χ); *б* – % от общей биомассы (β)

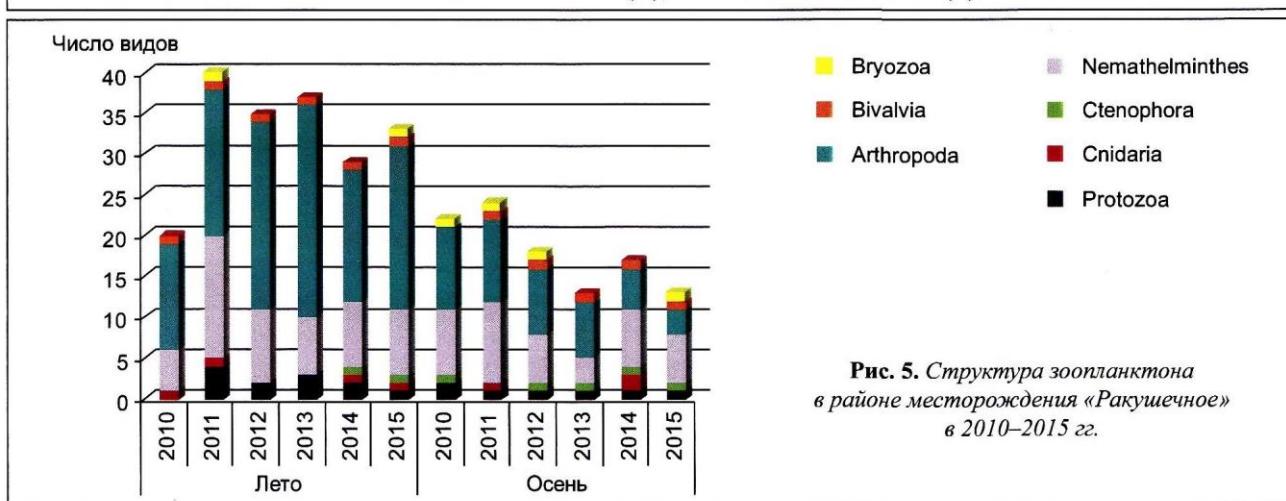
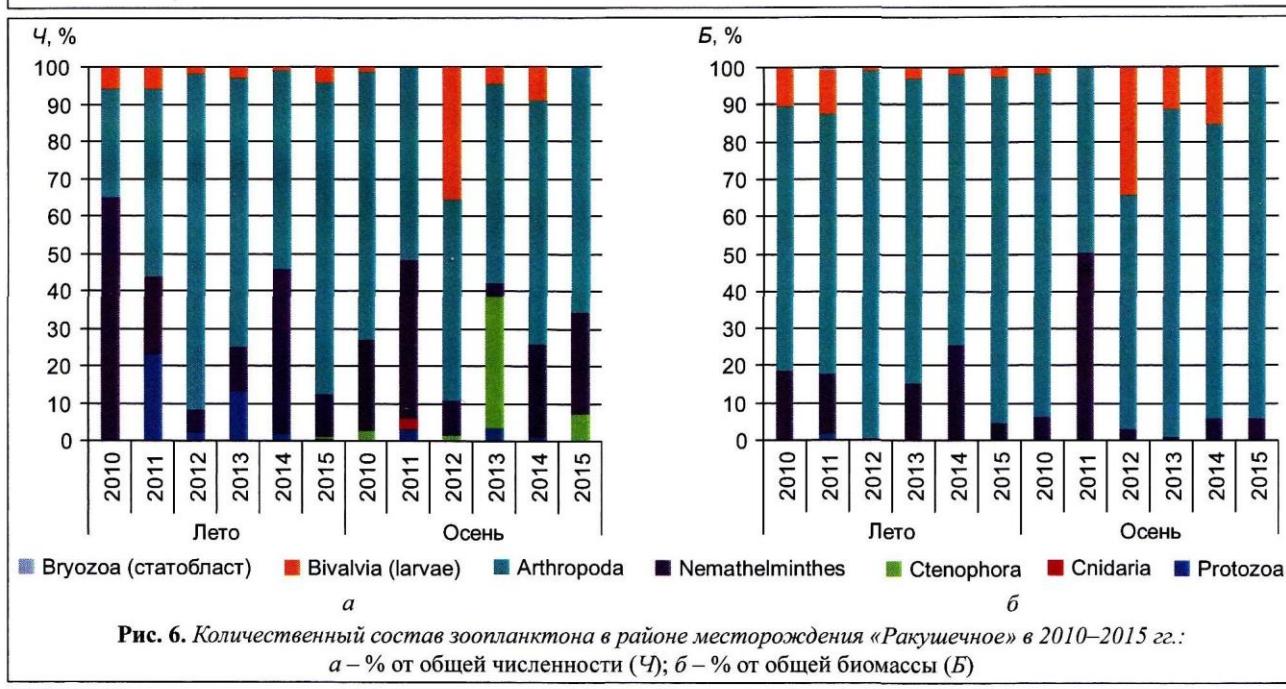


Рис. 5. Структура зоопланктона
в районе месторождения «Ракушечное»
в 2010–2015 гг.



ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ

Зеленые водоросли имели меньшее значение по сравнению с предыдущими группами, тем не менее они составляли значительную часть численности фитопланктона (9,6...39,4 %). Из этого отдела водорослей наиболее многочисленным был *Ankistrodesmus pseudomirabilis* var. *spiralis*, его численность осенью 2012 г. достигала 229,5 млн экз./м³, а в остальные периоды исследований составляла в 12,2...49,0 млн экз./м³, за исключением лета 2012 и 2013 гг. (6,6 и 0,9 млн экз./м³). Также высокая численность отмечалась для видов – *Binuclearia lauterbornii*, *Scenedesmus quadricauda* и *Mougeotia* sp. Что касается *Rhizosolenia calcar-avis*, численность которой была высока в нейстоне, в планктоне этот вид образовывал в основном более разреженные концентрации.

Основу биомассы фитопланктона составляли диатомовые (19,7...86,1 %) и сине-зеленые (7,5...66,0 %) водоросли. Среди них следует отметить морской вид диатомовых – *Rhizosolenia calcar-avis*, биомасса этой водоросли летом 2011 г. составляла 3 г/м³ (92,8 % биомассы группы и 76,4 % всего фитопланктона). Из диатомового фитопланктона массовыми были также *Cyclotella meneghiniana* (до 235 мг/м³), *Actinocyclus ehrenbergii* (до 160 мг/м³), *Thalassionema nitzschiooides* (до 150 мг/м³) и *Fragilaria capucina* (до 47 мг/м³), из синезеленого – *Oscillatoria* sp. (до 489 мг/м³), *Microcystis aeruginosa* (до 143 мг/м³), *Aphanizomenon flos-aquae* (до 41 мг/м³).

Зоопланктон. Видовой состав планктонных беспозвоночных был значительно беднее по сравнению с растительным планктом (рис. 5). В районе исследований в 2010–2015 гг. в пробах зоопланктона отмечалось от 13 до 40 таксонов животных. При этом летом зоопланктон (более 20 таксонов) был более разнообразным, чем осенью (менее 24 таксонов).

Наибольшее число видов на протяжении всего анализируемого периода исследований регистрировалось среди членистоногих (Arthropoda) за счет разнообразия ракообразных. Среди последних встречались ветвистоусые (1...15 таксонов), веслоногие (2...9 таксонов), усоногие, ракушковые и десятиногие раки (по 1 таксону). Большое число видов отмечалось и в составе круглых червей (Nemathelminthes), в основном это коловратки (3...15 таксонов). Также в зоопланктонных пробах встречались простейшие (1...4 таксона), книдарии (1...2 таксона), гребневик, личинки моллюсков и статобласти мшанок.

В оба сезона наблюдений в зоопланктоне доминировали артроподы и немательминты (рис. 6). Среди перв-

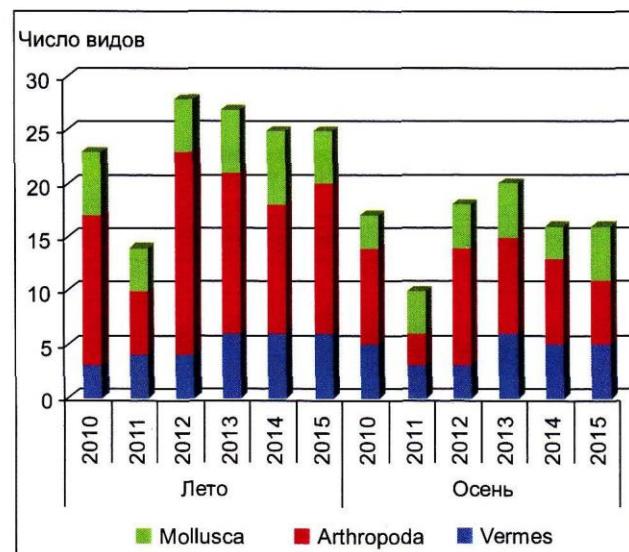


Рис. 7. Структура зообентоса в районе месторождения «Ракушечное» в 2010–2015 гг.

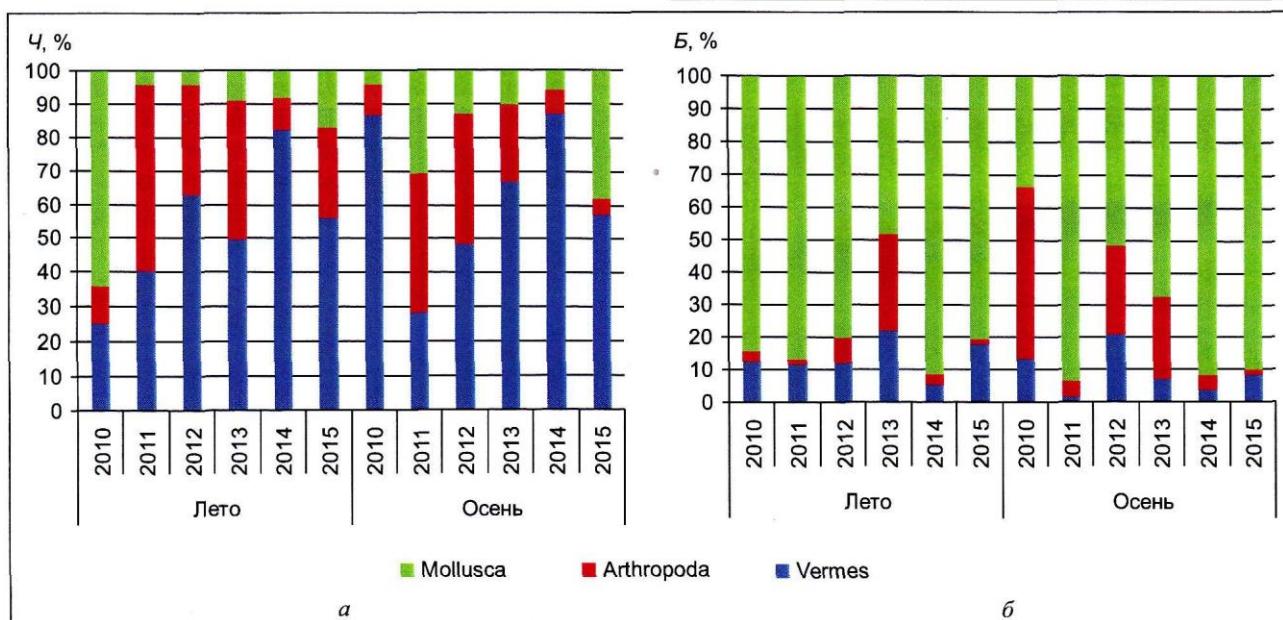


Рис. 8. Количественный состав зоопланктона в районе месторождения «Ракушечное» в 2010–2015 гг.: а – % от общей численности (Ч); б – % от общей биомассы (Б)

вых количественное превосходство было у веслоногих. Они развивались по сравнению с другими группами организмов интенсивно как летом ($6,5\ldots18,7$ тыс. экз./ m^3 , $42,4\ldots100,1$ мг/ m^3), так и осенью ($1,4\ldots14,7$ тыс. экз./ m^3 , $4,6\ldots69,2$ мг/ m^3), составляя более 40 % общей численности и биомассы зоопланктона. В этой группе ракообразных основную долю (более 90 %) численности и биомассы составляла *Acartia tonsa*, встречавшаяся на разных стадиях развития. Средняя плотность распределения организма была высокой – более 10 тыс. экз./ m^3 и более 39 мг/ m^3 (2010 г., летние периоды 2011 и 2013–2015 гг.). Ветвистоусые ракообразные наблюдались главным образом в летний период. Их численность и биомасса летом составляли $0,1\ldots28,3$ тыс. экз./ m^3 и $4,9\ldots415,9$ мг/ m^3 , соответственно, осенью снижаясь до $0,3\ldots34,3$ экз./ m^3 и $0\ldots0,7$ мг/ m^3 . Среди этой группы зоопланктона отметим *Bosmina longirostris*, вспышка развития которого отмечена летом 2012 г. (в среднем 26,3 тыс. экз./ m^3 , 368,8 мг/ m^3).

Представители класса Rotatoria (тип Nemathelminthes) являлись второй по значимости группой зоопланктона. Количественные показатели коловраток летом в среднем в 4,6 раза были выше осенних. По акватории исследований их численность в летне-осенний период 2010–2015 гг. составляла $0,09\ldots38,06$ тыс. экз./ m^3 , биомасса – $0,07\ldots30,96$ мг/ m^3 . Из коловраток преобладали *Brachionus plicatilis*, *Brachionus quadridentatus*, *Keratella tropica*, *Asplanchna priodonta*.

Помимо перечисленных выше групп беспозвоночных в зоопланктоне были также отмечены простейшие и личинки донных животных – *Cirripedia* и *Bivalvia*.

Численность простейших колебалась от 0,012 до 7,23 тыс. экз./ m^3 . Среди их представителей высокая численность *Vorticella* sp. отмечалась летом 2011 и 2013 гг. ($7,2$ и $3,1$ тыс. экз./ m^3) и *Zoothamnium pelagicum* – летом 2012 и 2013 гг. ($0,9$ и $0,8$ тыс. экз./ m^3). Плотность распределения личинок моллюсков колебалась от 1 экз. до 3,4 тыс. экз., усоногих раков – от 4 экз. до 2,8 тыс. на 1 m^3 , максимальная концентрация первых отмечалась летом 2010 г., вторых – в 2014 г.

Зообентос. Видовой состав донных беспозвоночных в районе месторождения «Ракушечное» в летне-осенний период 2010–2015 гг. включал от 7 до 28 таксонов (черви, членистоногие, моллюски), при этом наибольшее разнообразие зообентоса наблюдалось в летний период (рис. 7).

В период наблюдений наибольшим числом видов отличались членистоногие (до 19 таксонов), среди которых были усоногие, кумовые, десятиногие раки, гаммариды, мизиды и корофииды. Черви (6 таксонов) были представлены кольчатыми и круглыми червями, из моллюсков в обследованном районе было встречено 10 видов.

На протяжении всего периода исследований численность зообентоса формировали в основном черви ($25,2\ldots87,1$ %) (рис. 8). Среди них, несомненно, преобладали два вида – *Hediste diversicolor* и *Oligochaeta* sp., составлявших от 81,4 до 99,4 % их численности. Интенсивное развитие этих видов в 2014 г. (в сумме 5,6 и

2,9 тыс. экз./ m^2 летом и осенью, соответственно) обусловило максимум численности всех червей ($6,78$ и $3,0$ тыс. экз./ m^2) по сравнению с другими годами.

Моллюски ($3,9\ldots63,7$ % общей численности зообентоса) и членистоногие ($4,9\ldots55,2$ %) в основном уступали червям по численности. Исключение составили летние периоды 2010 г., когда лидировали моллюски, и 2011 г., когда преобладали членистоногие. Численность моллюсков формировали в большей степени *Abra ovata* (42 %) и *Mytilaster lineatus* (22 %), которые состояли на 97 % из молодых особей, размером до 3 мм, при этом на более мелководных станциях (до 6 м) их численность была в среднем в 6,6 раза выше по сравнению с приглубой частью района (6…10 м). Из членистоногих более многочисленными были ракообразные отряда Cumacea (*Schizorhynchus bilamellatus*, *Pterocuma pectinata*, *Stenocuma graciloides*).

Биомассу зообентоса, напротив, формировали в основном моллюски ($33,3\ldots96,9$ %). Высокие биомассы моллюсков (в среднем более 30 г/ m^2) регистрировались летом 2012 и 2014 гг. и осенью 2011, 2013 и 2014 гг.

Из 10 видов моллюсков, встречавшихся в районе месторождения, в основном 3 вида определяли их биомассу – это *Abra ovata*, *Cerastoderma lamarcki* и *Didacna protracta*. Минимальной биомасса моллюсков, как и всего зообентоса, была осенью 2010 г. В этот период большую часть массы зообентоса составляли ракообразные (53,3 % общей биомассы зообентоса), главным образом кумовые раки – *Pterocuma pectinata*, *Stenocuma graciloides* (в сумме 37,7 % биомассы ракообразных) и гаммариды – *Stenogammarus similis* (63 %).

Динамика количественных показателей гидробионтов

Гидробиологические исследования, проведенные в 2010–2015 гг. на акватории моря в районе месторождения «Ракушечное», показали, что количественные характеристики нейстона, планктона и бентоса испытывали значительные колебания (таблица).

Численность фитонейстона колебалась от 60,9 тыс. до 7,3 млн экз./ m^3 , но, несмотря на то, что максимальный показатель отмечался в летний период 2013 г., некоторое повышение численности от лета к осени прослеживалось. Биомасса растительного нейстона в разные периоды исследований составляла $0,17\ldots30,96$ мг/ m^3 . От лета к осени также отмечался явный рост биомассы фитонейстона – в среднем в 1,8 раза. Максимальных величин численность и биомасса фитонейстона достигали в 2013 г., вследствие интенсивного развития зеленых водорослей летом и диатомовых – осенью.

Количественные характеристики фитопланктона изменились также довольно в широком диапазоне: общая численность фитопланктона – от 237,6 до 1350,1 млн экз./ m^3 , биомасса – от 0,3 до 3,9 г/ m^3 . Максимумы численности фитопланктона отмечались в 2012 г. Биомасса водорослей наибольших величин достигала летом 2011 и 2012 гг. ($1,5\ldots3,9$ г/ m^3), а в остальные периоды не превышала 1 г/ m^3 .

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ

Многолетние изменения численности и биомассы растительного нейстона, планктона и зообентоса в районе месторождения «Ракушечное»

Годы	Численность				Биомасса			
	фитонейстона, тыс. экз./м ³	фитопланктона, млн экз./м ³	зоопланктона, тыс. экз./м ³	зообентоса, экз./м ²	фитонейстона, мг/м ³	фитопланктона, мг/м ³	зоопланктона, мг/м ³	зообентоса, г/м ²
Лето								
2010	60,9	245,0	58,2	7305	0,2	302,0	164,1	24,6
2011	230,9	349,9	30,9	1304	3,9	3927,9	70,7	12,2
2012	730,0	793,6	39,2	4195	3,9	1486,0	467,2	39,6
2013	7337,5	426,1	28,8	4030	20,8	672,1	151,7	29,4
2014	335,5	373,9	35,0	8186	3,0	399,4	101,6	38,3
2015	652,4	607,8	13,9	2922	3,6	977,3	103,9	14,4
Осень								
2010	320,7	1141,6	20,8	1094	3,4	1125,1	76,1	4,5
2011	675,9	1350,1	7,5	526	6,7	909,2	40,6	34,2
2012	63,1	420,3	4,4	1018	6,7	614,9	23,1	15,7
2013	5129,0	371,6	2,6	3047	31,0	621,2	5,3	48,5
2014	1118,3	283,9	9,5	3486	1,8	615,0	28,2	41,3
2015	2178,6	237,6	12,5	1525	13,6	745,2	42,5	17,3

Общая численность и биомасса зоопланктона в анализируемые годы менялись от 2,6 до 58,2 тыс. экз./м³ и от 5,3 до 467,2 мг/м³, соответственно. Летние концентрации планктонных беспозвоночных превышали осенние: численность – в среднем в 3,6 раза, биомасса – в 4,9 раза. Наибольшая численность зоопланктона зарегистрирована в 2010 г. и биомасса – в 2012 г.

Численность донных беспозвоночных в 2010–2015 гг. составляла 0,53...8,19 тыс. экз./м², биомасса – 4,5...48,5 г/м². Численность зообентоса летом значительно превышала осенние показатели (в среднем в 2,6 раза). Интенсивное развитие организмов бентоса отмечалось летом 2010 и 2014 гг. (7,3...8,2 тыс. экз./м²).

Заключение

Гидробиологические исследования в районе месторождения «Ракушечное» в 2010–2015 гг. показали довольно богатое разнообразие флоры и фауны этого небольшого по площади района Северного Каспия. В то же время среди множества видов нейстона, планктона и бентоса в количественном отношении имеют значение в основном не более двух десятков видов. Среди водорослей это – *Oscillatoria sp.*, *Rhizosolenia calcareavis*, *Binuclearia lauterbornii*, *Mougeotia sp.*, *Cyclotella meneghiniana*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Thalassio nema nitzschiooides*, *Fragilaria capucina*; среди беспозвоночных планктона – *Acartiat onsa*, *Bosmina longirostris*, *Brachionus plicatilis*, *Brachionus quadridentatus*, *Keratell atropica*, *Asplanchna priodonta* и бентоса – *Hediste diversicolor*, *Oligochaeta sp.*, *Abra ovata*, *Mytilaster lineatus*, *Cerastoderma lamarckii*, *Didacna protracta*.

В заключение следует отметить, что хотя материалы мониторинга продемонстрировали высокую изменчивость фито- и зооценозов данной акватории в 2010–

2015 гг., она не выходила за рамки многолетних величин. Негативного влияния разведочных работ на структуре «Ракушечная» на гидробионтов в этот период не было выявлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря. – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2000. – 100 с.
2. Загрязнение донных отложений северо-западной части Каспийского моря углеводородами и стойкими органическими загрязнителями / Е.В. Островская [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2014. – Т. 9, № 4. – С. 129–131.
3. Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. – М.: Наука, 1986. – 261 с.
4. Катунин Д.Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2014. – 478 с.
5. Моисеенко Т.И. Водная токсикология. Теоретические и прикладные аспекты. – М.: Наука, 2009. – 400 с.
6. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: Изд-во ВНИРО, 1997. – 350 с.
7. Программа производственного экологического мониторинга ОАО НК «ЛУКОЙЛ» на Северном Каспии. – Астрахань: ОАО «ЛУКОЙЛ», 2002. – 34 с.
8. Программа производственного экологического мониторинга и контроля в период строительства и эксплуатации объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина. – Астрахань: ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», 2010. – 10 с.
9. Производственный экологический мониторинг в районах морской нефтегазодобычи в условиях нестабильной экологической обстановки / А.А. Курапов [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2007. – № 4. – С. 6–12.
10. Caspian Environment Programme. Transboundary diagnostic analysis. CEP I Phase. 2002. URL: <http://projects.inweh.unu.org>.

- edu/inweh/report.php?ListType=ProjectDocumentAjax&ID=37.
11. OGP. Offshore Environmental Monitoring for the Oil & Gas Industry. OGP: Report No. 457. – 2012.
12. Slooff W., De Zwart D. Bio-indicators and chemical pollution of surface waters // Environmental Monitoring and Assessment. – 1983. – Vol. 3, Issue 3. – P. 237–245.
13. Some Considerations about Bioindicators in Environmental Monitoring / R. Gadzala-Kopciuch [et al.] // Polish J. of Environmental Studies. – 2004. – Vol. 13, № 5. – P. 453–462.
- LITERATURA
1. Ivanov V.P. Biologicheskie resursy Kaspiyskogo morya. – Astrakhan': Izd-vo KaspNIRKh, 2000. – 100 s.
2. Загрязнение Азовского, Каспийского и Черного морей. Части I–III. Kaspiyskogo morya uglevodorodami i stoykimi organicheskimi zagryaznителями / E.V. Ostrovskaya [i dr.] // Yug Rossii: ekologiya, razvitiye. – 2014. – T. 9, № 4. – S. 129–131.
3. Kaspiyskoe more. Ikhtiofauna i promyslovye resursy. – M.: Nauka, 1986. – 261 s.
4. Katunin D.N. Gidroekologicheskie osnovy formirovaniya ekosistemnykh protsessov v Kaspiyskom more i del'te reki Volgi. – Astrakhan': Izd-vo KaspNIRKh, 2014. – 478 s.
5. Moiseenko T.I. Vodnaya toksikologiya. Teoreticheskie i prikladnye aspekty. – M.: Nauka, 2009. – 400 s.
6. Patin S.A. Ekologicheskie problemy osvoeniya neftegazovykh resursov morskogo shel'fa. – M.: Izd-vo VNIRO, 1997. – 350 s.
7. Programma proizvodstvennogo ekologicheskogo monitoringa OAO NK «LUKOYL» na Severnom Kaspii. – Astrakhan': OAO «LUKOYL», 2002. – 34 s.
8. Programma proizvodstvennogo ekologicheskogo monitoringa i kontrolya v period stroitel'stva i ekspluatatsii ob"ektorov obustroystva mestorozhdeniya im. Yu. Korchagina. – Astrakhan': OOO «LUKOYL–Nizhnevolzhskneft», 2010. – 10 s.
9. Proizvodstvennyy ekologicheskiy monitoring v rayonakh morskoy neftegazodobychi v usloviyah nestabil'noy ekologicheskoy obstanovki / A.A. Kurapov [i dr.] // Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. – M.: OAO «VNIIOENG», 2007. – № 4. – S. 6–12.
10. Caspian Environment Programme. Transboundary diagnostic analysis. CEP I Phase. 2002. URL:<http://projects.inweh.unu.edu/inweh/report.php?ListType=ProjectDocumentAjax&ID=37>.
11. OGP. Offshore Environmental Monitoring for the Oil & Gas Industry. OGP: Report No. 457. – 2012.
12. Slooff W., De Zwart D. Bio-indicators and chemical pollution of surface waters // Environmental Monitoring and Assessment. – 1983. – Vol. 3, Issue 3. – P. 237–245.
13. Some Considerations about Bioindicators in Environmental Monitoring / R. Gadzala-Kopciuch [et al.] // Polish J. of Environmental Studies. – 2004. – Vol. 13, № 5. – P. 453–462.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТАТЬЯХ

УДК 550.8:504.064.4

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ ОБРАБОТКА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ НА СЕВЕРНОМ КАСПИИ (с. 6)

Андрей Германович Алексеев, канд. геол.-минер. наук,
Александр Васильевич Фирсов

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1/2.
Тел./факс: (8512) 40-29-51.
E-mail: Andrej.Alexeev@lukoil.com

Проявления малоглубинных скоплений и каналов миграции свободного газа в грунтовой толще на Северном Каспии являются одним из наиболее опасных факторов при строительстве морских сооружений и бурении верхних интервалов геолого-поисковых скважин. При проведении геотехнических работ на площадках инженерных изысканий идентификация геологических опасностей для установки СПБУ и бурения выполняется с использованием двухчастотного сейсмоакустического профилирования и сейсморазведки высокого разрешения. В то же время детальный анализ материалов сейсморазведки 3D позволяет существенно снизить воздействие на окружающую среду и повысить безопасность постановки СПБУ на точку бурения, что также минимизирует экологические риски при проведении работ. В работе рассматриваются возможности использования данных сейсморазведки 3D для анализа опасных явлений в грунтах и оценки безопасности бурения геолого-поисковых скважин в интервале глубин от 150 до 800 м.

Ключевые слова: Каспийское море; геолого-разведочные работы; сейсморазведка 3D; геологическая эффективность; экологическая безопасность; воздействие на окружающую среду.

УДК 504.062.2:504.064.36

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ОСВОЕНИИ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (с. 13)

Наталья Викторовна Попова, канд. биол. наук

ООО «Каспийская нефтяная компания»
414014, Россия, г. Астрахань, просп. Губернатора Анатолия Гужвина, 10.
Тел.: +7 (8512) 39-56-16.
E-mail: popovaNN@caspoil.com;

Сергей Константинович Монахов, канд. геогр. наук
ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»
414045, Россия, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14.
Тел.: +7(8512)30-34-50.
E-mail: kaspmniz@mail.ru;

Алексей Александрович Курапов, д-р биол. наук
ООО «НИИ экологии южных морей»
414024, Россия, г. Астрахань, пл. Свободы, 45.
Тел.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: umeko@mail.ru;

Степан Алексеевич Зубанов, канд. техн. наук

ООО «Научно-исследовательский институт проблем Каспийского моря»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Кирова, 12/10а.
Тел.: +7 (8512) 60-07-53.
E-mail: iprocsm@mail.ru

Приведен обзор современного российского законодательства, регулирующего организацию и проведение производственного экологического мониторинга (ПЭМ) при освоении морских месторождений углеводородов. Анализ показал, что, несмотря на значительное расширение нормативно-правовой базы мониторинга в последние годы, она все еще остается несовершенной. Одними из основных недостатков существующей системы являются отсутствие нормативно закрепленного определения целей и задач ПЭМ, неоднозначность требований к видам мониторинга и перечню наблюдаемых параметров, изложенных в многочисленных нормативно-технических документах. Размытость целей ПЭМ приводит к тому, что нормативные акты уделяют больше внимания не анализу его результатов, а форме их представления. Поскольку основным результатом ПЭМ, в сущности, является оценка соблюдения природоохраных требований и эффективности природоохранных мероприятий, проводимых нефтегазовыми компаниями при освоении месторождений, постепенное укрепление его контрольных функций и включение в систему производственного экологического контроля, предпринимаемое в последнее время законодателем, представляется оправданным и необходимым.

Ключевые слова: экологический мониторинг; морские месторождения углеводородов; российское законодательство.

УДК 628.543.94:665.61

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА НЕГАТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ МОРСКИХ СУДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (с. 21)

Алексей Владимирович Кузин, канд. геогр. наук

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1.
Тел.: +7(8512)40-29-51.
E-mail: aleksej.kuzin@lukoil.com;

Сергей Константинович Монахов, канд. геогр. наук
ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»
414024 Россия, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14.
Тел.: +7 (8512) 30-34-70.
E-mail: kaspmniz@mail.ru;

Алексей Александрович Курапов, д-р биол. наук
ООО «НИИ экологии южных морей»
414024, Россия, г. Астрахань, пл. Свободы, 45.
Тел.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: umeko@mail.ru;

Степан Алексеевич Зубанов, канд. техн. наук
ООО «Научно-исследовательский институт проблем Каспийского моря».

414000, Россия, г. Астрахань, ул. Кирова, 12/10а.
Тел.: +7 (8512) 60-07-53.
E-mail: iprocsm@mail.ru

При освоении морских нефтегазовых месторождений большое внимание уделяется организации и проведению ПЭК на нефтегазовых объектах, а суда обеспечения (исследовательские, транспортные, спасательные и т. д.) остаются без внимания, хотя загрязнение моря с этих судов может превышать таковое от нефтегазовых объектов.

Цель работы состояла в систематизации нормативно-правовой базы и разработке типовой программы производственного экологического контроля за негативным воздействием на окружающую среду судов обеспечения (ПЭКМС). Предметами ПЭКМС являются соблюдение природоохраных требований и выполнение природоохраных мероприятий, основным объектом – разрешительная, техническая и отчетная документация.

По отношению к каждому из видов контроля (контроль за загрязнением атмосферного воздуха, контроль за загрязнением морской среды сточными водами, контроль в области обращения с отходами и контроль за вредным физическим воздействием на окружающую среду) программа ПЭКМС определяет перечень объектов контроля и периодичность его проведения. ПЭКМС осуществляется в форме инспекционного контроля службой охраны окружающей среды нефтегазовой компании.

Высказанные в статье практические рекомендации по организации и проведению ПЭКМС призваны повысить уровень экологической безопасности морского нефтегазового комплекса.

Ключевые слова: Производственный экологический контроль (ПЭК); морские нефтегазовые месторождения; воздействие на окружающую среду; загрязнение с судов.

УДК 504.062:502.2

РАЙОНИРОВАНИЕ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ ПО УСЛОВИЯМ НАКОПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ (с. 26)

Алексей Александрович Курапов, д-р биол. наук
ООО «НИИ экологии южных морей»
414024, Россия, г. Астрахань, пл. Свободы, 45.
Тел.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: ymeko@mail.ru;

Лариса Вячеславовна Дегтярева
ФГУП «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»
414056, Россия, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1.
Тел.: +7(8512) 25-76-46.
E-mail: dlgru@mail.ru

В статье представлено районирование Северного Каспия по условиям формирования донных отложений органическим материалом. К районам, органическое вещество которых имеет преимущественно аллохтонное происхождение, относятся северная часть устьевого взморья р. Волги с глубинами до 5 м на западе и до 4 м на востоке. К районам, где накопление органики зависит в основном от поступления автотронного органического вещества, относятся глубоководная акватория, расположенная за изобатой 8 м на западе и 5 м на востоке. Промежуточное положение занимает область с

глубинами 5...8 м на западе и 4...5 м на востоке, для осадков которой характерны черты смешанного питания. Поскольку с органическим веществом связаны, как правило, пути миграции многих загрязняющих веществ, в том числе углеводородов, такое районирование представляет определенный интерес с точки зрения планирования мероприятий по защите окружающей среды при проведении нефтегазодобывающих работ на Северном Каспии.

Ключевые слова: органическое вещество; органический углерод; Северный Каспий; донные отложения; районирование.

УДК 504.062; 504.054

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ВОД РОССИЙСКОГО СЕКТОРА НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ (с. 30)

Елена Васильевна Островская, канд. геогр. наук,
Мария Владимировна Войнова, канд. биол. наук
ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»
414045, Россия, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14.
Тел.: +7(8512)30-34-70.
E-mail: eostrovskaya@mail.ru.
E-mail: kaspmniz@mail.ru

Представлена оценка современного уровня загрязнения морской среды российского сектора недропользования Каспийского моря (РСНП) тяжелыми металлами (ТМ). Проведен анализ данных за период 2012–2014 гг., полученных в рамках «Программы мониторинга трансграничных водных объектов Каспийского моря на 2012–2014 гг.» Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Материалы мониторинга показывают, что в водах исследуемой акватории наблюдаются превышающие установленные ПДК концентрации железа (до 5,4 ПДК), меди (до 6,24 ПДК), никеля (до 9,5 ПДК), цинка (до 1,9 ПДК) и свинца (до 2,7 ПДК). Концентрации марганца, кадмия и ртути в 2012–2014 гг. не превышали рыбохозяйственных нормативов. По индексу загрязнения металлами воды исследуемой акватории относятся, в основном, к классу «среднезагрязненных». Корреляционный анализ показал наличие статистически значимых связей между содержанием меди и ртути в придонном слое воды. Для других металлов не было обнаружено корреляционных зависимостей. Это, по всей вероятности, свидетельствует о широком спектре источников ТМ на акватории РСНП и различных биогеохимических процессах, в которых они участвуют в морской среде. Полученные данные могут использоваться в качестве фоновых при оценке воздействия на морскую среду производственных работ на нефтегазовых месторождениях РСНП.

Ключевые слова: Каспийское море; тяжелые металлы; загрязнение металлами; индекс загрязнения металлами; морская среда.

УДК 504.06

УГЛЕВОДОРОДЫ ВО ВЗВЕШЕННОМ ВЕЩЕСТВЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ (с. 34)

Елена Васильевна Островская, канд. геогр. наук

ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»
414045, Россия, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14.
Тел.: +7(8512)30-34-70.
E-mail: eostrovskaya@mail.ru;

Инна Абрамовна Немировская, д-р хим. наук,
Нина Владимировна Козина, канд. геол.-минер. наук
ФГБУ «Институт океанологии РАН им. П.П. Ширшова»
117997, Россия, Москва, Нахимовский просп., 36.
Тел.: +7 (495) 380-41-50.
E-mail: nemir@ocean.ru

В работе представлены результаты анализа содержания углеводородов во взвеси и донных осадках, отобранных в 2014 и 2015 гг. в северо-западной части Каспийского моря с целью определения происхождения углеводородов и роли антропогенной составляющей в общем углеводородном фоне. В районе предполагаемых «грифоновых образований» у дагестанского побережья осадки отличались низким содержанием органических соединений. Аномальный состав ПАУ, в котором доминировал нафталин, может указывать на нефтяное происхождение углеводородов в этом районе. Высокие концентрации АУВ во взвеси поверхностных вод и их латеральная изменчивость также могут указывать на их нефтяное происхождение, скорее всего, обусловленное загрязнением. В донных осадках концентрации АУВ соответствуют фоновым уровням. Однако довольно высокое их содержание в восточной части района и в глубоководных осадках может быть обусловлено влиянием флюидных потоков из осадочной толщи на формирование их концентраций и состава.

Ключевые слова: Каспийское море; алифатические углеводороды; полиароматические углеводороды; взвесь; донные отложения.

УДК 504.054; 504.453

КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВОДОТОКОВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ В РАЙОНЕ ЦЕНТРАЛЬНО-АСТРАХАНСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (с. 40)

Сергей Николаевич Колокольцев
ООО «ЛУКОЙЛ-Приморьеенфтегаз»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1/2.
Тел.: +7(8512) 40-23-96.
E-mail: Sergej.Kolokoltsev@lukoil.com;

Елена Васильевна Островская, канд. геогр. наук
ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»
414045, Россия, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14.
Тел.: +7(8512)30-34-70.
E-mail: eostrovskaya@mail.ru;

Евгений Валерьевич Колмыков, канд. биол. наук
ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1.
Тел.: +7(8512)40-29-51.
E-mail: Evgeny.Kolmykov@lukoil.com

В работе приводятся данные о состоянии и уровне загрязнения водных объектов, расположенных в районе Центрально-Астраханского газоконденсатного месторождения (лицен-

зионный участок «Пойменный» ООО «ЛУКОЙЛ-Приморье-нефтегаз»), перед началом эксплуатационных работ. Для анализа были использованы материалы производственного экологического мониторинга, проведенного в 2015 г. Поскольку в этот период какие-либо производственные работы не проводились, данные экологического мониторинга отражают уровень загрязненности водных объектов, не связанный с деятельностью по освоению месторождения. В исследуемый период наименее загрязненными по большинству анализируемых показателей были воды р. Волги, высокий уровень загрязнения был характерен для вод и донных осадков малопроточных ериков Чураковского и Самарцева. В целом, качество поверхностных вод обследованных водных объектов не выходило за рамки среднемноголетних величин, сложившихся в последние годы для водоемов Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги.

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма; производственный экологический мониторинг; качество вод; загрязнение донных отложений; тяжелые металлы; нефтепродукты; СПАВ; фенолы.

УДК 504.064

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМ. Ю. КОРЧАГИНА В 2014 ГОДУ (с. 49)

Алексей Владимирович Кузин, канд. геогр. наук,
Ольга Ивановна Бакун, канд. биол. наук

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1.
Тел.: +7(8512)40-29-51.
E-mail: aleksej.kuzin@lukoil.com,
Olga.Zornikova@lukoil.com;

Владимир Борисович Ушивцев, канд. биол. наук
Каспийский филиал ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова» РАН
414056, Россия, г. Астрахань, ул. Савушкина, 6.
Тел.: +7 (8512) 54-45-59.
E-mail: caspy@bk.ru;

Галина Анатольевна Монахова, канд. биол. наук
ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»
414024, Россия, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14.
Тел.: +7(8512) 30-34-70.
E-mail: kaspniz@mail.ru;

Роза Ивановна Умербаева, канд. биол. наук,
Леонид Федорович Непоменко
ООО «НИИ экологии южных морей»
414024, Россия, г. Астрахань, пл. Свободы, 45.
Тел.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: umeko@mail.ru

В работе освещаются результаты производственного экологического мониторинга, выполненного в 2014 г. в районе месторождения им. Ю. Корчагина ОАО НК «ЛУКОЙЛ». Основное внимание уделяется выявлению и оценке техногенного воздействия на морскую среду, для чего используются математико-статистические и графоаналитические методы анализа пространственного распределения гидрохимических и литолого-химических параметров. В качестве крите-

рия воздействия рассматривалась значимость и достоверность различий (аберраций) между центром и периферией импактных полигонов по состоянию и загрязненности морской среды. Установлено наличие aberrаций у параметров, не подверженных техногенному воздействию (температура, соленость морской воды); повышенное число aberrаций у физико-химических параметров, не имеющих отношения к химическому загрязнению (например, биогенные элементы); разнонаправленный характер aberrаций у загрязняющих веществ, указывающий не только на возможное загрязнение, но и на возможное очищение морской среды вблизи объектов обустройства; низкая значимость выявленных отклонений, которые во всех случаях оценивались как слабые. Таким образом, воздействие объектов обустройства месторождения им. Ю. Корчагина на морскую среду следует оценивать как слабое, неустойчивое, локальное и не влияющее на качество морской среды для гидробионтов, что подтверждается данными гидробиологических наблюдений и результатами биотестирования морской среды.

Ключевые слова: Северный Каспий; лицензионный участок; производственный экологический мониторинг; загрязнение морской среды; выявление и оценка техногенного воздействия.

УДК 504.064.2; 504.746

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ЖИВОТНОГО МИРА ПРИ ОСВОЕНИИ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (с. 55)

Евгений Валерьевич Колмыков, канд. биол. наук
ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1/2.
Тел.: +7 (8512) 40-27-47.
E-mail: Evgeny.Kolmykov@lukoil.com;

Татьяна Викторовна Васильева, канд. биол. наук
ФГУП «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1.
Тел./факс: +7 (8512) 25-86-36 / 25-25-81.
E-mail: kaspnirh@mail.ru;

Галина Анатольевна Монахова, канд. биол. наук,
Карина Ибрагимовна Асаева
ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр»
414045, Россия, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14.
Тел.: +7 (8512) 30-34-70.
E-mail: kaspmnz@mail.ru;

Дмитрий Владимирович Кашин
ФГУП «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1.
Тел.: +7 (8512) 25-86-36.
E-mail: kaspnirh@mail.ru

Для решения задач в области охраны животного мира при освоении морских нефтегазовых месторождений, таких, как оценка уязвимости морской биоты к воздействию нефтегазодобычи и оценка возможного ущерба от аварийных разливов нефти, предложен новый способ пространственного анализа распределения гидробионтов с использованием вероятност-

но-статистического подхода. Материалами для исследования послужили данные о биомассе зоопланктона в западной части Северного Каспия в период 1961–2012 гг. (май–июнь). С использованием этих данных были построены карты пространственного распределения не только средних значений биомассы зоопланктона в западной части Северного Каспия, но и его биомассы различной обеспеченности (1, 2, 3, 5, 10, 15, 25, 50, 75, 100 %). На основе сравнительного анализа картографических материалов с применением ГИС-технологий определены особенности и установлены закономерности пространственного распределения при различных уровнях количественного развития зоопланктона применительно ко всему интервалу времени и отдельным периодам, соответствующим различным состояниям гидрологического режима моря. Результаты исследования могут быть использованы не только для решения природоохранных задач, но и для оценки биопродуктивности и рыбохозяйственной значимости исследуемой акватории.

Ключевые слова: Северный Каспий; морские нефтегазовые месторождения; пространственное распределение; гидробионы; зоопланктон; уязвимость морской биоты; оценка ущерба; вероятностно-статистический подход; гидрологический режим.

УДК 574.5; 504.746; 502.2.05

СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ В РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «РАКУШЕЧНОЕ» В СЕВЕРНОМ КАСПИИ (с. 61)

Роза Ивановна Умербаева, канд. биол. наук
ООО «Научно-исследовательский институт экологии южных морей»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Свердлова, 56.
Тел.: +7 (8512) 49-22-12.
E-mail: umeko@mail.ru;

Евгений Валерьевич Колмыков, канд. биол. наук
ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»
414000, Россия, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, 1.
Тел.: +7 (8512) 40-27-47.
E-mail: Evgeny.Kolmykov@lukoil.com;

Никита Борисович Водовский
Каспийский филиал ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова» РАН
414056, Россия, г. Астрахань, ул. Савушкина, 6.
Тел.: 8 (8512) 54-45-59.
E-mail: caspy@bk.ru

В статье приведен анализ видового состава и количественной структуры фитонейстона, фитопланктона, зоопланктона и зообентоса в районе месторождения «Ракушечное» в 2010–2015 гг., в период проведения разведочных работ. Численность фитонейстона колебалась от 60,9 тыс. до 7,3 млн экз./м³, биомасса – от 0,17 до 30,96 мг/м³. Общая численность фитопланктона менялась от 237,6 до 1350,1 млн экз./м³, биомасса – от 0,3 до 3,9 г/м³. От лета к осени также отмечался явный рост биомассы фитонейстона – в среднем в 1,8 раза. Общая численность и биомасса зоопланктона в анализируемые годы изменились от 2,61 до 58,19 тыс. экз./м³ и от 5,29 до 467,16 мг/м³, соответственно. Летние концентрации планкtonных беспозвоночных превышали осенние: численность – в среднем в 3,6 раза, биомасса – в 4,9 раза. Численность дон-

ных беспозвоночных в 2010–2015 гг. составляла 0,53...8,19 тыс. экз./м², биомасса – 4,5...48,5 г/м². Численность зообентоса летом значительно превышала осенние показатели (в среднем в 2,6 раза). Результаты исследований показали богатое видовое разнообразие водорослей и беспозвоночных, однако среди множества видов нейстона, планктона и бентоса в количественном отношении имеют значение в основном не более 2 десятков видов. Отмеченная высокая изменчивость

количественных показателей развития фито- и зооценозов данной акватории была в пределах многолетних значений. Негативного воздействия разведки на гидробионтов по данным мониторинга обнаружено не было.

Ключевые слова: Северный Каспий; месторождение; фитонейстон; фитопланктон; зоопланктон; зообентос; видовое разнообразие; численность; биомасса.

INFORMATION ON THE ARTICLES

UDC 550.8:504.064.4

APPLICATION OF HIGH-TECH PROCESSING AND INTERPRETATION OF 3D SEISMIC PROSPECTING DATA TO STRENGTHEN ENVIRONMENTAL SAFETY THROUGHOUT GEOLOGICAL AND ENGINEERING SURVEYS IN THE NORTHERN CASPIAN (p. 6)

Andrey Germanovich Alexeev, Cand. of geol.-mineral sci.,
Alexander Vasilievich Firsov

LLC «LUKOIL–Nizhnevolzhskneft»
1/2, Admiralteyskaya str., Astrakhan, 414000, Russian Federation.
Tel.: (8512) 40-29-51.
E-mail: Andrey.Alexeev@lukoil.com

The occurrence of low-depth free gas accumulation and migration channels in the bottom of the Northern Caspian is one of the most dangerous factors in the course of construction of offshore structures and exploratory top hole drilling. Throughout geotechnical operations, the geological hazards for jack-up rig installation and drilling are identified by means of dual-frequency seismic profiling and high-frequency seismic prospecting. The use of 3D seismic prospecting makes it possible to reduce the impacts on the environment and to increase the safety of jack-up rig installation on the drilling point, which also minimizes environmental risks in the course of drilling. The paper considers the opportunities of using 3D prospecting data to analyze the dangers and to assess the safety of prospecting wells drilling in the depth interval of 150...800 m.

Key words: the Caspian Sea; geological prospecting; 3D seismic prospecting; geological efficiency; environmental safety; environmental impact.

UDC 504.062.2:504.064.36

IMPLEMENTATION OF OPERATIONAL ENVIRONMENTAL MONITORING WHEN DEVELOPING OFFSHORE OIL AND GAS FIELDS (p. 13)

Natalia Viktorovna Popova, Cand. of biol. sci.

LLC «Caspian Oil Company»
10, Gubernator Anatoly Guzhvina prosp., Astrakhan, 414014, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 39-56-16.
E-mail: popovaNN@caspoil.com;

Sergey Konstantinovich Monakhov, Cand. of geograph. sci.
Caspian Marine Scientific and Research Center
14, Shiryaev str., Astrakhan, 414045, Russian Federation.
Tel.: +(8512)30-34-70.
E-mail: kaspmniz@mail.ru;

Alexey Alexandrovich Kurapov, Dr. of biol. sci.

LLC «Research Institute of the Southern Seas Environment»
45, Svobody square, Astrakhan, 414024, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: ymeko@mail.ru;

Stepan Alexeevich Zubanov, Cand. of techn. sci.

LLC «Research Institute of the Caspian Sea Problems»
12/10a, Kirov str., Astrakhan, 414000, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 60-07-53.
E-mail: iprociam@mail.ru

The paper reviews the Russian legislation that regulates organization and implementation of operational environmental monitoring (OEM) when developing offshore oil and gas fields. The analysis reveals the fact that despite the sufficient improvement of the monitoring regulatory framework during recent years, it is still far from being perfect. One of the main drawbacks of the existing system is the lack of regulatory-bound determination of OEM objectives and tasks, dubious requirements to the types of monitoring and the list of the observed parameters stated in numerous regulatory documents. The vagueness of OEM objectives leads to the fact that regulatory acts are mostly focused not on the OEM results analysis, but on the submission format. As the main OEM result is the assessment of compliance with the environmental requirements and efficiency of environmental activities conducted by oil and gas companies when developing fields development, progressive strengthening of its control functions and introduction of OEM into corporate environmental control system being discussed nowadays by legislators is justified and highly advisable.

Key words: environment monitoring; marine oil and gas fields; Russian legislation.

UDC 628.543.94:665.61

OPERATIONAL ENVIRONMENTAL CONTROL OF ADVERSE ENVIRONMENTAL IMPACT ON MARINE VESSELS EMPLOYED IN EXPLORATION AND DEVELOPMENT OF OFFSHORE OIL AND GAS FIELDS (p. 21)

Alexey Vladimirovich Kuzin, Cand. of geograph. sci.

LLC «LUKOIL–Nizhnevolzhskneft»
1/2, Admiralteyskaya str., Astrakhan, 414000, Russian Federation.
Tel.: (8512) 40-29-51.
E-mail: aleksej.kuzin@lukoil.com;

Sergey Konstantinovich Monakhov, Cand. of geograph. sci.

Caspian Marine Scientific and Research Center
14, Shiryaev str., Astrakhan, 414045, Russian Federation.

Tel.: +7 (8512)30-34-70.
E-mail: kaspnniz@mail.ru;

Alexey Alexandrovich Kurapov, Dr. of biol. sci.

LLC «Research Institute of the Southern Seas Environment»
45, Svoboda square, Astrakhan, 414024, Russian Federation.
Tel.: +7(8512) 49-23-00.
E-mail: ymeko@mail.ru;

Stepan Alexeevich Zubanov, Cand. of techn. sci.

LLC «Research Institute of the Caspian Sea Problems»
office 6, 12/10a, Kirov str., Astrakhan, 414000,
Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 60-07-53.
E-mail: iprociam@mail.ru

In the course of offshore oil and gas fields development, much attention is paid to organization and conducting of operational environmental monitoring (OEM) of oil and gas facilities whereas little attention is given to support vessels (research, transport, rescue boats, etc.), although the sea pollution produced by the vessels can exceed the pollution from oil and gas facilities.

The objective of the research was to systematize legal and regulatory background and to develop a standard program of operational environmental control of adverse environmental impact, produced by support vessels. The subject matter of the Program is compliance with environmental requirements and implementation of nature-conservation activities; the main object is the approved, technical and reporting documents.

The Program determines the list of objects to be controlled and control periodicity for every type of control (control of atmospheric pollution, control of sea water pollution with sewage water, waste management, and harmful effect on the environment). The Program is implemented as inspections carried out by environment protection department of an oil and gas company.

The practical recommendations on the organization and implementation of the Program suggested in the paper are aimed at improving the environmental safety of the offshore oil and gas complex.

Key words: operational environmental control (OEC); offshore oil and gas fields; impact on the environment; pollution from ships.

UDC 504.062:502.2

ZONING OF THE NORTHERN CASPIAN SEA BASED ON ORGANIC MATTER ACCUMULATION IN ITS BOTTOM SEDIMENTS (p. 26)

Alexey Alexandrovich Kurapov, Dr. of biol. sci.

LLC «Research Institute of the Southern Seas Environment»
45, Svoboda square, Astrakhan, 414024, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: ymeko@mail.ru;

Larisa Vyacheslavovna Degtyareva

«Caspian Research Institute of Fishery»
1, Savushkin str., Astrakhan, 414056, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 25-76-46.
E-mail: dlgru@mail.ru

The paper presents zoning of the Northern Caspian by organic matter sources and distribution in its bottom sediments. Three zones were identified. The first one is the northern part of Volga-river estuarine seaside with depth of more than 5 m in its western

part and of more than 4 m in its eastern part, where allochthonous organic matter predominates. Deep water area located behind the isobath of 8 m in the west and 5 m in the east refers to the zones, where organics accumulation mainly depends on autochthonous organic matter entry. The third zone with depth of 5...8 m in its western part and 4...5 m in its eastern part the sediments of which are characterized by mixed feeding is located between the two above-said ones. As migration routes of many contaminants, including hydrocarbons, are as a rule associated with organic matter such zoning is of some special interest from the point of view of planning environmental protection measures when conducting oil and gas production activities in the Northern Caspian.

Key words: organic matter; organic carbon; the Northern Caspian; bottom sediments; zoning.

UDC 504.062; 504.054

HEAVY METAL CONTAMINATION OF THE WATER OF THE RUSSIAN SECTOR OF THE ASSETS USE IN THE CASPIAN SEA (p. 30)

Elena Vasilievna Ostrovskaya, Cand. of geograph. sci.,
Maria Vladimirovna Voinova, Cand. of boil. sci.

Caspian Marine Scientific and Research Center
14, Shiryaev str., Astrakhan, 414045, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 30-34-70.
E-mail: eostrovskaya@mail.ru,
E-mail: kaspnniz@mail.ru

An assessment of the current level of heavy metal (HM) contamination of the marine environment of the Russian sector of the assets use (RSAU) in the Caspian Sea is presented in the paper. The analysis of the data for the period of 2012–2014, obtained through performing «the Program of monitoring of trans-boundary water bodies of the Caspian Sea for the period of 2012–2014» developed by the Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring is carried out. The monitoring data prove the fact that the waters of the area under study contain concentrations of heavy metals exceeding maximum allowable ones such as Fe {up to 5,4 times}, Cu (up to 6,24 times), Ni (up to 9,5 times), Zn (up to 1.9 times) and Pb (up to 2,7 times). Concentrations of Mn, Cd and Hg in 2012–2014 were less than national water quality standards. Metal pollution index (MPI) refers the water of the area under study mainly to «slightly polluted».

Correlation analysis also revealed the statistically significant links between Cu and Hg content in the water bottom layer. The correlation dependences among other metals were not found out. This most probably reflects the fact that heavy metals are coming from multiple sources into the water area of the Russian sector of assets use and that they are involved in different biogeochemical processes in the marine environment. The data obtained can serve as a baseline while assessing the impacts of oil and gas development in the area on the marine environment.

Key words: Caspian Sea; heavy metals; metal contamination; metal pollution index; marine environment.

UDC 504.06

HYDROCARBONS IN SUSPENDED MATTER AND BOTTOM SEDIMENTS IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE CASPIAN SEA (p. 34)

Elena Vasilievna Ostrovskaya, Cand. of geograph. sci.
«Caspian Marine Scientific-Research Center»
14, Shiryaev str., Astrakhan, 414045, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 30-34-70.
E-mail: eostrovskaya@mail.ru;

Inna Abramovna Nemirovskaya, Dr. of chem. sci.,
Nina Vladimirovna Kozina, Cand. of geol.-mineral sci.
P. P. Shirshov Institute for Oceanology, RAS
36, Nakhimovsky prosp., Moscow, 117997, Russian Federation.
Tel.: +7 (495) 380-41-50.
E-mail: nemir@ocean.ru

The paper presents the results of the analysis of hydrocarbons content in the suspended matter and bottom sediments. The samples were collected in the north-western part of the Caspian Sea in 2014 and 2015. The study objective was to determine the sources of hydrocarbons in the area and to estimate the anthropogenic input against the overall hydrocarbon background. In the area of the suspected «gryphon formation» near Dagestan coast the sediments differed by low concentrations of organic compounds. The abnormal composition of poly-aromatic hydrocarbons (PAH) with naphtalene domination can prove hydrocarbons petrogenic origin in the region. High concentrations of aliphatic hydrocarbons in the surface water suspended matter and their lateral changeability can also prove the fact of their petrogenic origin, most often due to pollution. Concentrations of aliphatic hydrocarbons in bottom sediments correspond to the environment level. However, their rather high content in the eastern part of the region and in the deep water sediments can be justified by the impact of fluid flows from the sedimentary stratum on their concentrations and composition formation.

Key words: Caspian Sea; aliphatic hydrocarbons; poly-aromatic hydrocarbons; suspended matter; bottom sediments.

UDC 504.054; 504.453

SURFACE WATER QUALITY OF THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN WATER BODIES LOCATED WITHIN THE BORDERS OF CENTRAL-ASTRAKHAN GAS CONDENSATE FIELD (p. 40)

Sergey Nikolaevich Kolokoltsev
LLC «LUKOIL-Primorieneftegas»
1/2, Admiralteyskaya str., Astrakhan, 414000,
Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 40-23-96.
E-mail: Sergey.Kolokoltsev@lukoil.com;

Elena Vasilievna Ostrovskaya, Cand. of geograph. sci.
Caspian Marine Scientific and Research Center
14, Shiryaev str., Astrakhan, 414045, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 30-34-70.
E-mail: eostrovskaya@mail.ru;

Evgeny Valerievich Kolmykov, Cand. of biol. sci.
LLC «LUKOIL-Nizhnevolzhskneft»
1/2, Admiralteyskaya str., Astrakhan, 414000, Russian Federation.
Tel.: (8512) 40-29-51.
E-mail: Evgeny.Kolmykov@lukoil.com

The paper presents some data on the state and level of water bodies pollution located within the borders of Central-Astrakhan gas condensate field which belongs to «Pojmenny» license site of LLC «LUKOIL-Primorieneftegas» prior to operational activities.

The data of industrial environmental monitoring carried out at the site in 2015 were analyzed. As no works at the site were done that year, the data reflect the pollution level of water bodies non-associated with the field developments. In the period under study, the least pollution according to the majority of the analyzed showings was observed in the Volga River waters, the high level of pollution was characteristic for the waters and bottom sediments of Churakovskiy and Samartsev low-flowing shallow waters. Summing-up, surface water quality of the bodies under study was within the long-term average annual limits that were usual for water areas in the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga delta in the last decade.

Key words: the Volga-Akhtuba floodplain; industrial environmental monitoring; water quality; contamination of sediments; heavy metals; petroleum products; detergents; phenols.

UDC 504.064

OPERATIONAL ENVIRONMENTAL MONITORING CARRIED OUT IN THE TERRITORY OF YU. KORCHAGIN FIELD IN 2014 (p. 49)

Alexey Vladimirovich Kuzin, Cand. of geograph. sci.,
Olga Ivanovna Bakun, Cand. of biol. sci.
LLC «LUKOIL-Nizhnevolzhskneft»
1/2, Admiralteyskaya str., Astrakhan, 414000, Russian Federation.
Tel.: (8512) 40-29-51.
E-mail: aleksej.kuzin@lukoil.com,
E-mail: Olga.Zornikova@lukoil.com;

Vladimir Borisovich Ushivtsev, Cand. of biol. sci.
Caspian branch of «P.P. Shirshov Institute of Oceanology», RAS
6, Savushkin str., Astrakhan, 414056, Russian Federation.
Tel.: 8 (8512) 54-45-59.
E-mail: caspy@bk.ru;

Galina Anatolievna Monakhova, Cand. of biol. sci.
«Caspian Marine Scientific Research Center»
14, Shiryaeva str., Astrakhan, 414045, Russian Federation.
Tel.: +7(8512)30-34-70.
E-mail: kaspmniz@mail.ru;

Roza Ivanovna Umerbaeva, Cand. of biol. sci.
LLC «Research Institute of the Southern Seas Environment»
45, Svoboda square, Astrakhan, 414024, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: ymeko@mail.ru;

Leonid Fiodorovich Nepomenko
«Research Institute of Southern Seas Environment» Ltd.
45 Svobody Square, Astrakhan, 414024, Russia.
Tel.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: ymeko@mail.ru

The paper discusses the results of the operational environmental monitoring conducted in Yu. Korchagin oil field, developed by JSC NL «LUKOIL», in 2014. The research focuses on the identification and assessment of anthropogenic impacts on the environment based on the mathematical-statistical and graph-analytical methods used to analyze the spatial distribution of hydrochemical and lithological parameters. The assessment criterion of the impact was assumed as the significance and validity of differences (aberrations) between the centre and the periphery of the impact polygons of marine environmental status and pollution. The researches revealed the following factors: presence of param-

eters aberrations not affected by the anthropogenic impact (e. g., sea water temperature and salinity); increased number of aberrations of physical-chemical parameters not related to chemical pollution (e. g. biogenic elements); multidirectional of pollutants aberrations witnessing not only the probable pollution but also probable purification of the marine environment near the oilfield facilities; low importance of the identified deviations which in any cases were assessed as poor. Thus, the impact of Yu. Korchagin oil field facilities on the marine environment should be assessed as low, unstable, local and not affecting the marine environmental quality for biota. This fact is confirmed by the data of hydro-biological observations and the results of toxicological tests of the marine environment.

Key words: North Caspian; licensed site; operational environmental monitoring; marine pollution; identification and assessment of anthropogenic impacts.

UDC 504.064.2:504.746

METHODICAL ASPECTS OF FAUNA PROTECTION WHEN DEVELOPING OFFSHORE OIL AND GAS FIELDS (p. 55)

Evgeny Valerievich Kolmykov, Cand. of biol. sci.

LLC «LUKOIL–Nizhnevolzhskneft»
1/2, Admiralteyskaya str., Astrakhan, 414000,
Russian Federation.
Tel.: (8512) 40-29-51.

E-mail: Evgeny.Kolmykov@lukoil.com;

Tatyana Viktorovna Vasilieva, Cand. of biol. sci.

«Caspian Research Institute of Fishery»
1, Savushkin str., Astrakhan, 414056, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 25-86-36.
E-mail: kaspnirh@mail.ru;

Galina Anatolievna Monakhova, Cand. of biol. sci.,
Karina Ibragimovna Asaeva

«Caspian Marine Scientific Research Center»
14, Shiryaeva str., Astrakhan, 414045, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 30-34-70.
E-mail: kaspmnz@mail.ru;

Dmitry Vladimirovich Kashin

«Caspian Research Institute of Fishery»
1, Savushkin str., Astrakhan, 414056, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 25-86-36.
E-mail: kaspnirh@mail.ru

A new technique of spatial analysis of hydrocoles distribution based on probabilistic-statistical method is suggested to solve the tasks of fauna protection when developing offshore oil and gas fields, such as the assessment of marine biota vulnerability to the impact of oil and gas production and the assessment of possible damage resulting from emergency oil spills. The research was based on the data on zooplankton biomass in the western part of the Northern Caspian in the period of 1961–2012 (May–June). Using these data, the researchers compiled the maps of spatial distribution of not only the mean values of plankton biomass in the western part of the Northern Caspian but also of its biomass of different occurrence (1, 2, 3, 5, 10, 15, 25, 50, 75, 100 %). The comparative analysis of cartographic materials by GIS technologies there determined some specific features regularities of spatial distribution at different levels of zooplankton abundance for all

the period under study and some periods corresponding to different states of the sea hydrological regime. The research results can be used not only to solve the tasks of nature protection, but also to assess biological productivity and fishery significance of the water area under study.

Key words: Northern Caspian; offshore oil and gas fields; spatial distribution; hydrocoles; zooplankton; marine biota vulnerability; damage assessment; probabilistic-statistical method; hydrological regime.

UDC 574.5:504.746:502.2.05

THE STATE OF BIOLOGICAL COMMUNITIES IN THE AREA OF «RAKUSHECHNOE» DEPOSIT IN THE NORTHERN CASPIAN (p. 61)

Roza Ivanovna Umerbaeva, Cand. of biol. sci.

LLC «Research Institute of the Southern Seas Environment»
45, Svoboda square, Astrakhan, 414024, Russian Federation.
Tel.: +7 (8512) 49-23-00.
E-mail: ymeko@mail.ru;

Evgeny Valerievich Kolmykov, Cand. of biol. sci.

LLC «LUKOIL–Nizhnevolzhskneft»
1/2, Admiralteyskaya str., Astrakhan, 414000, Russian Federation.
Tel.: (8512) 40-29-51.
E-mail: Evgeny.Kolmykov@lukoil.com;

Nikita Borisovich Vodovskiy

Caspian branch of «P. P. Shirshov Institute of Oceanology», RAS
6, Savushkin str., Astrakhan, 414056, Russian Federation.
Tel.: 8 (8512) 54-45-59.
E-mail: caspy@bk.ru

The article presents the analysis of species composition and quantity structure of phytoneston, phytoplankton, zooplankton and zoobenthos in the area of «Rakushechnoye» deposit when conducting exploration operations in 2010–2015. The abundance of phytoneston varied from 60,9 thousand to 7,3 million individuals per m³; its biomass ranged from 0,17 to 30,96 mg/m³. The total number of phytoplankton varied from 237,6 to 1320,1 million individuals per m³; its biomass ranged from 0,3 to 3,9 g/m³. Phytoneston biomass grew on average by 1,8 times from summer to autumn. The total number and biomass of zooplankton in the period under study ranged from 2,61 to 58,19 thousand of individual per m³ and from 5,29 to 467,16 mg/m³ respectively. Summer concentrations of plankton invertebrates exceeded those in the autumn: the number – on average by 3,6 times, the biomass – by 4,9 times. The number of bottom invertebrates in 2010–2015 amounted to 0,53...8,19 thousand individuals per m², their biomass was estimated at 4,5...48,5 g/m². The number of zoobenthos in summer significantly exceeded the autumn figures (on average by 2,6 times). The survey results revealed the rich species biodiversity of water plants and invertebrates; however no more than 2 dozens of species are significant in terms of their abundance. The high variability of number of phyto- and zoocoenoses noted throughout the surveys in the water area under study was within the range of long-term values. The monitoring revealed no adverse impact of exploration activities on hydrocoles.

Key words: Northern Caspian; oil deposit; phytoneston; phytoplankton; zooplankton; zoobenthos; species diversity; number; biomass.

Уважаемые авторы!

Научно-технический журнал «Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе» решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобразования науки РФ от 19 февраля 2010 г. № 6/6 включен в «Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий», в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Журнал публикует исключительно оригинальные статьи. Автор несет полную ответственность за соблюдение этого требования.

В настоящее время осуществляется подготовка журнала к индексированию в Международной аналитической информационной системе Sciverse SCOPUS.

Для своевременного выхода журнала убедительно просим соблюдать следующие правила оформления.

Правила для авторов

1. Материалы представляются

- в электронном виде (e-mail: vniiioeng@vniiioeng.ru) с указанием названия журнала.

2. Материал должен иметь сопроводительное письмо.

3. Объем статей, как правило, составляет 8–10 страниц (параметры страницы А4 210×292 мм).

Необходимо, чтобы:

- текст был набран в программе Word (через 1,5 интервала, шрифт 12, без разбивки на 2 колонки);

- формулы – в программе Microsoft Equation 5.0;

• рисунки были выполнены в одной из графических программ – Corel Draw, Illustrator, Adobe Photoshop, Microsoft Excel как по тексту, так и отдельными файлами от текста. Фотографии должны быть хорошего качества.

4. Необходимо указать код УДК.

5. Список литературы.

Пристатейные ссылки и/или списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ Р 7.05-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. Обязательны ссылки на иностранные публикации.

6. При написании статьи используются общепринятые термины, единицы измерения и условные обозначения, единообразные по всей статье. Расшифровка всех используемых авторами обозначений дается при первом употреблении в тексте.

При наборе статьи на компьютере все латинские обозначения физических величин (*A, I, d, h* и т. п.) набираются курсивом, греческие обозначения, названия функций (β , sin, exp, lim), химических элементов (H_2O), единиц измерения ($M\text{Bt}/\text{cm}^2$) – прямым (обычным) шрифтом. Символы (\Re \wp \otimes \in и т. п.) оговариваются на полях рукописи.

Рекомендуется использовать в формулах буквы латинского, греческого и других (не русского) алфавитов.

7. Статьи аспирантов, соискателей и кандидатов наук принимаются редакцией к рассмотрению только вместе с рецензией научного руководителя или ведущего специалиста в соответствующей отрасли науки, заверенной подписью и печатью организации, которой работает рецензент. Поступившая в редакцию рукопись направляется на рецензирование в редакционный совет института или журнала.

Редакция оставляет за собой право отклонять статьи без рецензии, не соответствующие профилю журнала или оформленные с нарушением правил.

8. Срок публикации каждой статьи составляет 3–5 месяцев. В случае необходимости срочной публикации автор может обратиться в редакцию с мотивированной просьбой об ускорении срока публикации.

9. Оплата за публикацию статей аспирантов очников не взимается.

10. Указать контактный телефон для связи с автором.

11. К статье прилагаются отдельно от текста информационные сведения: название статьи, ФИО автора(ов) полностью, должность и место работы, ученая степень, полное название организации, почтовый адрес, тел., e-mail каждого автора, аннотация статьи, ключевые слова. Все эти сведения должны быть на русском и английском языках. Русский и английский варианты должны быть представлены отдельными файлами.