



ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА МОРСКОГО НЕФТЯНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КРАВЦОВСКОЕ» (Д-6)

REVIEW OF THE ECOLOGICAL MONITORING
OF KRAVTSOVSKOE (D-6) OFFSHORE OILFIELD

2007



ООО «ЛУКОЙЛ-КМН»

Материалы предоставили:

Атлантическое отделение Института океанологии им. Ширшова РАН (Калининград)

А.Н. Бабаков (литодинамика, течения), В.П. Бобыкина, В.Л. Болдырев (геоморфология берегов), Е.В. Булычева (спутниковый мониторинг), Н.Н. Голенко, М.Н. Голенко (гидрофизика), Д.А. Домнин (геоморфология берегов, геоэкологическое картирование), В.Ф. Дубравин (гидрометеорология), Е.М. Емельянов, В.А. Кравцов (геохимия и гранулометрия донных осадков, взвесь), Е.А. Кудрявцева (первичная продукция и бактериальная деструкция органического вещества), Ж.И. Стонт (метеорология), М.О. Ульянова (содержание нефтепродуктов в донных осадках), Б.В. Чубаренко (течения, геоморфология берегов, гранулометрия пляжевых отложений, геоэкологическое картирование);

Институт океанологии им. Ширшова РАН (Москва)

А.К. Амбросимов (волнение моря), С.А. Ковачев (сейсмический мониторинг), С.А. Мошаров (биоседimentация), С.А. Шука (гидрофизика);

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Калининград)

С.В. Александров (хлорофилл), Е.М. Карасева, В.М. Иванович (ихтиопланктон), Л.В. Рудинская, А.В. Гусев (бентос), С.Н. Семёнова (фитопланктон), Ю.М. Сенин, В.А. Смыслов (гидрохимия), Н.А. Назаров, А.С. Зезера (ихтиофауна), В.В. Шендерюк, Л.П. Бахолдина (полиароматические углеводороды);

Российский государственный университет им. Канта (Калининград)

И.И. Волкова, С.И. Зотов, Т.В. Шаплыгина (геоэкологическое картирование), Г.В. Гришанов (орнитология), В.В. Орленок (нефтяное загрязнение побережья);

Институт глобального климата и экологии Росгидромета РАН (Москва)

В.М. Кудрявцев (первичная продукция, микробиология, биоседimentация), Т.А. Шука (зоопланктон);

Институт микробиологии им. Виноградского Российской академии наук (Москва)

Н.В. Пименов (микробиология);

Центральный научно-исследовательский институт им. акад. Крылова (Санкт-Петербург)

В.В. Горбачский (автономные гидрофизические комплексы, течения);

Всероссийский геологический институт им. Карпинского (Санкт-Петербург)

В.А. Жамойда, Ю.П. Кропачев (гидролокация морского дна).

Редакторы: О.Е. Пичужкина, В.В. Сивков, С.В. Александров

Технический редактор: Е.В. Булычева

Дизайн: ООО «Студия Валерия Сомкина», А. Сеницын

Фото: Е.В. Булычева, Г.Е. Маслянкин, А.Б. Дементина, Е.А. Кудрявцева, В.В. Сомкин, А.Н. Бабаков

Перевод на английский язык: Т.В. Хулга

СОДЕРЖАНИЕ

СТРУКТУРА МОНИТОРИНГА	4
РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА	10
Загрязнение морской среды	10
• Спутниковый мониторинг.....	10
• Содержание нефтепродуктов	12
• Другие виды загрязнений	14
Состояние морской среды	18
• Сейсмическая активность	18
• Гидрометеорологические условия и перенос донных осадков.....	18
• Гидрохимические условия и осадочное вещество в водной толще... ..	26
• Биологические наблюдения.....	28
• Сбор материалов для геоэкологического картирования побережья Куршской косы... ..	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48



Materials given by:

Atlantic Branch of Shirshov Institute of Oceanography of RAS (Kaliningrad)

A.N. Babakov (lithodynamics, currents), V.P. Bobykina, V.L. Boldyrev (shore geomorphology), E.V. Bulycheva (satellite monitoring), N.N. Golenko, M.N. Golenko (hydrophysics), D.A. Domnin (shore geomorphology, geocological mapping), V.F. Dubravin (hydrometeorology), E.M. Emelyanov, V.A. Kravtsov (geochemistry and bottom sediments grain size, suspended matter), E.A. Kudryavtseva (primary production and bacterial destruction of organic matter), Zh.I. Stont (meteorology), M.O. Ulyanova (oil products content in the bottom sediments), B.V. Chubarenko (currents, shore geomorphology, beach sediments grain size, geocological mapping);

Shirshov Institute of Oceanography of RAS (Moscow)

A.K. Ambrosimov (sea roughness), S.A. Kovachev (seismic monitoring), S.A. Mosharov (biosedimentation), S.A. Shchuka (hydrophysics);

Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (Kaliningrad)

S.V. Alexandrov (chlorophyll), E.M. Karasiova, V.M. Ivanovich, (ichthyoplankton), L.V. Rudinskaya, A.V. Gusev, (benthos), S.N. Semionova (phytoplankton), Yu.M. Senin, V.A. Smyslov (hydrochemistry); N.A. Nazarov, A.S. Zezera (ichthyofauna), V.V. Shenderyuk, L.P. Baholdina (polyaromatic hydrocarbons);

Kant Russian State University (Kaliningrad)

I.I. Volkova, S.I. Zotov, T.V. Shaplygina (geocological mapping), G.V. Grishanov (ornithology), V.V. Orlenok (coastal oil pollution);

Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet of RAS (Moscow)

V.M. Kudryavtsev (primary production, microbiology, biosedimentation), T.A. Shchuka (zooplankton);

Vinogradskiy Institute of microbiology of RAS (Moscow)

N.V. Pimenov (microbiology);

Krylov Central Research Institute (St.-Peterburg)

V.V. Gorbatsky (autonomous hydrophysical complexes, currents);

Karpinsky All-Russian Geological Institute (St.-Peterburg)

V.A. Zhamoida, Yu.P. Kropachev (echo-sounding survey of the sea bottom).

Editors: O.E. Pichuzhkina, V.V. Sivkov, S.V. Alexandrov

Technical editor: E.V. Bulycheva

Design: «Studia Valeria Somkina», A. Sinitsin

Photos: E.V. Bulycheva, G.E. Maslyankin, A.B. Demenina, E.A. Kudryavtseva, V.V. Somkin, A.N. Babakov

Translator: T.V. Khulga

CONTENTS

MONITORING STRUCTURE	5
MONITORING RESULTS	11
Marine environment pollution.....	11
• Satellite monitoring of the sea surface oil pollution	11
• Content of oil products	13
• Other kinds of pollution	15
Ecosystem state	19
• Seismic activity.....	19
• Hydrometeorological conditions and bottom sediments transport... ..	19
• Hydrochemical conditions and sedimentary matter in the water column.....	27
• Biological observations	29
• Data collection for geocological mapping of the Curonian Spit sea coast	47
CONCLUSIONS	49



СТРУКТУРА МОНИТОРИНГА

В 2007 г. на Кравцовском нефтяном месторождении (Д-6) продолжалось бурение скважин и добыча нефти. Производственный экологический мониторинг в основном сохранил свое содержание, сложившееся с 2003 г. (см. таблицы 1, 2). Локальный мониторинг проводился вблизи морской ледостойкой платформы (МЛСП). Региональный – охватывал юго-восточную часть российской исключительной экономической зоны моря и территориальные воды России. Интактный мониторинг осуществлялся в прибрежной зоне Куршской косы – российско-литовского природно-культурного объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Регистрируемый показатель / Методы регистрации (определения)	АНАЛИЗ В ПРОБАХ SAMPLES ANALYSIS			
	Грунт Sediments	Вода Water	Биота Biota	На ходу судна In ship motion
Нефтяное загрязнение поверхности моря / Спутниковая радиолокация				
Содержание нефтепродуктов / Флуориметрия				
Нефтемазутное загрязнение берегов / Весовой метод				
Содержание в донных отложениях Ba, Cd, Cu, Hg, Pb, Cr / Атомная абсорбция, атомно-эмиссионный метод				
Сейсмическая активность / Сейсмография				
Рельеф и микрорельеф дна / Сонарное профилирование, эхолотирование				
Гранулометрический состав, содержание органического вещества, влажность донных отложений / Гранулометрический анализ, весовой метод, потери при прокаливании				
Видовой состав, численность и биомасса бентоса / Промывание на сите, определение, подсчет и взвешивание				
Фитобентос / Водолазные работы				
Метеорологические показатели: температура воздуха, скорость и направление ветра и др. / Срочные наблюдения, АГМС				
Температура и соленость воды / Гидрофизический зонд				
Течения / Акустический, механический и радиолокационный методы				
Уровень моря, волнение / Гидростатический и акустический методы				
Растворенный кислород / Титриметрический метод Винклера				
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅) / На основе метода Винклера				
Концентрация биогенных веществ (нитриты, нитраты, фосфаты) / Спектрофотометрия				
Концентрация взвешенных веществ / Фильтрационный и акустический методы				
Биоседimentация / Радиоизотопия				
Содержание хлорофилла "а" / Спектрофотометрия				
Содержание полиароматических углеводородов (ПАУ) в воде и бентосе / Хроматография				
Содержание в воде анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) / Флуориметрия				
Численность, биомасса и видовой состав фитопланктона / Обратная фильтрация, микроскопия				
Первичная продукция и бактериальная деструкция органического вещества / Радиоуглеродный метод				
Численность, биомасса и таксономический состав зоопланктона / Микроскопия				
Численность и биомасса бактериопланктона, вероятная численность углеводородоокисляющих бактерий / Метод предельных разведений				
Численность и состояние ихтиопланктона / Микроскопия				
Видовой состав, численность, биомасса и патология рыб / Траловые съемки				
Орнитологические показатели: видовой состав птиц, смертность, структура орнитоценозов / Учеты на маршрутах и трансектах				

Таблица 1. Регистрируемые показатели производственного экологического мониторинга месторождения Д-6
Table 1. Recorded parameters of the industrial ecological monitoring of D-6 oilfield

ВИД РАБОТ	Янв./Jan. Фев./Feb. Мар./Mar. Апр./Apr. Май/May Июнь/June					
	16	17	18	18	19	20
СУДОВЫЕ СЪЕМКИ	Спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения поверхности моря (количество РЛИ)					
	-гидрология, метеорология					
	-гидрохимия					
	-гидро- и микробиология					
БЕРЕГОВЫЕ И ПРИБРЕЖНЫЕ ПЕРИОДИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ	-донные осадки, взвесь					
	-гидролокация морского дна					
	-орнитологические наблюдения					
	-ихтиологические съемки					
СТАЦИОНАРНЫЕ НЕПРЕРЫВНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ	Мониторинг нефтяного загрязнения					
	Геоморфологические наблюдения					
	Орнитологический мониторинг					
	Измерение течений					
СТАЦИОНАРНЫЕ НЕПРЕРЫВНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ	Гидрометеорологические станции (5 шт.)					
	Донная обсерватория №1 (МЛСП: гидрофизика, литодинамика)					
	Донная обсерватория №2 (трубопровод: гидрофизика, литодинамика)					
	Автономные сейсмостанции					

Таблица 2. Временной график производственного экологического мониторинга Кравцовского нефтяного месторождения
Table 2. Time-schedule of the industrial ecological monitoring at the offshore oilfield Kravtsovskoe

MONITORING STRUCTURE

ПРЯМАЯ РЕГИСТРАЦИЯ DIRECT REGISTRATION				ВИЗУАЛЬНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ VISUAL OBSERVATION	Recorded parameters / Methods of registration (determination)
В точках судового мониторинга In points of ship monitoring	В стационар- ных точках In stationary points	С берега From the shore	Со спутников From satellites		
					Oil pollution of the sea surface / Radiolocation
					Oil products content / Fluorimetric method
					Oil-fuel pollution of the seashore / Weighing method
					Ba, Cd, Cu, Hg, Pb, Cr content in the bottom sediments / Atomic absorption, atomic-emissive method
					Seismic activity / Seismography
					Bottom relief and microrelief / Sonar profiling, echo sounding
					Grain-size distribution, organic matter content, sediments humidity / Grain-size analysis, weight method, ignition losses
					Species composition, benthos abundance and biomass / Sieve rinsing, determination, counting and weighing
					Phytobenthos / Diving works
					Meteorological parameters: air temperature, wind speed and direction etc. / Periodic observations, registration by automatic hydrometeorological station
					Water temperature and salinity / CTD-probe
					Currents / Acoustic, mechanical, radar methods
					Sea level, waves / Hydrostatic, acoustic methods
					Dissolved oxygen / Titrimetric method of Winkler
					Biochemical oxygen demand (BOD ₅) / On the basis of Winkler's method
					Concentrations of nutrients (nitrites, nitrates, phosphates) / Spectrophotometry
					Suspended matter concentrations / Filtration, acoustic methods
					Biosedimentation / Radioisotopy
					Content of chlorophyll "a" / Spectrophotometry
					Content of the aromatic hydrocarbons (PAH) in the water and benthos / Chromatography
					Content of the anionic surface-active substances (ASAS) / Fluorimetric method
					Abundance, biomass and species composition of phytoplankton / Invers filtering, microscopy
					Primary production and bacterial destruction of the organic matter / Radiocarbon method
					Abundance, biomass and species composition of zooplankton / Microscopy
					Abundance and biomass of bacterial plakton, expected abundance of bacteria oxidizing oil hydrocarbons / Method of limit dilution
					Abundance and condition of ichthyoplankton / Microscopy
					Fish species composition, abundance, biomass and pathology / Trawl surveys
					Ornithological indices: species composition, mortality, ornithocenosis structure / Registration on routes and transects

In 2007 oil wells drilling and oil production was continued at the offshore oilfield Kravtsovskoe (D-6). The contents of the industrial ecological monitoring has basically retained the contents existing from 2003 (see the tables 1, 2).

The local monitoring was carried out near the offshore ice-resistant fixed platform (OIFP). The regional monitoring covered the southeastern part of the Russian Exclusive Economic Zone (EEZ) and territorial waters of Russia. The intact monitoring was fulfilled in the coastal zone of the Curonian Spit (Russian-Lithuanian Natural-Cultural Unit of UNESCO World Heritage).

Июль/July	Авг./Aug.	Сент./Sept.	Окт./Oct.	Нояб./Nov.	Дек./Dec.	WORKS
15	16	19	20	19	17	Satellite monitoring of oil pollution of the sea surface (amount of SAR images)
						-hydrology, meteorology
						-hydrochemistry
						-hydro- and microbiology
						-bottom sediments, suspended matter
						-sea bottom hydrolocation
						-ornithological observations
						-ichthyological surveys
						Monitoring of oil pollution
						Geomorphological observations
						Ornithological monitoring
						Current measurements
						Hydrometeorological stations (5 pieces)
						Bottom observatory №1 (OIFP: hydrophysics, lithodynamics)
						Bottom observatory №2 (pipeline: hydrophysics, lithodynamics)
						Autonomous earthquake detection stations

ONBOARD
SURVEYS

ON-SHORE
AND COASTAL
PERIODICAL
OBSERVATIONS

STATIONARY
PERMANENT
OBSERVATIONS

Особое внимание, как и прежде, уделялось контролю загрязнения морской среды нефтепродуктами (НП). Был продолжен спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения поверхности моря, основанный на анализе радиолокационных изображений (РЛИ) спутников ENVISAT (Европейское Космическое Агентство) и RADARSAT-1 (Канадское Космическое Агентство). Анализ РЛИ выполнялся специализированным норвежским предприятием «Конгсбергские спутниковые службы» (Kongsberg Satellite Services, KSAT).

Метеорологическая информация регулярно собиралась с автоматических гидрометеостанций, установленных на МЛСП и на Куршской косе, а также с метеостанции в Клайпеде. Дополнительно использовались данные метеостанций, расположенных в городах Балтийск и Пионерский.

В открытом море на специально оборудованных судах выполнялись комплексные и специализированные экологические съемки. Основные наблюдения проводились в постоянных точках (на станциях). Состояние икhtiофауны оценивалось с помощью траловых ловов.

In the open sea the complex and special ecological surveys were carried out at specially equipped vessels. The basic observations were made in fixed points (at stations). The state of ichthyofauna was assessed based on the trawling data.

В ноябре 2006 г. рядом с платформой С-9 был установлен донный сейсмограф.

In November 2006 the bottom seismograph was installed near the platform C-9.

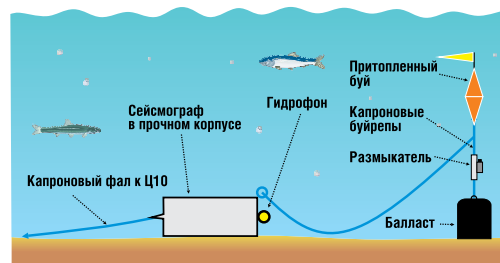
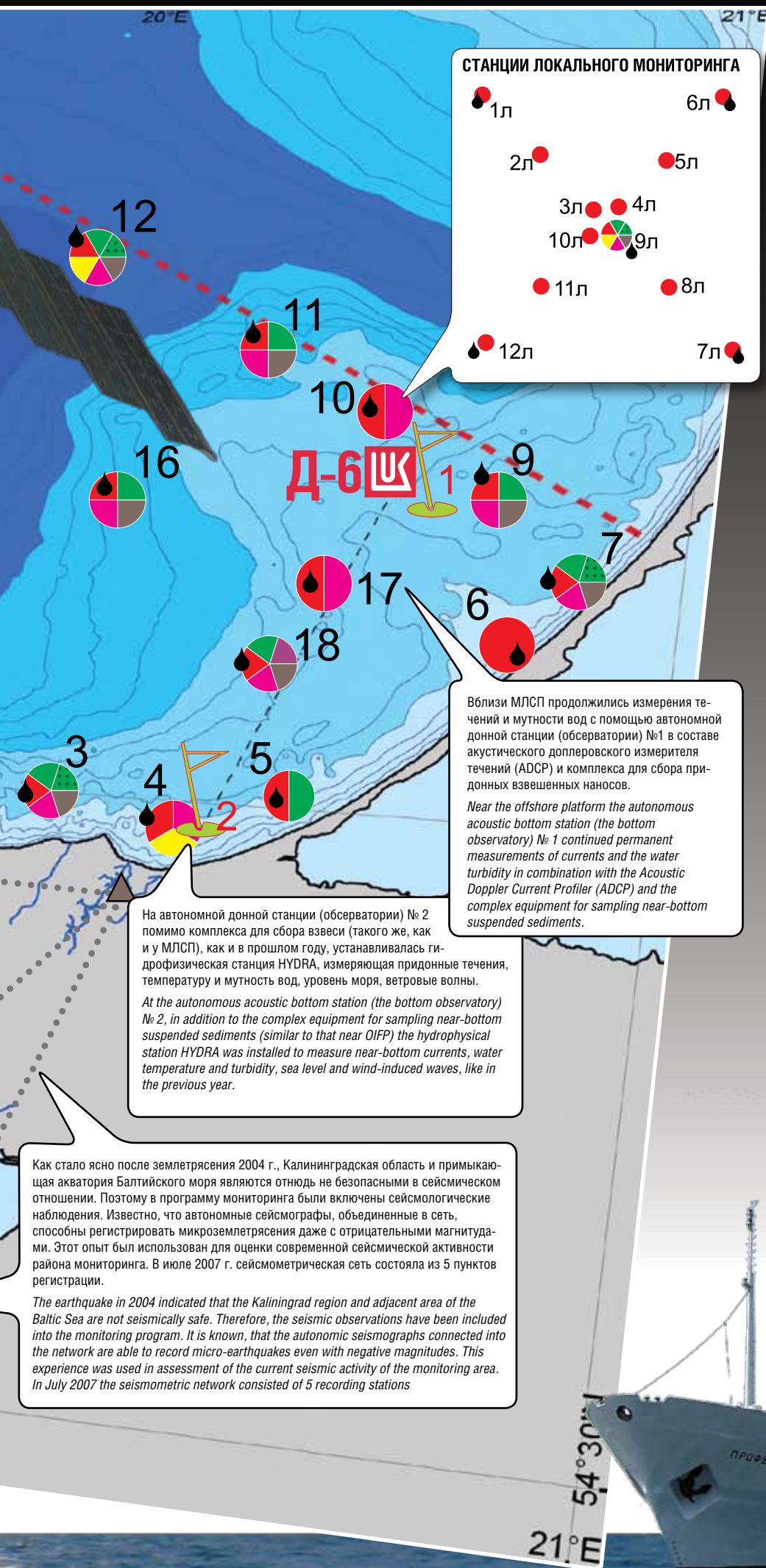


Схема установки автономного донного сейсмографа.
Scheme of the autonomous bottom seismograph installation.

Рис. 1. Пространственная схема производственного экологического мониторинга

Fig. 1. Spatial scheme of the industrial ecological monitoring



СТАНЦИИ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА

- 1л
- 2л
- 3л
- 4л
- 5л
- 6л
- 7л
- 8л
- 9л
- 10л
- 11л
- 12л

Д-6 ОИФП

Вблизи МЛСП продолжались измерения течений и мутности вод с помощью автономной донной станции (обсерватории) №1 в составе акустического доплеровского измерителя течений (ADCP) и комплекса для сбора придонных взвешенных наносов.

Near the offshore platform the autonomous acoustic bottom station (the bottom observatory) № 1 continued permanent measurements of currents and the water turbidity in combination with the Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) and the complex equipment for sampling near-bottom suspended sediments.

На автономной донной станции (обсерватории) № 2 помимо комплекса для сбора взвеси (такого же, как и у МЛСП), как и в прошлом году, устанавливалась гидрофизическая станция HYDRA, измеряющая придонные течения, температуру и мутность вод, уровень моря, ветровые волны.

At the autonomous acoustic bottom station (the bottom observatory) № 2, in addition to the complex equipment for sampling near-bottom suspended sediments (similar to that near OIFP) the hydrophysical station HYDRA was installed to measure near-bottom currents, water temperature and turbidity, sea level and wind-induced waves, like in the previous year.

Как стало ясно после землетрясения 2004 г., Калининградская область и примыкающая акватория Балтийского моря являются отнюдь не безопасными в сейсмическом отношении. Поэтому в программу мониторинга были включены сейсмологические наблюдения. Известно, что автономные сейсмографы, объединенные в сеть, способны регистрировать микроземлетрясения даже с отрицательными магнитудами. Этот опыт был использован для оценки современной сейсмической активности района мониторинга. В июле 2007 г. сейсмометрическая сеть состояла из 5 пунктов регистрации.

The earthquake in 2004 indicated that the Kaliningrad region and adjacent area of the Baltic Sea are not seismically safe. Therefore, the seismic observations have been included into the monitoring program. It is known, that the autonomic seismographs connected into the network are able to record micro-earthquakes even with negative magnitudes. This experience was used in assessment of the current seismic activity of the monitoring area. In July 2007 the seismometric network consisted of 5 recording stations

As before, a special attention was paid to marine environment pollution with oil products (OP). The remote satellite monitoring of the oil pollution on the sea surface was continued based on the analysis of radar images (RI) from ENVISAT (European Space Agency) and RADARSAT-1 (Canadian Space Agency) satellites. Analysis of RI was fulfilled by the Norwegian company Kongsberg Satellite Services (KSAT).

Meteorological information was regularly collected at the automatic hydro-meteorological stations, installed on the offshore platform and in the Curonian Spit, as well as at the meteorological station in Klaipeda. In addition, the data of meteorological stations located in Baltiysk and Pionerskiy were used.

- ВИДЫ РАБОТ**
- ◆ гидрофизика, гидрохимия, взвесь, донные осадки
 - ◆ ПП, БД, бактериопланктон, углеводородоксилирующие бактерии
 - ◆ влияние нефти на ПП и БД
 - ◆ скорость биоседиментации
 - ◆ зоопланктон
 - ◆ фитопланктон
 - ◆ иктиопланктон
 - район локального мониторинга у МЛСП
 - донные обсерватории
 - ▲ автономные сейсмографы
 - НП в воде



Были продолжены береговые наблюдения. В теплый период (май – октябрь) ежемесячно определялось содержание нефтепродуктов в приурезовой полосе мелководья и в пляжевых отложениях. Одновременно проводилось обследование береговой зоны с целью обнаружения нефтемазутного загрязнения и отбирались пробы воды из водотоков, впадающих в море: р. Зеленая, р. Светлогорка, р. Чистая, р. Забава, р. Алейка, р. Медвежья.

Важнейшим звеном мониторинга побережья были орнитологические наблюдения. Обследование береговой зоны выполнялось на пешеходных маршрутах. Учеты зимующих, мигрирующих и гнездящихся птиц в акватории Балтийского моря и прибрежной зоне, а также оценка смертности проводились на двух учетных полигонах: полигон I –

Куршская коса от российско-литовской границы до г. Зеленоградска; полигон II - отдельные участки северного побережья Самбийского полуострова от г. Зеленоградска до пос. Приморье.

В рамках интактного мониторинга у побережья Куршской косы была продолжена акустическая (сонарная) съемка подводных ландшафтов. С берега Куршской косы радиолокационным методом была выполнена серия измерений прибрежных течений.

В рамках производственного экологического мониторинга были продолжены работы по оценке биоразнообразия бентосных макроводорослей прибрежных вод, геоэкологическому картированию морского побережья Куршской косы и численному моделированию

гидрологической структуры и течений.

Отдел экологии ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» продолжал накопление и архивирование информации с помощью специализированной геоинформационной системы (ГИС) «ЭКОМОРНЕФТЬ», проводил оперативный анализ текущей экологической обстановки.



The coastal and onshore zones monitoring has been continued. In the warm period (May-October) the oil products concentration was estimated every month in the near shore shallow-water zone and in the beach sediments. At the same time, the sea coastal zone was inspected to reveal pollution with oil products, and the water sampling was carried out from the waterways running into the Baltic Sea, including rivers Zelyenaya, Svetlogorka, Chistaya, Zabava, Aleika, Medvezhya.

Ornithological observations constituted the most important part of the coastal monitoring. The onshore zone was inspected along footpaths. Inventory surveys of wintering, migrating and nesting birds as well as the birds mortality rate assessment were fulfilled in two inventory polygons of

the Baltic Sea area and in the coastal zone: Polygon I – the Curonian Spit from the Russian-Lithuanian boundary to Zelenogradsk, and Polygon II – individual locations of the northern Sambian Peninsula from Zelenogradsk to s. Primorye.

The acoustic (sonar) survey of underwater landscapes was continued within the intact monitoring of the Curonian Spit coast. A series of near-shore currents measurements was made with the radar installed on the Curonian Spit shore.

Within the industrial ecological monitoring frames, the biodiversity of benthos macroalgae in the coastal areas, geoecological mapping of the Curonian Spit seashore and numeric modelling of hydrological structure and currents have been continued.

The Ecological Department of LUKOIL-Kaliningradmorneft Ltd. continued to accumulate and archive the received information using the special geoinformation system (GIS) ECOMORNEFT, and fulfilled the on-line analysis of the current ecological conditions.



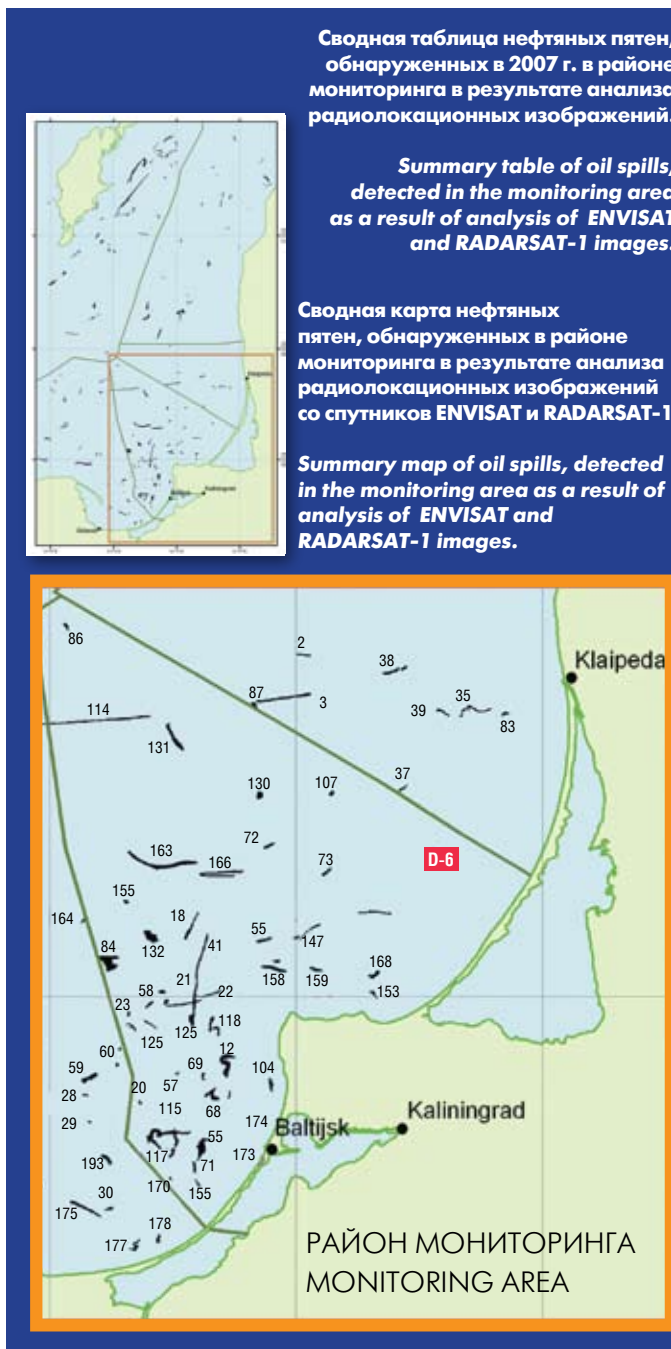
РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ

Спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения поверхности моря

За период с 31 января по 31 декабря 2007 г. было получено и проанализировано 214 РЛИ. Из них 162 снимка со спутника ENVISAT и 52 снимка со спутника RADARSAT-1. В результате в Юго-Восточной Балтике было обнаружено 199 пятен, в том числе в районе мониторинга – 74 пятна.

За весь 2007 г. ни одного пятна вблизи МЛСП и трассы подводного трубопровода обнаружено не было. Основными источниками нефтяного загрязнения поверхности моря остаются суда.



Сводная таблица нефтяных пятен, обнаруженных в 2007 г. в районе мониторинга в результате анализа радиолокационных изображений.

Summary table of oil spills, detected in the monitoring area as a result of analysis of ENVISAT and RADARSAT-1 images.

Сводная карта нефтяных пятен, обнаруженных в районе мониторинга в результате анализа радиолокационных изображений со спутников ENVISAT и RADARSAT-1.

Summary map of oil spills, detected in the monitoring area as a result of analysis of ENVISAT and RADARSAT-1 images.

N	Дата	ЕЕЗ	площадь, км²	Координаты центра широта долгота
2	22.01	Литва	0.84	55°47'16" 20°02'02"
3		Литва	4.79	55°41'21" 19°56'24"
12		Россия	8.34	54°50'07" 19°42'56"
18	16.02	Россия	2.56	55°09'40" 19°34'08"
19		Россия	0.38	54°57'32" 19°19'14"
20		Россия	0.37	54°45'04" 19°22'00"
21		Россия	2.42	54°59'03" 19°33'03"
22		Россия	1.40	55°00'13" 19°38'04"
23		Россия	1.02	54°55'37" 19°20'10"
24		Россия	0.76	54°56'05" 19°24'25"
27		Польша	0.22	54°52'30" 19°17'12"
28		Польша	0.33	54°46'05" 19°08'45"
29		Польша	0.15	54°42'18" 19°09'45"
30	Польша	0.89	54°30'03" 19°14'34"	
31	Польша	2.63	54°33'26" 18°56'32"	
34	24.03	Литва	0.75	55°45'28" 20°26'15"
35		Литва	2.10	55°39'32" 20°43'40"
37		Литва	0.75	55°28'57" 20°26'03"
38	25.03	Литва	1.97	55°45'05" 20°23'11"
39		Литва	1.12	55°39'20" 20°35'52"
41		Россия	7.17	55°02'06" 19°36'31"
55	27.03	Россия	8.13	54°38'41" 19°37'41"
56		Россия	1.79	54°38'02" 19°29'39"
57		Россия	0.24	54°49'15" 19°31'22"
58		Россия	0.92	54°58'55" 19°24'24"
59		Польша	3.52	54°48'41" 19°09'52"
60		Польша	0.41	54°50'25" 19°16'45"
68		Россия	3.05	54°46'09" 19°40'32"
69		Россия	0.69	54°48'39" 19°37'50"
70		Россия	2.15	54°39'41" 19°31'05"
71		Россия	1.29	54°36'06" 19°35'36"
72	Россия	1.39	55°21'01" 19°53'57"	
73	Россия	1.28	55°17'22" 20°07'52"	
83	22.04	Литва	0.81	55°39'07" 20°50'51"
84	25.04	Россия	10.49	55°04'39" 19°14'19"
85		Россия	1.88	55°07'51" 19°52'18"
86	29.04	Россия	1.05	55°50'59" 19°03'59"
87		Россия	1.51	55°40'00" 19°49'58"
104	17.05	Россия	1.81	54°47'28" 19°53'53"
106	19.05	Россия	0.65	54°46'12" 19°43'50"
107		Россия	0.79	55°33'17" 20°07'13"
109	23.05	Литва	0.61	55°58'06" 18°53'26"
114	05.06	Россия	7.41	55°38'12" 19°09'42"
115		Россия	8.52	54°40'32" 19°29'09"
116		Россия	0.46	54°46'25" 19°38'29"
117	08.06	Россия	2.88	54°39'15" 19°25'36"
118		Россия	1.65	54°56'12" 19°39'34"
125	21.06	Россия	2.82	54°56'31" 19°34'39"
130	24.06	Россия	2.21	55°27'44" 19°51'29"
131		Россия	5.56	55°36'10" 19°30'18"
132	20.07	Россия	6.14	55°08'20" 19°24'36"
133		Россия	0.97	55°00'39" 19°27'07"
134	20.07	Россия	0.73	54°59'14" 19°28'30"
136		Россия	0.64	55°08'09" 20°00'12"
137	29.07	Россия	0.87	55°04'50" 19°55'14"
138		Россия	2.16	55°11'38" 20°19'09"
147	11.08	Россия	1.30	55°45'39" 18°10'25"
153	14.08	Россия	0.83	55°00'11" 20°18'50"
155		Россия	0.57	54°33'37" 19°36'03"
158	20.08	Россия	3.96	55°03'42" 19°55'08"
159		Россия	1.79	55°03'39" 20°05'14"
161	23.08	Россия	1.21	54°54'55" 19°40'39"
163		Россия	12.85	55°18'26" 19°31'24"
164	30.08	Польша	0.52	55°10'34" 19°08'29"
165		Россия	0.80	55°13'09" 19°18'40"
166	06.09	Россия	6.30	55°17'04" 19°42'27"
167	18.09	Россия	0.66	54°46'13" 19°38'38"
168		Россия	2.22	55°03'04" 20°19'10"
170	23.09	Россия	0.97	54°33'60" 19°29'39"
173	24.09	Россия	0.72	54°37'14" 19°48'15"
174		Россия	1.77	54°41'11" 19°49'24"
175	01.10	Польша	3.76	54°30'05" 19°08'36"
177		Польша	2.11	54°24'51" 19°20'49"
178	10.12	Польша	1.06	54°25'47" 19°26'24"
193		Польша	2.58	54°37'04" 19°13'46"

MONITORING RESULTS

MARINE ENVIRONMENT POLLUTION

Satellite monitoring of the sea surface oil pollution

Фрагмент РЛИ, полученного со спутника ENVISAT 05.06.2007 г. Желтым кружком показано судно, которое являлось источником самого длинного нефтяного пятна. Номера пятен соответствуют номерам в таблице.

Segment of SAR, image from ENVISAT on 05.06.2007. A yellow circle indicates the vessel being the source of the most extended oil spill. The spill numbers correspond to the numbers in the table.



For the period from 1 January to 31 December 2007 totally 214 radar images were received and analyzed, including 162 ENVISAT images and 52 RADARSAT-1 images. As a result, 199 oil spills in the South-Eastern Baltic Sea were detected, including 74 spills in the monitoring area.

For the entire 2007, neither oil spill originated from the offshore platform and the underwater pipeline has been detected. Sea ships remained the basic sources of oil pollution of the sea surface.

Содержание нефтепродуктов...

...в донных осадках

Содержание нефтепродуктов (НП) в донных осадках открытого моря, как правило, находилось на фоновом уровне (< 5 мг/кг). Максимальное значение содержания НП было отмечено у северного побережья Самбийского полуострова в илистых осадках недалеко от устья р. Алейка (рис. 2).

...в воде

Содержание НП в водах открытого моря колебалось в пределах 0,005 – 0,069 мг/л (ПДК 0,050 мг/л). Максимум содержания НП – 0,069 мг/дм³ (1,4 ПДК) – был отмечен в октябре западнее Самбийского полуострова в поверхностном слое в районе российско-польской морской границы. Загрязнение имело локальный характер. Сезонные изменения содержания нефтепродуктов были слабо выражены (рис. 3).

Среднемесячные концентрации НП в воде приурезовой полосы колебались от 8 ПДК в мае до 0,25 ПДК в октябре. Высокий уровень загрязнения НП отмечался на западном побережье Самбийского полуострова и Вислинской косе. Среднемесячное содержание НП в воде с мая по октябрь здесь составило 3,4 ПДК, тогда как на северном побережье Самбии этот показатель загрязненности составил 1,26 ПДК, на Куршской косе – 1 ПДК. Таким образом, в целом, морские воды приурезовой полосы, за исключением некоторых районов, характеризовались

величинами содержания НП, превышающими региональный фон.

Беспрецедентно высокий уровень загрязнений НП отмечен в мае. Самыми загрязненными были воды у западного побережья Самбийского полуострова, где концентрация НП в среднем составила 16 ПДК. Очень сильно была загрязнена морская вода в пос. Янтарный – до 70 ПДК и у российско-польской границы – до 28 ПДК. Содержание НП в воде было повышенным и на участке, примыкающем к Балтийскому проливу, – до 12 ПДК.

Содержание НП в воде водотоков, впадающих в Балтийское море, было выше ПДК в мае во всех шести реках. Причиной, по-видимому, являлись аварийные сбросы загрязненных вод, осуществлявшиеся хозяйствующими субъектами. Загрязнение устьев рек НП может быть связано также с аварийными выпусками канализационной воды в дни ураганов, когда поступление нечистот и ливневых вод превышает норму очистки стоков.

Вместе с тем в подавляющем количестве проб грунта, отобранных с пляжа, НП практически отсутствовали (содержание менее 5 мг/кг). Загрязненными были лишь некоторые участки пляжа, расположенные вблизи устьев рек и в районах хозяйственной и рекреационной деятельности (пос. Куликово, пос. Сокольники, г. Светлогорск, г. Пионерский, пос. Янтарный, пос. Рыбачий, пос. Морское, т/б «Хвойное»).

Обследование морских пляжей также показало отсутствие загрязнения НП.

В качестве потенциальных источников загрязнения НП прибрежной полосы остаются затонувшие суда, а именно: земснаряд «Балхаш» и остатки подводных трюмовых частей на траверсе мыса Бакалинский, остатки судна «Анна-Ф» напротив мыса Гвардейский, ПТС-0212 на траверсе мыса Таран.

Вне периода мониторинга береговой зоны (т.е. зимой) источниками загрязнения могли быть разливы НП в порт Балтийск, где 4 февраля судно-контейнеровоз «Maersk Vienna» получило пробоину, из которой в акваторию порта поступило 10 тонн мазута и образовалось пятно размером около 175 м², а 22 марта в акватории Балтийской военно-морской базы в воду попало около тонны отработанного масла и дизельного топлива.

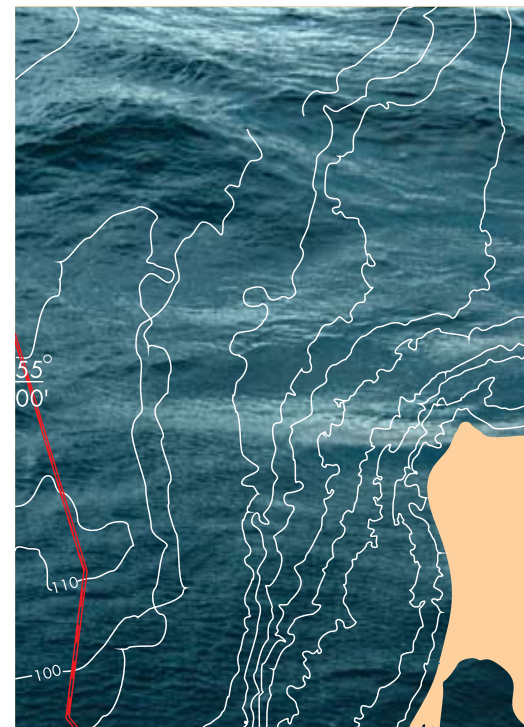


Рис. 2. Повышенное содержание НП в донных осадках (июль 2007 г.)
Fig. 2. The increased content of OP in the bottom sediments (July 2007)

**Content of oil products...
...in the bottom sediments**

As a rule, the content of oil products (OP) in the bottom sediments of the open-sea areas was at the background level (< 5 mg/kg). The higher OP content was found offshore the northern part of Sambian Peninsula in the muddy sediments near the mouth of Aleika river (Fig. 2).

...in the water

OP content in the seawater was at the natural background level – within <0.005-0.069 mg/l (MPC 0.050 mg/l). The maximum OP content in the water was recorded in October to the west from Sambia in the surface layer near the Russian-Lithuanian marine boundary. The detected pollution was of the local pattern. Seasonal variability of OP content was insignificant (Fig. 3).

The mean monthly OP values in the near-shoreline zone of the sea varied from 8 MPC in May to 0.25 MPC in October. A high level of OP pollution was recorded at the western coast of Sambia and at the Vistula Spit, where the mean monthly OP values from May to October constituted 3.4 MPC, while at the northern coast of Sambia the same pollution index was 1.26 MPC, and at the Curonian Spit – 1 MPC.

Thus, in general, OP concentrations in the near-shoreline zone, except few locations, were characterized with OP values exceeding the regional background level.

The extremely high level of pollution with OP was observed in May. The most polluted waters were recorded at the western coast of Sambia with the mean concentration of 16 MPC. A very high level of the seawater pollution occurred at s. Yantarniy (up to 70 MPC) and near the Russian-Lithuanian boundary (up to 28 MPC). The increased OP content in the water was found in the area adjacent to the Baltic Channel (up to 12 MPC).

In May the content of OP in the waterways running into the Baltic Sea exceeded MPC in all six rivers. Apparently, this resulted from emergency discharge of polluted water by some enterprises in view of the sewage treatment plants failure. The water pollution with OP recorded across river estuaries could be also

caused by occasional effluents drawdown during hurricanes, when the input of sewage and storm water exceeded the capacity of sewage treatment plants.

At the same time, oil products were actually absent in the majority of beach sediments samples (< 5 mg/kg). Only individual locations of beaches near the river estuaries and in the areas of industrial and recreational activities (s. Kulikovo, s. Sokolniki, Svetlogorsk, Pionerskiy, s. Yantarniy, s. Morskoye, tourist center Khvoynoye) were polluted.

Inspection of sea beaches also indicated the absence of OP pollution. The sunken ships, including the hydraulic dredge “Balhash”, the wrecked ship “Anna-F” near the cape Gvargeiskiy, PTS-0212 on the beam of the cape Taran, could become the potential sources of pollution with OP.

Beyond the monitoring period (i.e. in winter), oil spills in port Baltiysk became the basic sources of pollution with OP. The first spill occurred on 4 February as a result of the leak in the container ship “Maersk Vienna”, when 10 t of fuel oil were discharged into the harborage forming the oil patch of 175 sq.m. in area, and the second spill was recorded on 22 March, when about one ton of waste oil and diesel fuel were released into the Baltic military base area.

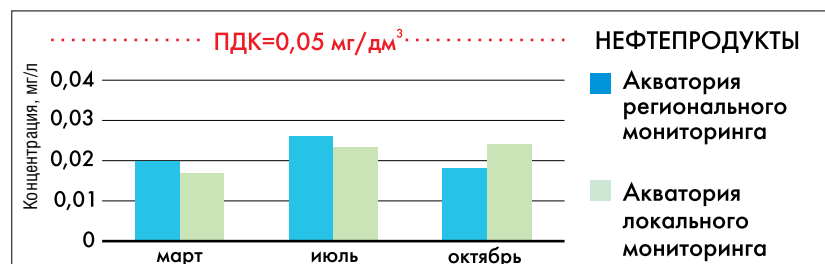


Рис. 3. Сезонные изменения средних значений содержания НП в морской воде

Fig. 3. Seasonal variability of the mean OP content in the seawater

Другие виды загрязнений...

...В ДОННЫХ ОСАДКАХ

Содержания контролируемых в донных осадках химических элементов (Cu, Cr, Pb, Cd, Hg и Ba) не выходили за пределы естественной изменчивости (рис. 4-9). Более высокое содержание перечисленных элементов, а также органического вещества (потери при прокаливании) (рис. 11) отмечалось в илстых осадках по сравнению с песчаными (рис. 10).

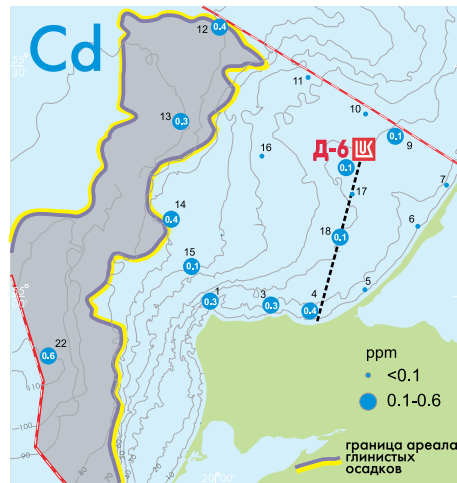


Рис. 4. Содержание кадмия в донных осадках
Fig. 4. Concentration of cadmium in the bottom sediments

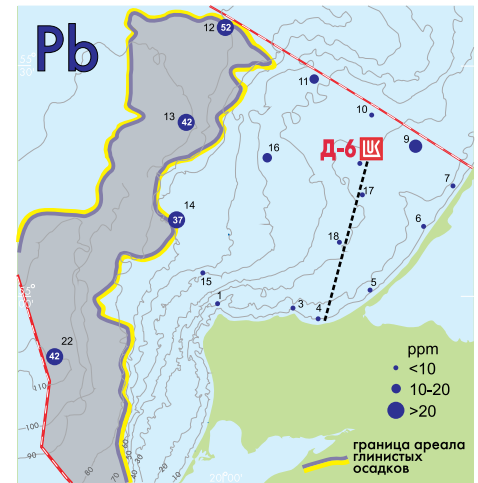


Рис. 5. Содержание свинца в донных осадках
Fig. 5. Concentration of lead in the bottom sediments

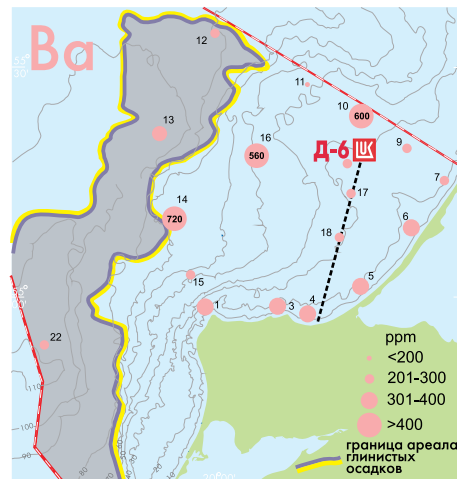


Рис. 8. Содержание бария в донных осадках
Fig. 8. Concentration of barium in the bottom sediments

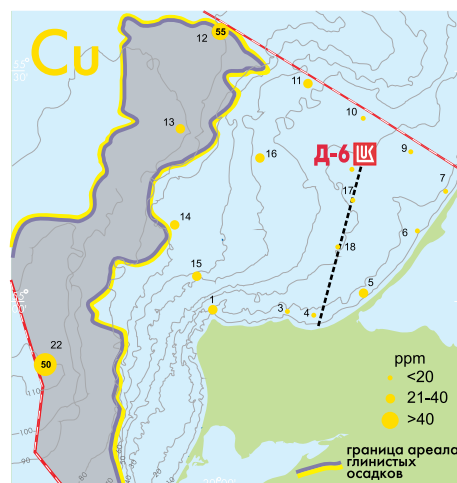


Рис. 9. Содержание меди в донных осадках
Fig. 9. Concentration of copper in the bottom sediments

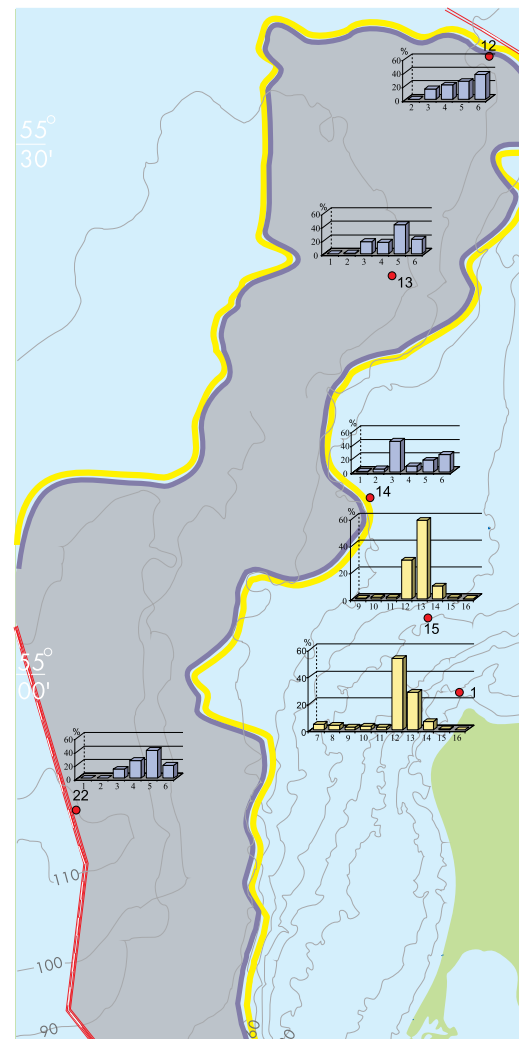


Рис. 10. Гранулометрический состав донных осадков
Fig. 10. Granulometric composition of the bottom sediments

Other kinds of pollution...

...in the bottom sediments

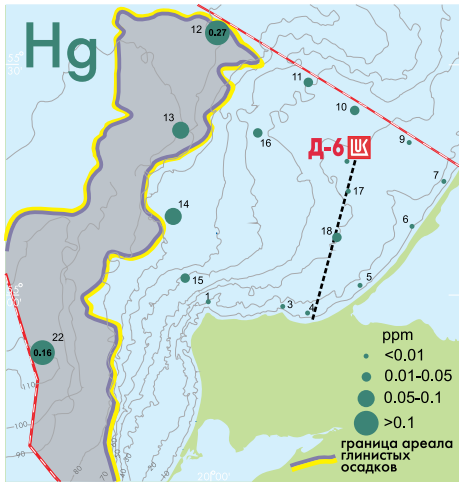


Рис. 6. Содержание ртути в донных осадках
Fig. 6. Concentration of mercury in the bottom sediments

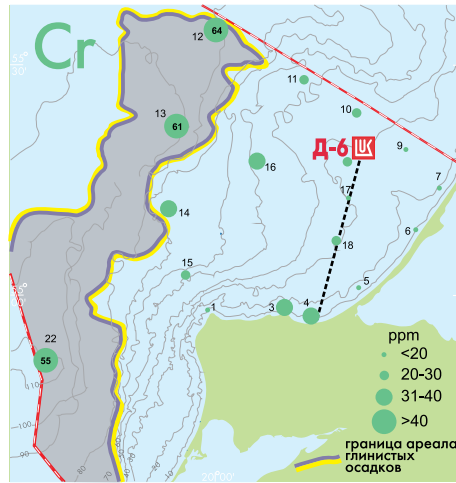


Рис. 7. Содержание хрома в донных осадках
Fig. 7. Concentration of chromium in the bottom sediments

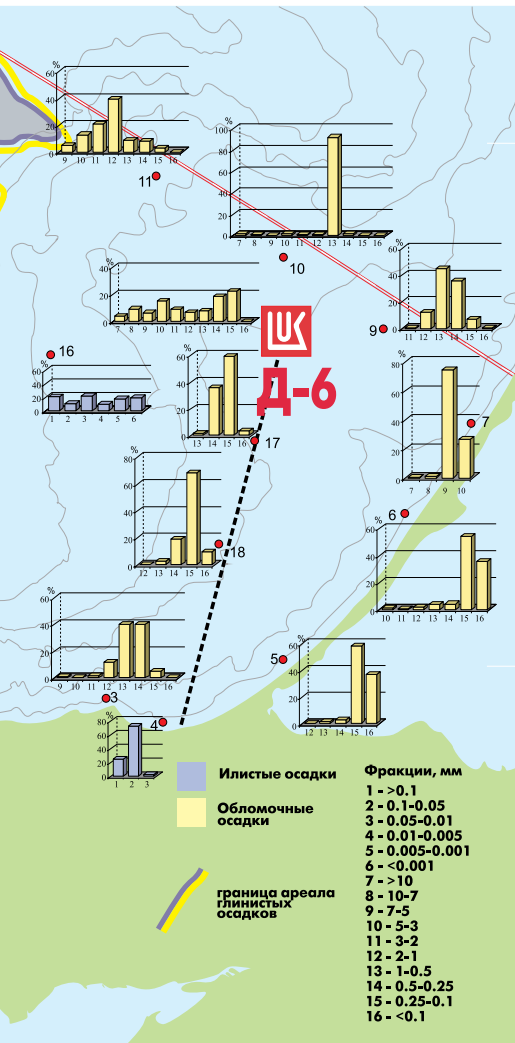


Рис. 11. Содержание органического вещества в донных осадках (потери при прокаливании)
Fig. 11. Concentration of organic matter in the bottom sediments (ignition losses)

Concentrations of controlled chemical elements (Cu, Cr, Pb, Cd, Hg и Ba) in the bottom sediments were within the limits of natural variability (Fig. 4-9). The increased concentrations of the above mentioned elements and organic matter (ignition losses) were found in muddy sediments (Fig. 11), while reduced concentrations occurred in sands (Fig. 10).

...в воде

Содержание анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в среднем не превышало 0,1 мг/л, т.е. было ниже ПДК (рис. 12). Максимальные значения, до 1,6 ПДК, отмечались в октябре на локальных участках вдоль российско-литовской морской границы и в северной части акватории регионального мониторинга.

Основной вклад в суммарное содержание полиароматических углеводородов (ПАУ) вносят фенантрен, пирен, хризен, бенз(а)антрацен и бенз(а)пирен. Отмечаются сезонные колебания как в суммарном содержании ПАУ, так и в индивидуальном составе. В марте 2007 г. суммарное содержание ПАУ составляло 13-64 нг/дм³, летом их концентрация повышалась, составляя в июле 2007 г. от 11-92 нг/дм³. Наиболее загрязненные участки отмечены в прибрежной зоне, на локальных станциях вокруг самого месторождения, а также в районе Гданьской впадины. Летом именно в этих зонах уровень загрязнения повышается.

...в бентосе

Содержание ПАУ в бентосе варьировалось в пределах 0,2-4,4 мкг/кг. Содержание изученных индивидуальных ПАУ, а также их суммарное количество в воде и бентосе в 2007 г. находилось на уровне прошлых лет, что свидетельствует о стабильной экологической обстановке в районе мониторинга.



...in the water

The concentration of synthetic surface-active substances (SSAS) usually did not exceed 0.1 mg/l, i.e. it was below MPC (Fig. 12). The maximum values (up to 1.6 MPC) were recorded in October in the local areas along the Russian-Lithuanian marine boundary and in the northern part of the regional monitoring area.

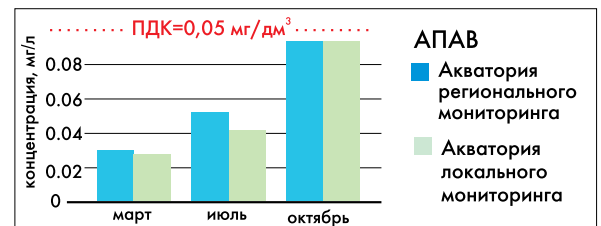


Рис. 12. Сезонные изменения средних значений содержания АПАВ в морской воде

Fig. 12. Seasonal fluctuations of the mean concentration of synthetic surface-active substances in the seawater

The following substances contributed the total content of polyaromatic hydrocarbons (ПАН): phenanthrene, pyren, chrysene, benz(a)anthracene and benz(a)pyren. The seasonal variability was observed both in the total PAH content and in individual composition. In March 2007 the total polyaromatic hydrocarbons content constituted 13-64 ng/dm³, while in summer PAH concentration increased to 11-92 ng/dm³ in July 2007.

The most polluted locations were found in the coastal zone at individual stations around the oil field and in the Gdansk Deep area. In summer the pollution level in these areas increased.

...in benthos

The total pollution of benthos with polyaromatic hydrocarbons varied within 0.2-4.4 µkg/kg. In 2007 the content of individual PAH and the total concentration in the water and benthos was at the level of the previous years, evidencing the stable ecological situation in the monitoring area.

СОСТОЯНИЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ

Сейсмическая активность

В результате сейсмологических наблюдений удалось зафиксировать очаги двух слабых землетрясений (рис. 13). Локальные магнитуды (M_L) обоих землетрясений оказались относительно небольшими (3.4 и 3.5), хотя при таких магнитудах эти землетрясения нельзя рассматривать как микроземлетрясения, их следует отнести к разряду слабых сейсмических событий. С другой стороны, эти землетрясения не могут ощущаться

людьми и тем более вызвать какие-либо разрушения даже непосредственно над их очагами.

Наличие сейсмических событий свидетельствует о том, что сейсмический процесс на западе Калининградской области продолжается, и можно сделать вывод, что район Калининградской области и примыкающая акватория Балтийского моря являются отнюдь не безопасной в сейсмическом отношении областью.

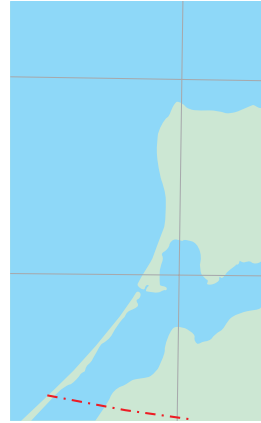


Рис. 13. Эпицентры (очаги) слабых сейсмических событий (землетрясений) в 2007 г.

Гидрометеорологические условия и перенос донных осадков...

...ветер

В 2007 г., как обычно, исключая февраль, преобладали ветры западных румбов (ЮЗ-З-СЗ) – более 50 % (рис. 14). Максимальная повторяемость западных ветров (41 %) отмечена в июле. Восточные ветры преобладали в феврале при господстве антициклональных условий (27 % В и 31 % ЮВ). Повторяемость южных ветров достигала 12 %, увеличиваясь в ноябре до 19 %. Штилей было 10 %, причем они отмечались с августа по ноябрь.

Результирующий за год вынос на побережье Юго-Восточной Балтики происходил с ЮЗ на СВ (250°) со средней скоростью 5,1 м/с.

Диаграмма скоростей ветра бимодальная (рис. 15). Первый пик (5,3-7,4 м/с – 4 б) соответствует максимальной повторяемости

скорости ветров в теплую половину года. Второй пик (12,4 м/с – 6 баллов) приходится на период господства атлантических циклонов (зима и осень). В январе и феврале 2007 г. максимальную повторяемость имели 7-балльные крепкие ветры (12,5 – 15,2 м/с).

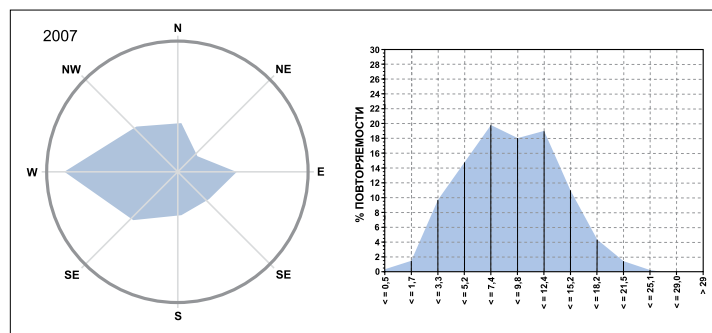


Рис. 15. Розы ветров и повторяемость (%) скорости ветра в 2007 г. Масштаб: Радиус розы ветров - 30%

Fig. 15. The wind rose and frequency (%) of wind speed in 2007. Scale: Radius of the wind rose - 30%

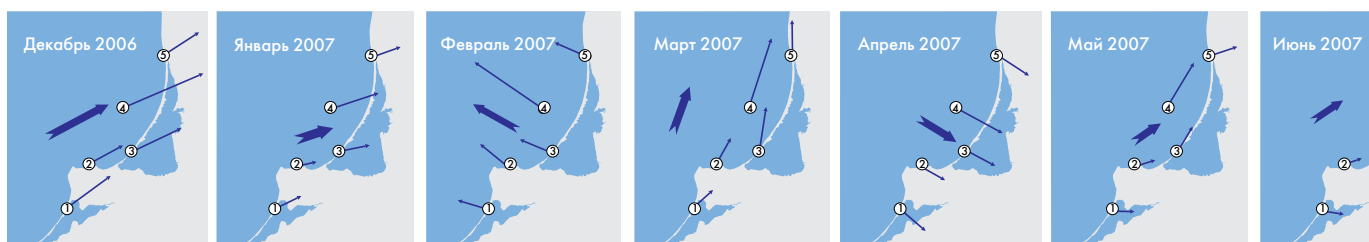


Рис. 14. Результирующий ветер по району мониторинга
Fig. 14. Resultant wind in the monitoring area

Пункты наблюдения: ①- Балтийск ②- Пионерский ③- Куршская коса ④- МЛСП ⑤- Клайпеда

ECOSYSTEM STATE

Seismic activity

As a result of seismic observations the epicenters of two weak earthquakes have been recorded (Fig. 13). The local magnitudes (M_L) of both earthquakes occurred relatively low (3.4 and 3.5), though even with such magnitudes these earthquakes could not be considered as microearthquakes and were classified as the weak seismic events. On the other hand, these earthquakes could be neither felt by people nor cause any

disintegrations even directly above their epicenters.

The seismic events occurrence indicated that the seismic process in the western Kaliningrad region is continuing, therefore it may be concluded that this part of the Kaliningrad region and adjacent area of the Baltic Sea are not seismically safe.

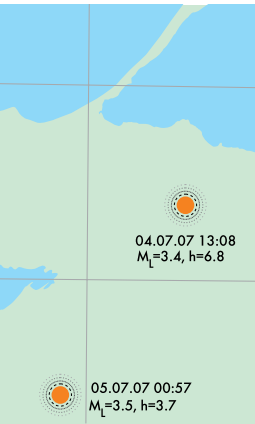


Fig. 13. Epicenters of the weak seismic events (earthquakes) in 2007

Hydrometeorological conditions and bottom sediments transport...

...wind

During 2007, except for February, the winds of the western directions (SW-W-NW) prevailed (above 50 %) as usual (Fig. 14). The maximum frequency of the westerly winds (41 %) was recorded in July. The easterly winds prevailed in February (E – 27 % and SE – 31%), when the anticyclonic conditions dominated. The south winds frequency attained 12 % and increased to 19 % in November. The calm sea conditions constituted 10 % mostly from August to November.



The resultant annual atmosphere transport to the South-Eastern Baltic coast was directed from SW to NE (250°) with the mean velocity 5.1 m/s.

The wind velocity diagram is bimodal (Fig. 15). The first peak (5.3-7.4 m/s – 4 points) corresponds to the maximum frequency

of wind velocity during the warm half of the year. The second peak (12.4 m/s – 6 points) was observed during the period of the Atlantic cyclones prevalence (winter and autumn). In January and February 2007 the maximum frequency of strong 7-point winds (12.5-15.2 m/s) was recorded.



...температура и соленость вод

Термохалинная структура вод в течение каждого из сезонов 2007 г. характеризовалась значительной пространственной изменчивостью.

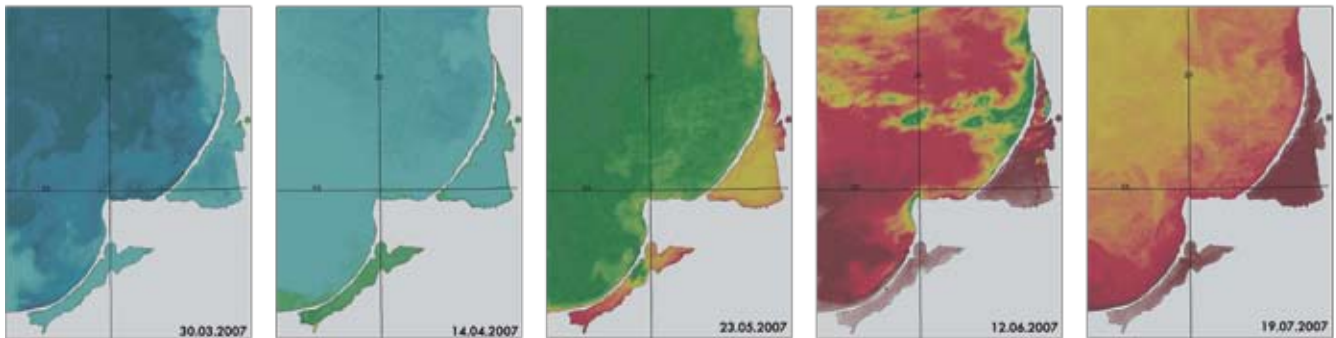
Распределение температуры и солености на поверхности моря характеризовалось имеющими сложную форму

фронтами. Фронтальные разделы часто встречались в непосредственной близости от МЛСП Д-6. В холодный сезон к берегу, как правило, примыкали более холодные воды. В теплый сезон положения теплых и холодных вод относительно берега были различными.

В осенний период развивался мощный относительно теплый

верхний квазиоднородный слой (мощностью до 50 м).

По данным комплекса HYDRA (донная обсерватория 2) у северного побережья Самбийского полуострова выявлены значительные и быстрые изменения температуры воды в придонном слое моря, не связанные непосредственно с ветровым нагоном.



...течения

Данные автономных донных станций (обсерваторий) вновь продемонстрировали быструю реакцию течений на изменение ветра. При скоростях ветра более 10 м/с течения адаптировались к направлению ветра. При уменьшении скорости ветра в поле течения развивались инерционные колебания. В летний период вследствие возникновения сезонной температурной стратификации возникали внутриволновые возмущения течений. В некоторых случаях в прибрежной зоне отмечалось возникновение низкочастотных колебаний.

МЛСП располагается на границе береговой зоны, что предполагает двойственный характер придонных

течений. Во время спокойных метеоусловий здесь сказывается влияние течений открытого моря, а во время штормов – ветроволновое воздействие, совместно с рельефом дна и экспозицией береговой линии. В весенне-летний период в районе МЛСП преобладал поперечный перенос с максимумом в сторону моря, а по мере сезонной перестройки активизировался вдольбереговой и ослабевал поперечный перенос к берегу. Осенью имел место только вдольбереговой перенос, направленный вдоль оси СВ-ЮЗ с максимумом по-прежнему в северо-восточную четверть.

Проведенное численное моделирование с использованием реальных параметров стратификации позволило описать весьма широкий набор

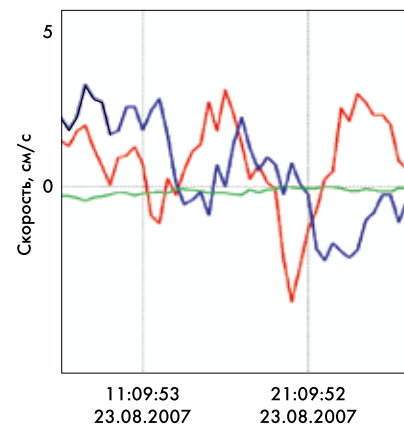


Рис. 17. Длиннопериодные колебания скорости течения по данным комплекса HYDRA. (зеленая линия - вертикальная компонента скорости, синяя - широтная, красная - меридиональная)

...thermohaline structure of the sea water

During all seasons 2007 the thermohaline structure of the seawater was characterized with considerable spatial variability.

The water temperature and salinity distribution at the sea surface was determined by the fronts of complex shape. The frontal boundaries were

frequently observed near the offshore platform D-6. During the cold season, the colder waters usually approached the coast. During the warm season, the cold and warm waters location relative to the coast was different.

In autumn the thick and relatively warm upper quasiuniform layer (up to 50 m in thickness) was developing.

According to the HYDRA (the bottom observatory № 2) data significant and rapid changes of the water temperature were found in the near-bottom layer of the sea at the northern coast of Sambian Peninsula, which are not directly related to the wind tide.

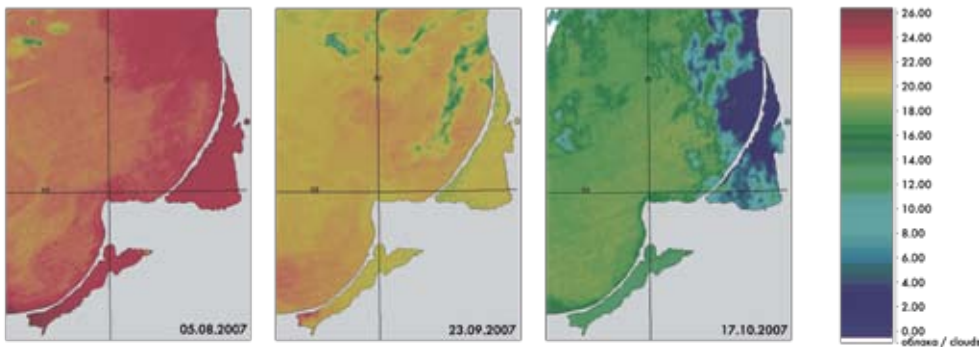


Рис. 16. Температура поверхности моря по спутниковым данным

Fig. 16. Sea surface temperature on the basis of the satellite data

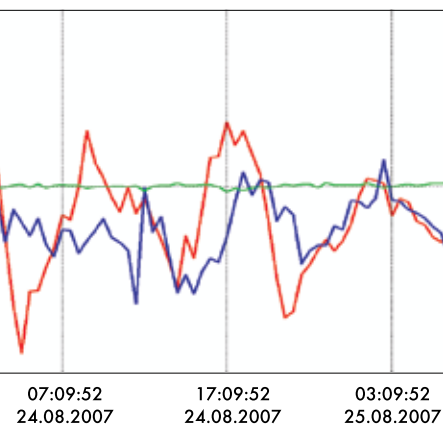


Fig. 17. Long-period fluctuations of the current velocity based on HYDRA data (green line – vertical component of velocity, blue line – latitudinal component and red line – meridian component)

...currents

The data of the autonomous bottom stations (observatories) again indicated the immediate response of currents to the winds changes. At the wind velocity above 10 m/s the currents became adapted to the wind direction. With the wind velocity decline, the inertial oscillations were developing in the current field. In summer, owing to the seasonal temperature stratification, the intra-wave current disturbance appeared. In some cases, low-frequency oscillations were recorded in the coastal zone.

The offshore platform is located at the coastal zone boundary, which assumes the dual pattern of near-bottom currents. During calm meteorological conditions, the impact of the open-sea currents was

evident there, while during storms the wind-wave effect in combination with the bottom relief and the coastline exposition was observed. In the spring-summer period, the cross transport with the offshore maximum prevailed in OIFP area, while with the seasonal reorganization the alongshore transport increased and the cross on-shore transport reduced. In autumn, the alongshore transport directed from NE to SW prevailed with maximum in the northeast quarter.

The numeric simulation fulfilled using real stratification parameters provided description of sufficiently wide range of hydrophysical fields' spatial structures for different seasons, wind directions and heat flows. The resulted distributions are in agreement with the sea expeditions and satellite data.

пространственных структур гидрофизических полей для различных сезонов, направлений ветра и потоков тепла. Полученные распределения согласуются с данными морских экспедиций, а также со спутниковыми данными.

Вместе с тем моделирование позволяет проследить развитие различных гидрофизических процессов. Так, в ряде судовых съемок было подмечено, что летом и в первой половине осени из-за весьма значительных вертикальных градиентов (около 5 град/м) придонная температура воды вблизи МЛСП (глубина моря 30 м) может существенно (на 5-10 градусов) отличаться на разных станциях локального мониторинга. Анализ результатов численного моделирования позволил выявить фактор, усиливающий изменчивость придонной температуры в условиях контакта слоя скачка с дном. С помощью модели было показано, что во время северных и восточных ветров на Куршско-Самбийское поднятие, где расположена МЛСП, поднимаются более холодные воды из прилегающей с севера депрессии морского дна (т.н. долины Пра-Немана) (рис. 18). Еще один фактор изменчивости температуры (и солености) в районе МЛСП связан с формированием термических фронтов у берега и их перемещением в сторону открытого моря. Эти фронты, однако, вызывают относительно плавные изменения температуры – порядка одного градуса на 1 км.

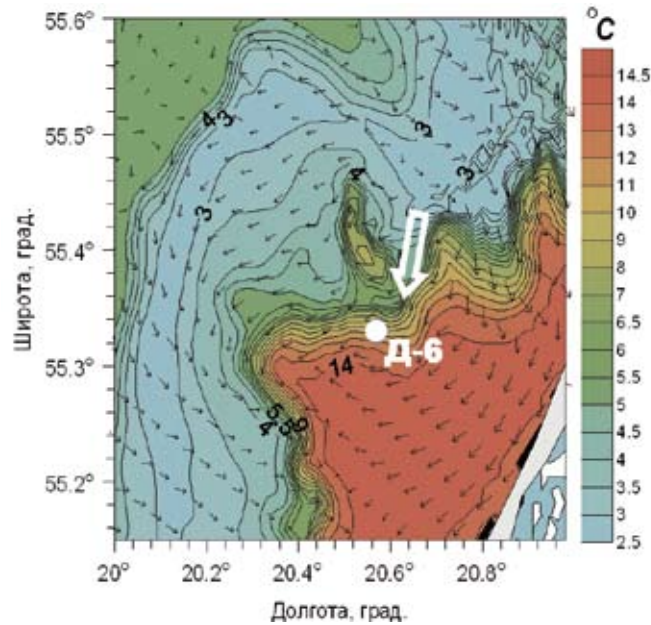


Рис. 18. Проникновение придонных холодных вод к району МЛСП (белая стрелка) по результатам численного моделирования для условий начала осени и северного ветра (температура воды показана цветовой шкалой, течения – черными стрелками)

Fig. 18. Penetration of the near-bottom cold water to the OIFP area (white arrow) based on the numeric simulation results in conditions of the early autumn and northerly wind (the water temperature is indicated by the color scale, currents – by black arrows)

В 2007 г. впервые были проведены измерения прибрежных поверхностных течений в период действия штормов. Особый интерес представляют измерения, выполненные во время урагана «Кирилл», который принес немалый ущерб Западной Европе (рис. 19). На побережье Калининградской области он пришел к вечеру 18 января 2007 г. заметно ослабшим. Тем не менее шторм продолжался почти двое суток, скорость СЗ ветра достигала 22 м/с, в порывах до 25 м/с.

Во время урагана «Кирилл» максимальные скорости течения (свыше 50 см/с) были зафиксированы у основания Куршской косы. Ослабление скорости переноса вод в сторону берега на мелководье вызвано противодействием градиентных противотечений, обусловленных нагонным повышением уровня

моря вблизи берега. У пос. Лесное отмечалось циклональное завихрение течений повышенной интенсивности, т.е. зафиксирован момент перехода течения, направленного к берегу, во вдольбереговое течение.

...волнение моря

Результаты предварительного анализа данных волнения на Балтийском море показывают, что в целом характер волнения, зарегистрированный на Д-6 и С-9, качественно совпадает. Для более полного описания характеристик волнения и сравнения результатов на обеих платформах необходимо проведение совместного анализа данных. Ограниченность измерений одним сезоном не дает возможности оценить сезонную изменчивость штормов и окон погоды в указанных акваториях.

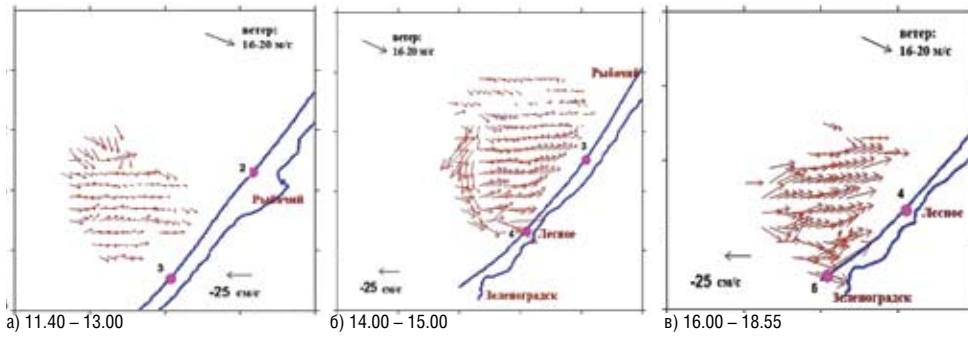


Рис. 19. Поверхностные течения у побережья Куршской косы (пос. Рыбачий - корень косы) в период урагана «Кирилл» 19.01.2007 г. (данные радиолокационных измерений)

Fig. 19. The surface currents at the Curonian Spit coast (s. Rybachiy-Zelenogradsk) during the hurricane Cyril on 19.01.2007 (the radar data)

At the same time, simulation allows to trace the development of various hydrophysical processes. Thus, some ship surveys indicated that in summer and the first half of autumn the near-bottom water temperature near OIFP (the sea depth is 30 m) might considerably (5-10 degrees) differ at different stations of the local monitoring due to very high vertical gradients (about 5 degrees/m).

The analysis of the numeric simulation results revealed the factor increasing the near-bottom temperature variability in conditions of the "jump" layer contact with the bottom. Simulation indicated that during the northerly and easterly winds the colder water was upwelled from the adjacent northern depression of the sea bottom (so-called valley of Pra-Neman) to the Curonian-Sambia plateau, where OIFP is located (Fig. 18). Another factor of the water temperature (and salinity) variability in OIFP area is related to the thermal fronts formation near the shore with subsequent offshore transport. However, these fronts caused relatively gradual temperature fluctuations (about 1°/km).

In 2007 the near-shore surface currents were measured during storms for the first time. The measurements carried out during the hurricane Cyril, caused serious damage to the Western Europe, are of the special interest (Fig. 19).

It approached the Kaliningrad region seashore by the night on 18 January 2007 being much weaker. Nevertheless, the storm continued for almost 2 days and the NW wind velocity attained 22 m/s (max 25 m/s).

During the hurricane Cyril, the maximum current velocity (above 50 cm/s) were recorded at the Curonian Spit base. The decline of the water onshore transport velocity was caused by counteraction of the gradient countercurrents resulted from wind-induced rising of the sea level near the shore. Near s. Lesnoye the cyclonic circulation of highly intense currents was observed, i.e.

the moment of onshore current transformation into the alongshore current was recorded.

...sea roughness

The results of preliminary analysis of the sea roughness in the Baltic Sea indicated that in general the roughness patterns recorded at D-6 and C-9 were qualitatively similar. To describe the sea roughness in details and to compare the results for both platforms the combined data analysis is required. Insufficient number of measurements (for one season only) preclude from assessment of the seasonal variability of storms and weather windows in the indicated areas.



**...динамика
донных осадков**

Очевидно, что интенсивность перехода во взвесь донных осадков у МЛСП (на границе береговой зоны) максимальна в период штормов, а перенос наносов ориентируется в направлении формируемых здесь штормовых течений. Совместное воздействие различных факторов формирует неустойчивую, сложную и перемежающуюся картину динамики взвешенного вещества в придонном слое.

В гранулометрическом составе донных осадков отмечен нетипичный для мелководья повышенный процент мелких фракций на автономной донной станции 2, расположенной на глубине 15 м у подводного трубопровода, недалеко от его выхода на сушу. Этот эффект обусловлен прибрежными поперечными миграциями наносов в период зимних штормов. Материал, образовавшийся в результате размыва пляжей и разрушения берегов, был оттянут штормовыми течениями на глубины 15-20 м, что привело к положительной деформации подводного склона в районе трубопровода до 1,2–1,5 м.

По данным наносонакопителей, установленных на автономных донных станциях, вертикальное распределение взвеси у дна имело типичный параболический вид с максимумом у дна. Изменчивость в составе и интенсивности миграций донных наносов была весьма велика. Так, на мелководье (автономная донная станция 2) масса

горизонтально переносимой придонной взвеси была в 7-25 раз больше, чем на мористой границе береговой зоны в районе МЛСП (автономная донная станция 1).

Сопоставление результатов профилирования гидролокатором бокового обзора (сонарного профилирования), проведенных в 2007 г., с материалами предыдущих лет показывает, что наиболее существенные изменения микрорельефа дна и распределения донных отложений вдоль трассы трубопровода произошли непосредственно после его прокладки. На большей части трассы в настоящее время наблюдается относительная стабилизация условий седиментации. Трансформация состава донных отложений и микрорельефа дна вдоль подводного трубопровода продолжается локально, в пределах участков контрастного распределения типов донных отложений, хотя и не слишком активно (рис. 20 а, б).

В результате проведения профилирования получена также детальная картина распределения донных

отложений вдоль Куршской косы, что позволяет с высокой степенью достоверности охарактеризовать обстановки осадконакопления.

Литодинамический эффект урагана «Кирилл» проявился в полном размыве пляжа и существенном размыве авандюны на побережье Куршской косы всего за один день (рис. 20 в).

Для прибрежной зоны моря это особенно важно, поскольку в штормовые периоды происходят основные лито- и морфодинамические переформирования подводного склона.

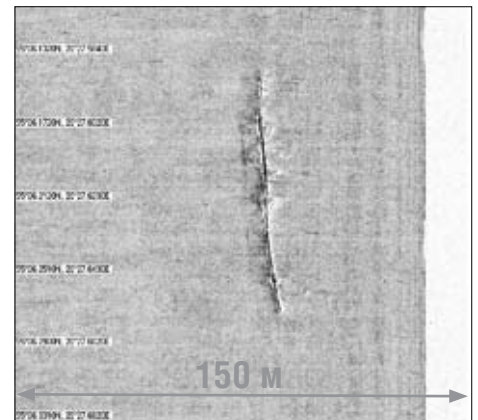


Рис. 20 а. Протяженная промоина (215 м) с выходом трубопровода на поверхность дна

Fig. 20 a. The extensive washed-out location (215 m) near the pipeline outlet to the bottom surface



...dynamics of bottom sediments

Evidently, the maximum amount of sedimentary material was picked up by the currents from the bottom near the offshore platform (at the coastal zone boundary) during storms, while the sedimentary matter transport depended on the direction of storm currents formed there. The combined effect of various factors formed unstable complex and alternating picture of the suspended matter dynamics in the near-bottom layer.

In the bottom sediments granulometric composition the increased proportion of fine

fractions, unusual for shallow-water areas, was found at the autonomous bottom station N2 located at the depth 15 m near the underwater pipeline (at the shore outlet). This effect is stipulated by the near-shore cross migrations of sedimentary matter during winter storms. The material formed as a result of beaches washing-out and shore erosion was transported by the storm currents to the depths 15-20 m causing positive deformation of the underwater slope up to 1.2-1.5 m in the pipeline area.

Based on the data of sediment accumulating tanks installed in the autonomous bottom stations, the vertical distribution of suspended matter near the bottom was of the typical parabolic pattern with the maximum at the bottom. The migrating bottom sediments composition and intensity were highly variable. Thus, in the shallow-water locations (the autonomous bottom station N2), the mass of horizontally transported near-bottom suspended matter was by 7-25 times higher than at the offshore boundary of the coastal zone in OIFP area (the autonomous bottom station N1).

The comparison of profiling results obtained from the side-scan sonar device in 2007 and the data for the previous years indicated that the most considerable changes of the bottom micro-relief and bottom sediments distribution along the pipeline occurred immediately after pipelining. At present, the relative stabilization of sedimentation conditions is observed in the most part of the pipeline. Non-active transformation of the bottom sediments composition and the bottom micro-relief along the pipeline continues locally within the zones of the bottom sediments types contrast distribution (Fig. 20 a, b).

In the profiling process the detailed picture of the bottom sediments distribution along the Curonian Spit was also obtained, which allows to describe the sediment accumulation conditions with the high reliability.

The lithodynamic effect of the hurricane Cyril was apparent in the total washing-out of the beach and considerable erosion of the advance dune in the Curonian Spit coast during 1 day (Fig. 20 c).

This is especially important to the coastal zone, since during storm periods the basic litho- morpho- dynamic transformations of the underwater slope occur.

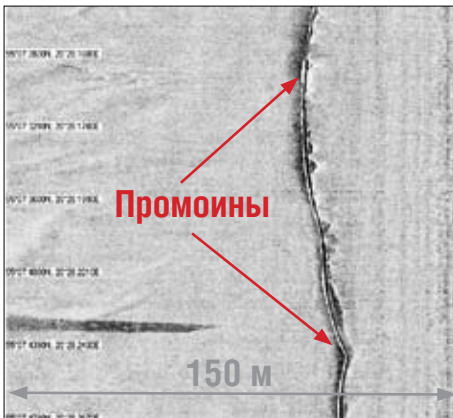


Рис. 20 б. Протяженные промоины (шириной до 8 м), образованные вдоль трубопровода

Fig. 20 b. The extensive washed-out locations (up to 8 m in width) appeared along the pipeline



Рис. 20 в. Процесс размыва пляжа у пос. Рыбачий за один день в период стихающего урагана «Кирилл» (19.01.07 г.). Первый снимок пляжа сделан примерно через сутки после подхода урагана

Fig. 20 c. The process of the beach washing-out for one day during the weakened hurricane Cyril (19.01.2007) near s. Rybachiy. The first photo of the beach has been made in about one day after the hurricane approach

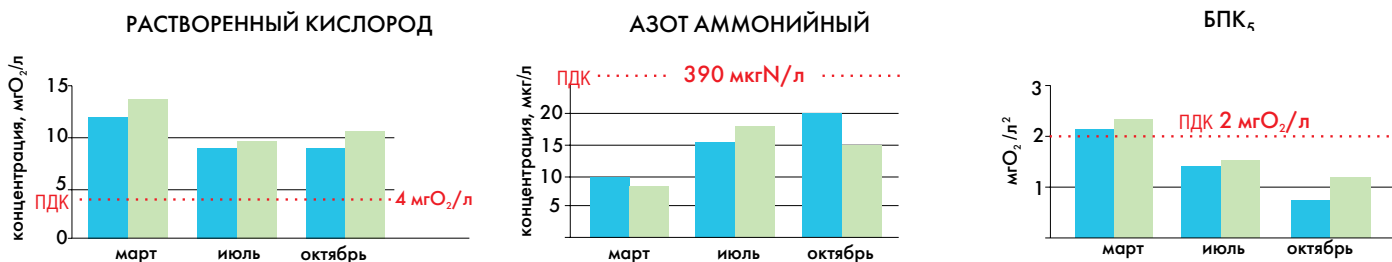


Рис. 21. Сезонные изменения средних значений гидрохимических показателей.

Fig. 21. Seasonal variability of the mean hydrochemical parameters

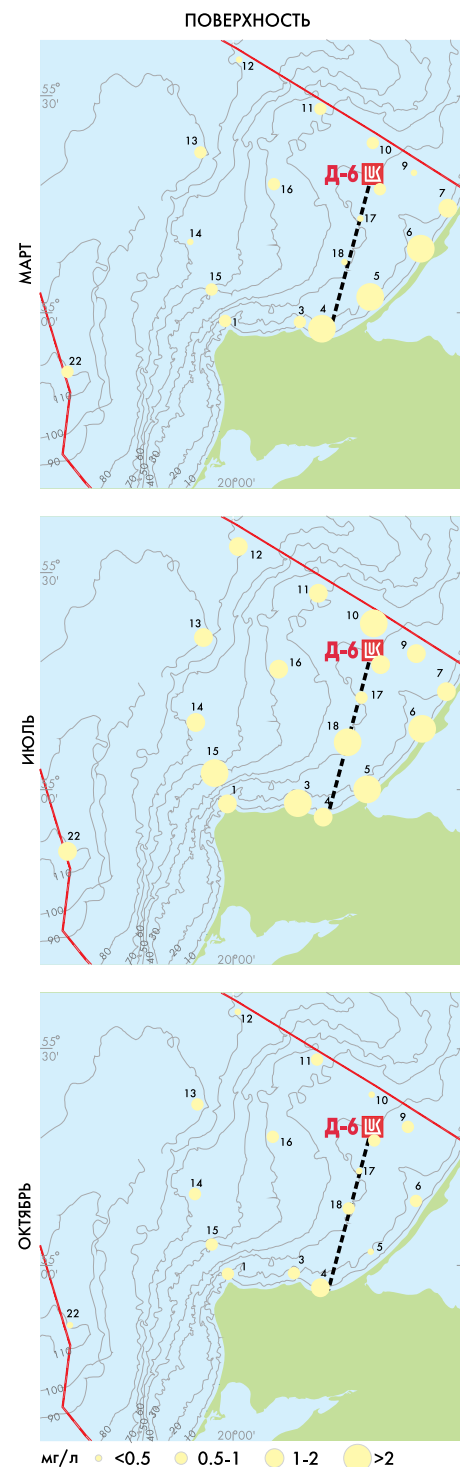
Гидрохимические условия и осадочное вещество в водной толще

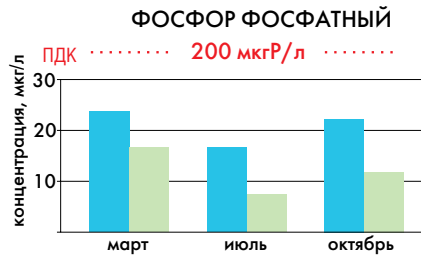
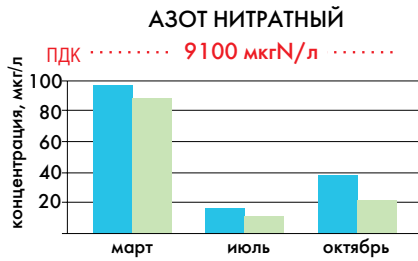
Содержание растворенного кислорода в морской воде варьировалось в течение года в зависимости от глубины и сезона. Максимальные концентрации всегда наблюдались в поверхностном слое и обычно превышали 8-9 мг/л. Минимальные концентрации кислорода (менее 2 мг/л) были выявлены в придонных слоях воды на глубоководных (более 70-80 м) станциях. Незначительное снижение содержания кислорода в поверхностном слое в летний период было обусловлено снижением его растворимости в более теплой воде.

Величины БПК₅ характеризуют содержание в воде легкоокисляемого органического вещества. Некоторое превышение ПДК на отдельных станциях свидетельствует о наличии в районе мониторинга локальных участков, слабозагрязненных органическим веществом природного происхождения. Наибольшее содержание органики в морской воде было отмечено в марте, а минимальное – в октябре (рис. 21).

Колебания концентраций всех биогенных элементов варьировались в пределах природных сезонных значений. В придонных слоях глубоководных станций с низким содержанием кислорода, концентрации аммонийного азота и фосфатов существенно возрастали. Наибольшие концентрации аммонийного азота отмечены в летний и осенний период, когда идет активное разложение органического вещества, образуемого в летний период. Напротив, азот нитратный и фосфаты вовлекаются в биологический круговорот веществ в процессе фотосинтеза, что предопределяет их минимальные концентрации в летний период, когда интенсивно развивается фитопланктон.

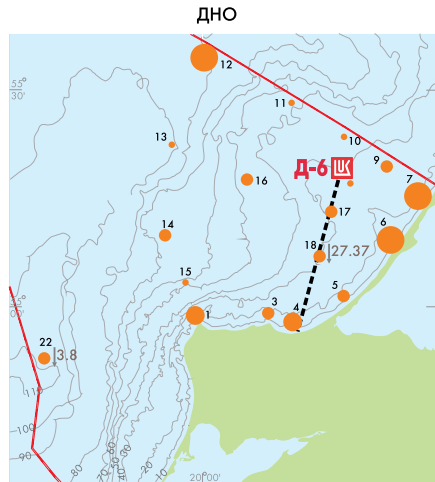
Концентрация взвеси находилась на обычном для района мониторинга уровне и была обусловлена влиянием естественных природных процессов (рис. 22). Распределение и концентрация взвеси в водной толще в большой степени зависели от глубины станций и сезона года. На мелководье высокие концентрации взвеси отмечались постоянно. Это связано с береговой абразией и взмучиванием донных осадков, особенно во время сильных штормов и дождей.





■ Акватория
регионального
мониторинга

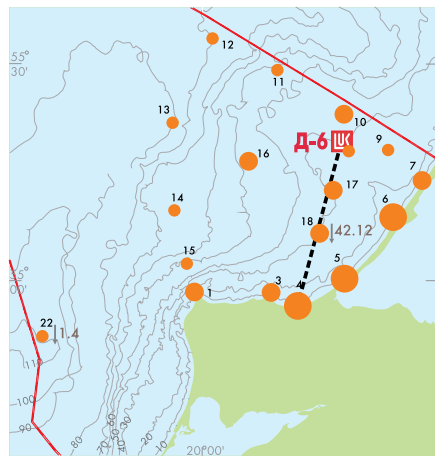
■ Акватория
локального
мониторинга



Hydrochemical conditions and sedimentary matter in the water column

Concentrations of the dissolved oxygen in the seawater varied during the year by depths and seasons. The maximum concentrations (usually not exceeding 8-9 mg/dm³) were always observed in the surface layer. The lowest oxygen concentrations (below 2 mg/dm³) were recorded in the near-bottom layers at deep-water stations (more than 70-80 m). Insignificant reduction of the oxygen concentrations in the surface layer in summer was caused by decrease of its solubility in the warmer water.

Fluctuations of all nutrients concentration varied within the natural seasonal limits. However, in the near-bottom layers at the deep-water stations with low oxygen content, concentrations of ammonia nitrogen and phosphates increased significantly. The highest concentrations of ammonia nitrogen were observed in summer and autumn, when the organic matter formed in the photosynthesis process was actively disintegrated.



Estimates of BOD₅ characterize content of the easily oxidized organic matter in the water. MPC exceeding at some stations evidenced the availability of localities insignificantly polluted with organic matter of natural origin. The highest concentration of the organic matter in the seawater was observed in March, and the lowest in October (Fig. 21).

On the contrary, nitrite nitrogen and phosphates are involved in the biological turnover of substances in the photosynthesis process, which predetermines their low concentration in summer during the intensive phytoplankton development.

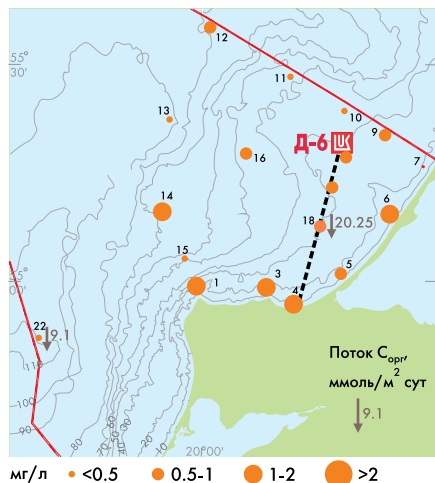


Рис. 22. Сезонная изменчивость концентрации водной взвеси и скорости биоседimentации

Fig. 22. Seasonal variability of the suspended matter concentration in the water and rate of sedimentation

The suspended matter concentration was at the usual level for the monitoring area resulting from the natural processes (Fig. 22). The suspended matter distribution and concentration in the water column depends to the great extent on the station depth and the season. The high concentrations of suspended matter were permanently observed in the shallow areas. This is related to the shore abrasion and bottom sediments stirring-up, especially during strong storms and rains.

Поток взвешенного органического вещества из фотического слоя в глубины моря играет существенную роль в биогеохимическом круговороте веществ. Количественные определения таких потоков крайне важны при изучении циклов углерода и биогенных элементов, а также для оценки «судьбы» и скорости удаления из морской экосистемы загрязняющих веществ. В 2007 г. величина потока взвешенного органического вещества (в единицах углерода) на ст. 18

(слой 0-30 м) варьировалась в диапазоне 1,4-9,1 ммоль $C \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$. Максимальные значения потока наблюдались в октябре. Обращает на себя внимание крайне низкое значение потока в июле, нехарактерное для летнего периода. Средний за год поток взвешенного органического вещества на ст. 18 составил 4,7 ммоль $C \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$ (произошло снижение интенсивности биоседimentации по сравнению с 2006 г.). На

ст. 22 (слой 0-110 м) поток варьировался в течение года от 20,3 до 42,1 ммоль $C \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$. Средний поток значительно увеличился по сравнению с 2006 г. и составил 9,9 ммоль $C \cdot m^{-2} \cdot сут^{-1}$ (рис. 22).

Биологические наблюдения...

...первичная продукция и бактериальная деструкция органического вещества

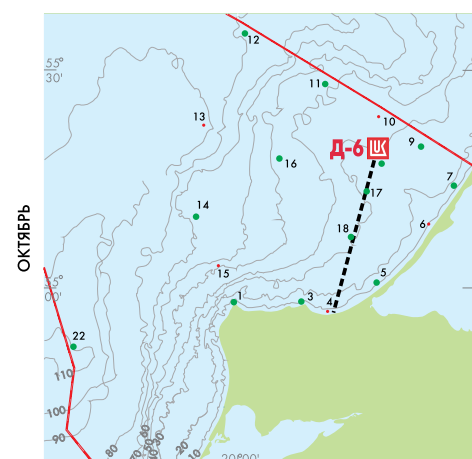
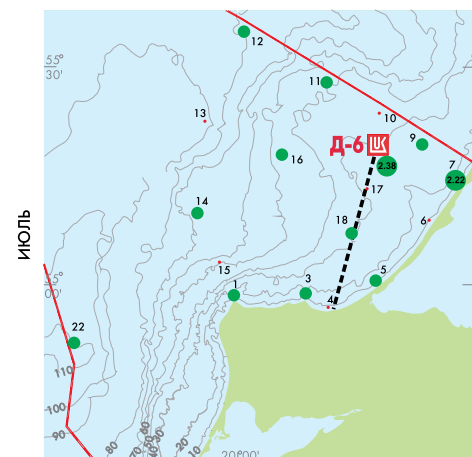
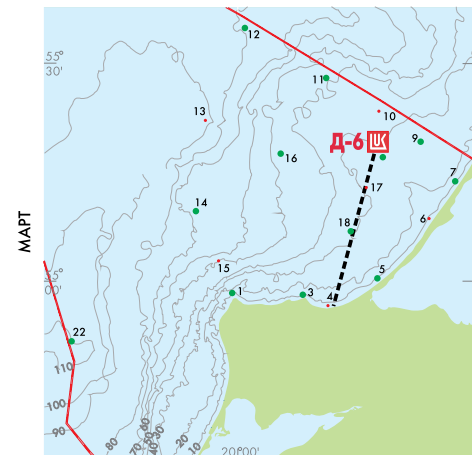
Выполненные в 2007 г. исследования выявили максимум первичной продукции в июле. В октябре в отличие от предыдущих лет уровень продукции был невысок, почти как в марте. Распределение и интенсивность фотосинтеза в каждый сезон были обусловлены гидрометеорологическими условиями, видовым составом и функциональным состоянием фитопланктона. В течение года максимальный уровень фотосинтеза отмечался у побережья Куршской косы и у МЛСП Д-6 (рис. 23). Средняя по району мониторинга годовая скорость новообразования органического вещества

составила $646 \text{ мг} C \cdot m^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$, а продуктивность – $236 \text{ г} C \cdot m^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$. Таким образом, по первичной продукции морские воды района мониторинга являются эвтрофными.

В отличие от предыдущих лет максимальные суммарные величины бактериальной деструкции были определены в прибрежной мелководной части района мониторинга. Почти все образованное в процессе фотосинтеза органическое вещество подвергалось бактериальной деструкции уже в фотическом слое. Среднегодовая скорость деструкции в фотическом слое составила $957 \text{ мг} C \cdot m^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$, а во всей водной толще – $2500 \text{ мг} C \cdot m^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$, или $780 \text{ г} C \cdot m^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ (рис. 23).

Колебания интенсивности продукционно-деструкционных процессов не выходили за рамки межсезонных и межгодовых изменений.

Первичная продукция, $г/См^2 \cdot \text{сут}$



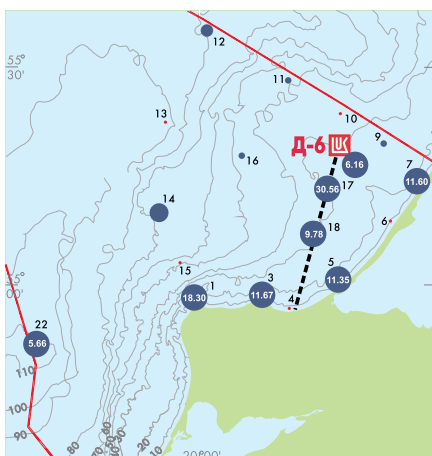
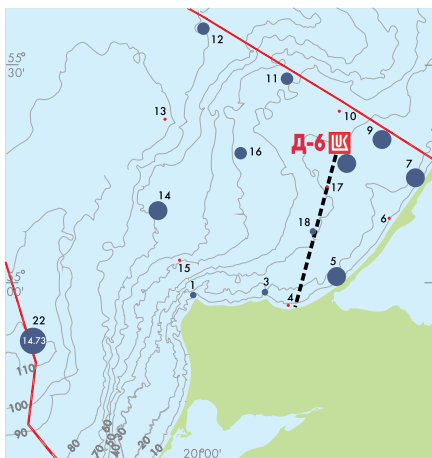
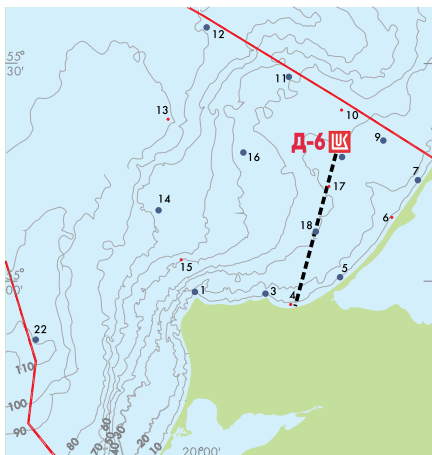
• <1 • 1-2 • >2

The organic matter flow from the photic zone to the deep-water layers is an important part in biogeochemical cycle of substances. The quantitative assessments of these flows are extremely important in investigation of carbon

and nutrients cycles, as well as in determination of the "fate" and removal rate of pollutants from the sea environment. In 2007 the flow of suspended organic matter (in carbon units) at station 18 (the depth 0-30 m) varied from 1.4 to 9.1 mmol C·m⁻²·day⁻¹. The maximum flow values were observed in October. It is worth to note the extremely low flow value in July not typical for the summer

season. The mean annual flow of the organic matter at station 18 amounted to 42.1 mmol C·m⁻²·day⁻¹ (the biosedimentation intensity decreased as compared to 2006). At station 22 (0-110m) the flow varied during the year from 20.3 to 42.1 mmol C·m⁻²·day⁻¹. The mean flow increased considerably as compared to 2006 and comprised 29.9 mmol C·m⁻²·day⁻¹ (Fig. 22).

Бактериальная деструкция, г/См² сут



Biological observations ...

...primary production and bacterial destruction of organic matter

The study carried out in 2007 revealed the maximum primary production in July. Unlike the previous years, in October the primary production level was low (almost similar to March). During each season, photosynthesis distribution and intensity were stipulated by hydrometeorological conditions, phytoplankton species composition and functional state. During the year, the maximum photosynthesis was observed offshore Curonian Spit coast and near OIFP D-6 (Fig. 23)

The mean annual rate of new organic matter formation in the monitoring area amounted to 646 mg C·m⁻²·day⁻¹, while the study area productivity was 236 g C·m⁻²·year⁻¹. Therefore, on the basis of the primary

production the monitoring area is classified as eutrophic.

Unlike the previous years, the maximum total values of the bacterial destruction were found in the coastal shallow part of the monitoring area. Almost entire organic matter formed in the photosynthesis process was exposed to the bacterial destruction already in the photic zone. The mean annual rate of destruction in the photic zone constituted 957 mg C·m⁻²·day⁻¹, while in the whole water column this value was 2500 mg C·m⁻²·day⁻¹ or 780 g C·m⁻²·year⁻¹ (Fig. 23).

The productive-destruction processes intensity varied within inter-seasonal and inter-annual limits.

The primary production and bacterial destruction were used in the ecological-toxicological experiments to provide information on the crude oil critical concentrations affecting the rate of the organic matter formation and destruction.

Рис. 23. Средние для поверхностного слоя моря (0-30 м) суточные значения первичной продукции и средние по глубине суточные значения бактериальной деструкции органического вещества

Fig. 23. Mean diurnal values of primary production in the sea surface layer (0-30 m) and mean diurnal values of bacterial destruction of the organic matter by depths

Первичная продукция и бактериальная деструкция использовались в эколого-токсикологических экспериментах для получения информации о критических концентрациях сырой нефти, влияющих на скорость новообразования и разрушения органического вещества.

В зимний период вводимые в пробу концентрации сырой нефти (0,3 и 0,6 мг/л) для рассматриваемых планктонных сообществ не были критическими, т.е. снижающими интенсивность процессов продуцирования и деструкции органического вещества более чем на 50 %, или пороговыми (снижение на 25 %). Исключение составила только станция мониторинга, расположенная у Куршской косы вблизи литовской границы (ст. 7). Возможные причины – повышенное загрязнение вод этой станции другими поллютантами, которые могли усилить токсический эффект вносимой в пробу нефти, либо доминирующая роль в планктоне диатомовых, крайне чувствительных к сырой нефти.

В июле усиление воздействия сырой нефти на первичную продукцию было связано с большей величиной биомассы фитопланктона. Отмечено, что на некоторых станциях с одинаковым уровнем первичной продукции реакция на сырую нефть различна. Это обусловлено различиями в видовом и размерном составе водорослей (крупные клетки имеют повышенную чувствительность к токсиканту). У северного побережья

Самбийского полуострова бактериопланктон был наиболее устойчив к нефтяному загрязнению. На других станциях эффект воздействия нефти был токсическим, т.е. отсутствовали адаптированные к нефти микроорганизмы.

Осенью при низкой интенсивности процесса первичного продуцирования воздействие сырой нефти, видимо, в основном зависело от доминирующих видов фитопланктона, т.к. эффект значительно отличался на разных станциях. Аналогично, при сходной бактериальной деструкции, токсичное воздействие нефти на разных станциях зависело от количества нефтеокисляющих микроорганизмов.

...фитопланктон

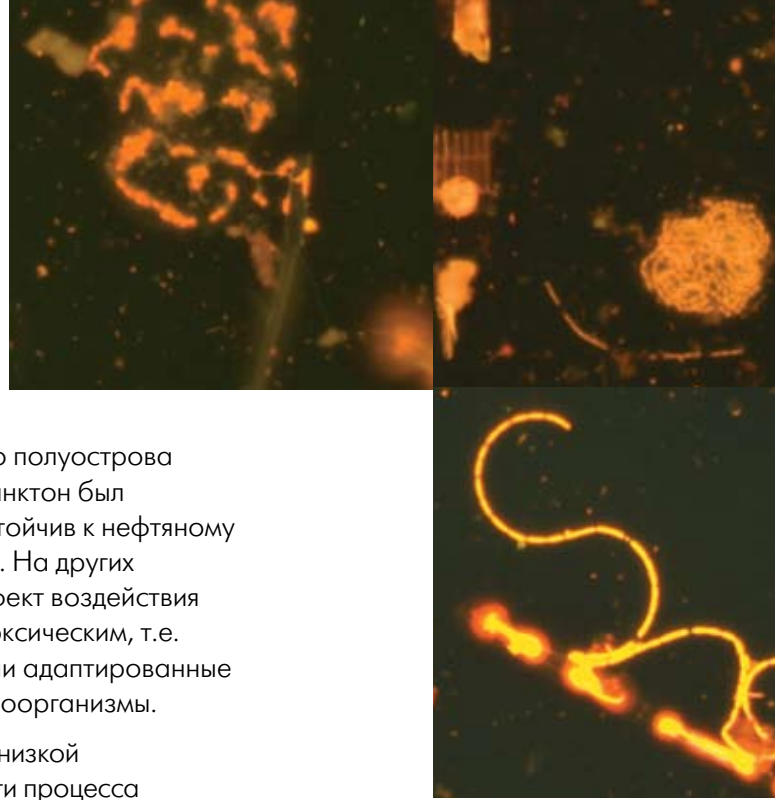
Фитопланктон был представлен 141 видом и внутривидовым таксоном из 7 систематических отделов водорослей. Относительно невысокое разнообразие обитающей в Балтийском море планктонной флоры характерно для солоноватых вод. Преобладали виды из отделов Chlorophyta, Dinophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, что свойственно прибрежным водам Балтийского моря.

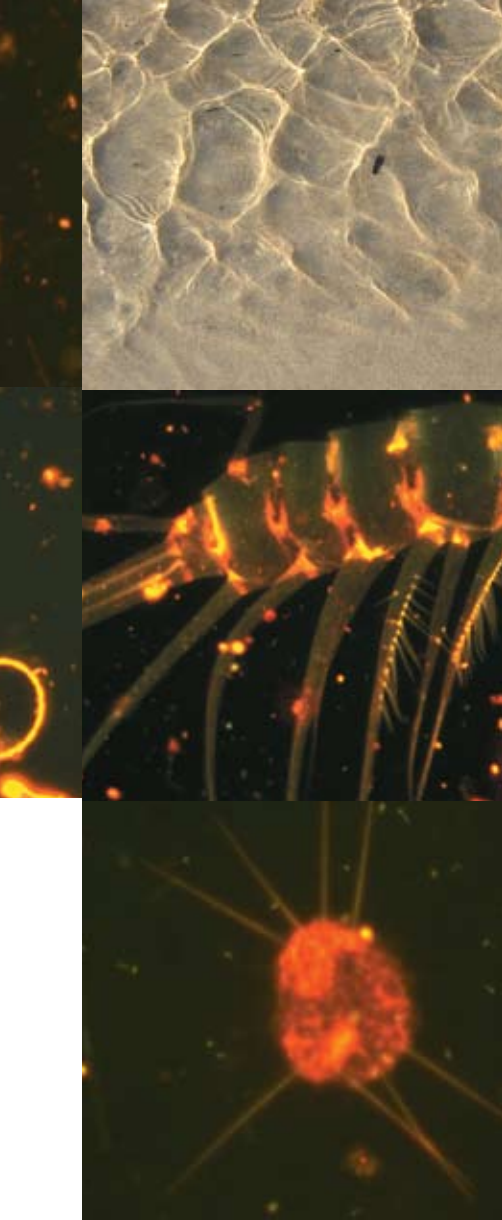
Для мелководного района, как и в предыдущие годы, было характерно большее видовое разнообразие по сравнению

с глубоководным (125 и 92 видов соответственно), что обусловлено океанографическими и гидрохимическими различиями этих районов (рис. 24).

Видовое разнообразие альгофлоры, как правило, повышалось от весны (72 вида) к лету (103 вида) и существенно уменьшалось осенью (29 видов). Соотношение групп водорослей на протяжении вегетационного сезона претерпевало заметные изменения (рис. 24).

Характерная особенность состояния фитопланктона в 2007 г. заключалась в аномально повышенной вегетации отдела Cyanophyta ранней весной (благодаря теплой зиме), снижении развития сине-зеленых водорослей Aphanizomenon flos-aquae и Nodularia spumigena и возрастании вегетации динофитовой водоросли Heterocapsa triquetra летом (из-за прохладной и дождливой погоды), а также исключительно слабой вегетации потенциально





...phytoplankton

Phytoplankton was represented by 141 species and intraspecific taxons belonging to 7 taxonomic divisions of algae. Relatively low diversity of plankton flora inhabiting the Baltic Sea is typical to the brackish-waters basins.

The species of divisions Chlorophyta, Dinophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta typical to the coastal zone of the Baltic Sea, prevailed.

Like in the previous years, the high species diversity was found in the shallow-water area as compared to the deep-water layers (125 and 92 species, respectively), which was stipulated by the oceanographic and hydrochemical differences of these areas (Fig. 24).

As a rule, the algae-flora species diversity increased from spring (72 species) to summer (103 species) and considerably reduced in autumn (29 species). The algae groups proportions varied notably during the vegetation period (Fig. 24.).

In 2007 the distinguished feature of phytoplankton consisted in anomalously high vegetation of div. Cyanophyta in the early spring (due to the warm winter), reduced development of cyanobacteria *Aphanizomenon flos-aquae* and *Nodularia spumigena* and increased vegetation of Dinophyta *Heterocapsa*

The probable reasons include the high pollution of water at this station with other pollutants, which might increase the toxic effect of the crude oil added to the sample or predominance of extremely sensible to crude oil diatoms in plankton.

In July the increase of crude oil impact on the primary production was related to the higher phytoplankton biomass. The different response to the crude oil was revealed at some stations with similar level of primary production. This is stipulated by different species and size composition of algae (large cells are more sensible to the toxicant). Offshore the northern coast of the Sambia the highest resistance of bacterioplankton to the oil pollution was observed. At other stations the toxic effect of the crude oil was found, i.e. the adapted to oil microorganisms were absent.

In autumn, when the primary production rate was low, the crude oil impact probably depended on the dominating phytoplankton species, since the effect differed significantly from station to stations. In the same way, at different stations with similar rate of bacterial destruction the toxic effect of the crude oil was depended on the number of oil-oxidizing microorganisms.

In winter the crude oil concentrations (0.3 and 0.6 mg/l) added to the sample were neither critical, i.e. reducing the organic matter production and destruction intensity more than by 50 %, nor threshold (reduction by 25 %), with the exception of one station located close to the Curonian Spit near the Lithuanian boundary (station 7).

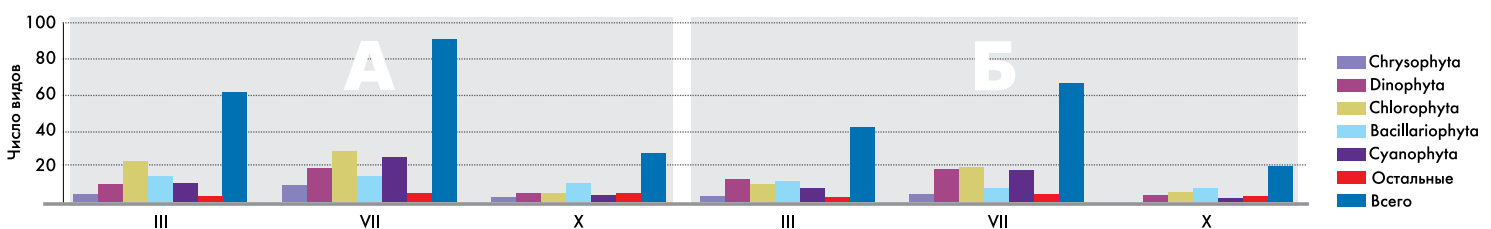


Рис. 24. Сезонная изменчивость видового состава фитопланктона в слое 0 м – дно. А – мелководный подрайон, Б – глубоководный подрайон

Fig. 24. Seasonal variability of phytoplankton species composition in the layer from 0 m to the bottom. А – shallow-water subarea, Б – deep-water subarea

токсичного вида вселенца *Prorocentrum minimum* на мелководье осенью.

Повышенные количественные показатели развития (численность и биомасса) фитопланктона обычно наблюдались в мелководной зоне (рис. 25, 26). Этому благоприятствуют небольшие глубины, способствующие быстрому прогреву воды, активной регенерации планктона и, под влиянием постоянного перемешивания, регулярному поступлению биогенных элементов из донных отложений в водную толщу.

Трофность вод мелководного подрайона в среднем соответствовала мезо-эвтрофному разряду, глубоководного – мезотрофному.

Устойчивость биоты к неблагоприятным факторам среды слегка повышалась в глубоководном подрайоне и снижалась в мелководном, что свидетельствует о большем влиянии на биоту мелководной зоны антропогенных факторов.

Загрязнение вод органическими веществами в вегетационный сезон соответствовало бета-мезосапробной (III класс чистоты воды или слабо загрязненные) зоне, и, следовательно, санитарное состояние исследуемой акватории по сравнению с 2006 г. не изменилось.

Сезонная изменчивость содержания хлорофилла «а» (основного пигмента водорослей), связанная с сукцессией фитопланктонного сообщества, отличалась в 2007 г. низкими значениями на протяжении всех сезонов, особенно зимой и осенью, когда были отмечены самые низкие величины содержания хлорофилла «а» за все годы экологического мониторинга начиная с 2003 г. (рис. 29). Как следствие, в 2007 г. наблюдались самые низкие средние за вегетационный период величины хлорофилла «а» по сравнению с другими годами.

Содержание хлорофилла «а», как показатель обилия фитопланктона, в зимний период 2007 г.

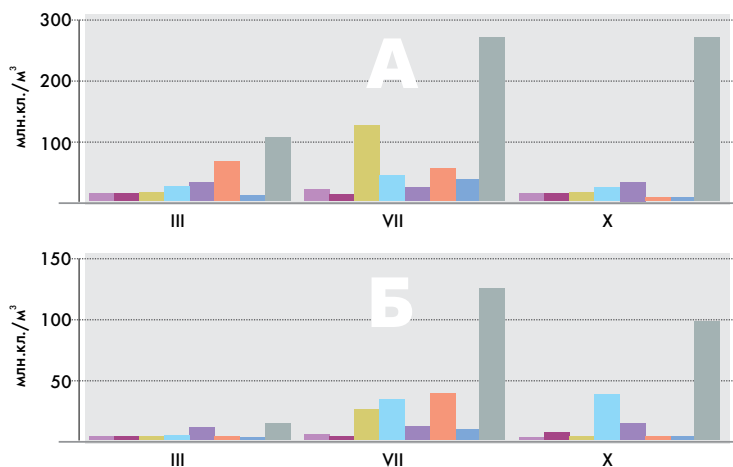


Рис. 25. Сезонная изменчивость общей численности (млн. кл./м³) фитопланктона и основных его систематических групп в слое 0 м – дно. А – мелководный подрайон, Б – глубоководный подрайон

Fig. 25. Seasonal variability of total abundance (mln. cells/m³) of phytoplankton and basic taxonomic groups in the layer from 0 m to the bottom. A- shallow-water subarea, B – deep-water sub-area

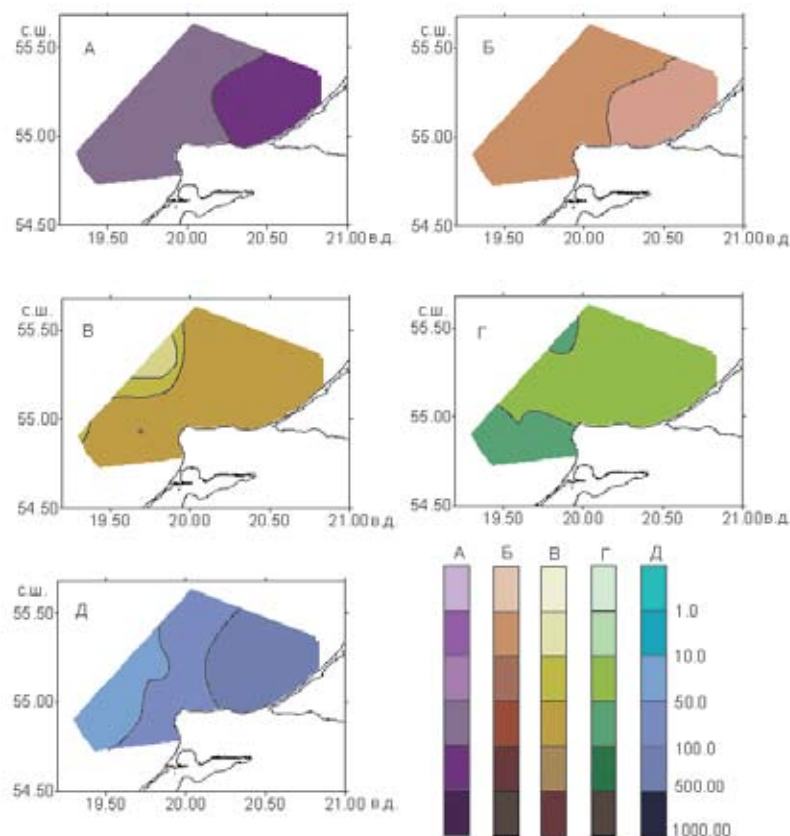
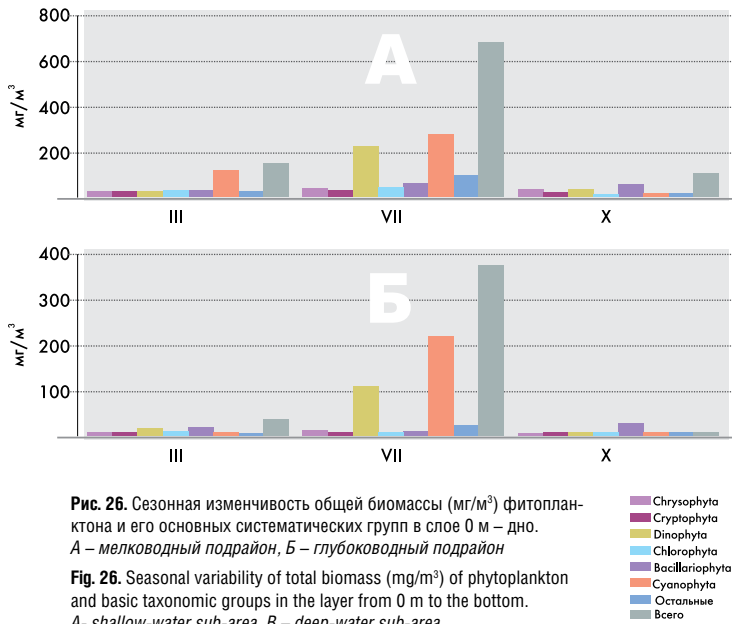


Рис. 27. Распределение общей численности (млн. кл./м³) фитопланктона (А), отд. Bacillariophyta (Б), отд. Dinophyta (В), отд. Chlorophyta (Г), отд. Cyanophyta (Д) в слое от поверхности моря до дна (июль 2007 г.)

Fig. 27. Distribution of total abundance (mln. cells/m³) of phytoplankton (A), div. Bacillariophyta (Б), div. Dinophyta (В), div. Chlorophyta (Г), div. Cyanophyta (Д) in the layer from the sea surface to the bottom (July 2007)



triquetra in summer (due to the cool and rainy weather), as well as extremely weak vegetation of potentially toxic invader *Prorocentrum minimum* in the shallow-water area during autumn (owing to the water «desalination»).

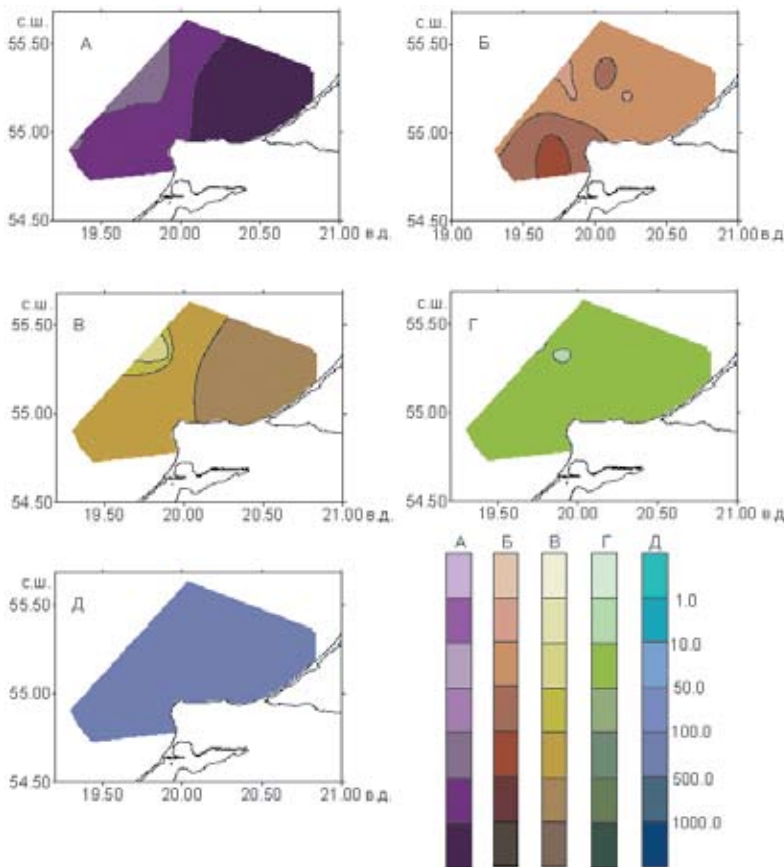
Heightened numeric indices of phytoplankton development (abundance and biomass) were usually observed in the shallow-water zone (Fig. 25, 26). This was facilitated by the rapid water warming due to the shallow depths, active regeneration of plankton and regular input of nutrients to the water column from the bottom sediments due to continuous mixing.

On average, the water trophity in the shallow sub-area corresponded to the meso-eutrophic category and in the deep-water subarea - to the mesotrophic category.

The biota resistance to unfavorable environment factors slightly increased in the deep-water subarea and decreased in the shallow-water sub-area, evidencing the higher vulnerability of the shallow-water biota to anthropogenic factors impact.

During the vegetation period the water pollution with organic matter corresponded to betamesosaprobic (Class III of the water purity or slightly polluted water) zone, therefore, the sanitary conditions of the monitoring area had not changed as compared to 2006.

In 2007 the seasonal variability of chlorophyll «a» (the basic pigment of algae), related to the phytoplankton community succession, was distinguished with low values during all seasons, especially in winter and autumn, when the lowest concentrations of chlorophyll «a» were recorded for the entire period of ecological monitoring from 2003 (Fig. 29). As a consequence, the lowest mean values of chlorophyll «a» for the vegetation period appeared in 2007 as compared to other years.



характеризовалось достаточно равномерным распределением по исследуемой акватории в юго-восточной части Балтийского моря, что было обусловлено слабым развитием водорослей. Лишь на отдельных прибрежных станциях содержание хлорофилла «а» было выше. Летом и осенью 2007 г. пространственное распределение содержания хлорофилла «а»

характеризовалось более высокими величинами на прибрежных мелководных станциях вдоль северного побережья Самбийского полуострова и Куршской косы. Здесь создавались более благоприятные условия для фитопланктона, что обусловлено лучшим прогревом воды и более высоким содержанием биогенов в слое фотосинтеза за счет хорошей перемешиваемости вод. В целом за вегетационный период наибольшие концентрации хлорофилла «а» наблюдались в прибрежных районах, где создавались более благоприятные гидрологические и гидрохимические условия для вегетации фитопланктона. В открытой части исследуемой акватории Балтийского моря с удалением от берега и увеличением глубины содержание хлорофилла «а» снижалось. Ранее аналогичные явления наблюдались во многих прибрежных районах, включая прибрежные зоны Балтики.

Согласно классификации эвтрофированности вод, принятой в странах Балтики,

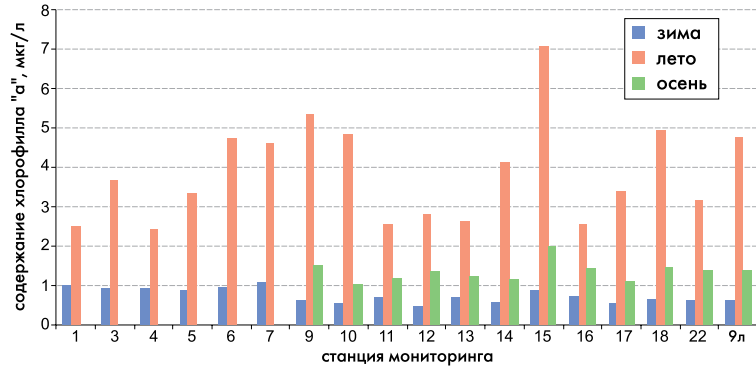


Рис. 29. Сезонная изменчивость концентрации (мкг/л) хлорофилла «а» в поверхностном слое моря
Fig. 29. Seasonal variability of chlorophyll «a» concentration (mg/L) in the sea surface layer

на разных станциях в летний период 2007 г. отмечался уровень эвтрофированности вод от среднего (3 класс) до очень высокого (5 класс), а в среднем для акватории мониторинга содержание хлорофилла «а» соответствовало высокому (4 класс) уровню эвтрофированности.

Качество воды, согласно классификации, принятой в странах Балтики, на разных станциях во все годы исследования соответствовало I и II классу (отличное и хорошее состояние вод) (рис. 30). В открытой части акватории наблюдалось очень высокое качество воды: содержание хлорофилла «а» было ниже или равно 2 мкг/л, что соответствует I классу (отличное состояние). В прибрежном районе, как правило, наблюдалось снижение качества вод до II класса (хорошее состояние).

В районе локального мониторинга, в месте расположения морской ледостойкой стационарной платформы, повышенного содержания хлорофилла «а», как индикатора загрязнения

вод, отмечено не было. Полученные величины были характерны для прилегающей акватории, что свидетельствует об отсутствии в районе добычи нефти дополнительного поступления загрязняющих веществ, влияющих на фитопланктонное сообщество.

...микробиология и микробиологические процессы

Формирование бактериального населения тесно связано с динамикой водных масс, температурным и кислородным режимами, интенсивностью образования органического вещества в процессе фотосинтеза фитопланктона и его деструкции, а также с поступлением, накоплением и утилизацией органических загрязняющих веществ.

Имея способность разлагать различные существующие в естественной среде органические субстраты, бактерии играют ведущую роль в самоочищении морских экосистем. Количество бактерий в морской воде зависит от концентрации растворенного органического вещества и взвешенных частиц.

During winter chlorophyll «a» concentration, as the indication of phytoplankton abundance, was characterized with sufficiently uniform distribution in the monitoring area of the South-Eastern Baltic Sea, resulted from the weak algae development. Only at few coastal stations the higher concentrations were recorded. In summer and autumn 2007 the spatial distribution of chlorophyll «a» concentrations was characterized with the higher values at the shallow-water coastal stations along the northern coast of Sambia and Curonian Spit. In this area the more favorable for phytoplankton conditions appeared due to the better water warming and higher nutrients content in the photosynthesis layer resulted from the better water mixing. In general for the vegetation period the highest concentrations of chlorophyll «a» were observed in the near-shore areas with favorable hydrological and hydrochemi-

cal conditions to phytoplankton vegetation. In the open areas of the Baltic Sea chlorophyll «a» values decreased with increasing of distance from the shore and depths. Earlier the similar situation was observed in many coastal areas, including the Baltic Sea coastal zone.

According to the water eutrophication classification commonly used in the Baltic region, the water quality at different stations during summer 2007 was assigned to different classes from the medium (class 3) to the very high (class 5) level, while on average the content of chlorophyll «a» in the monitoring area corresponded to the high (class 4) level of eutrophication.

According to the water quality classification adopted in the Baltic States, the water quality was classified as class I and class II (excellent and good water condition) during all study years at different stations (Fig. 30). In the open sea the very high water quality was observed: chlorophyll «a» concentrations were below or equal to 2 mkg/l, i.e. corresponded to class I (excellent condition). As a rule, the water quality deterioration to class II (good condition) was observed in the near-shore area.

In the local monitoring area, within the offshore platform location, no increased concentration of chlorophyll «a» as the water pollution indicator has been observed. The recorded values were typical to the adjacent area and indicated the absence of any extra pollution negatively affecting phytoplankton community in the oil field zone.

...microflora and microbiological processes

Bacterial population development is closely related to the water mass dynamics, temperature and oxygen regimes, intensity of organic matter formation in the process of phytoplankton photosynthesis and destruction, as well as with input, accumulation and utilization of organic pollutants.

Bacteria have the leading role in the sea systems self-purification owing to the ability to destruct various organic substrates available in the natural environment. The abundance of bacteria in the sea water depends on the dissolved organic and suspended matter concentration.

In 2007 bacterioplankton abundance and biomass varied within the wide range. The unusual distribution of microorganisms abundance and biomass by seasons was observed, when the maximum values were recorded in March and the minimum in July. In the previous years the highest abundance and biomass were observed in summer.

In March-October high bacterioplankton aggregations were found in the coastal zone owing to the high concentrations of organic and suspended matter (the storm abrasion of the shore, transport from the Curonian Lagoon). In March the total bacteria density at some stations and depths levels was directly correlated to the bacterial destruction rate measured by radiocarbon method.

The summer surveys indicated the impact of the wind transport on the water condition in the

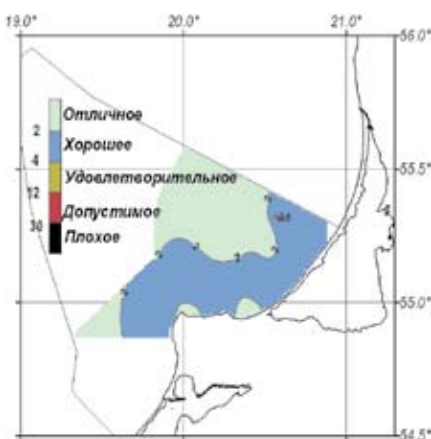


Рис. 30. Среднее за вегетационный период содержание хлорофилла «а» в поверхностном слое моря и качество вод в районе регионального мониторинга

Fig. 30. The mean concentration of chlorophyll «a» in the sea surface layer during the vegetation period and the water quality in the regional monitoring area

В 2007 г. численность и биомасса бактериопланктона менялись в широких пределах. Необычным оказалось распределение численности и биомассы микроорганизмов по сезонам: максимальные значения зафиксированы в марте, минимальные – в июле. В предыдущие годы самая высокая численность и биомасса были характерны для лета.

В марте и октябре скопления бактериопланктона отмечены в прибрежной зоне, что объясняется высокими концентрациями растворенной органики и взвеси (штормовая абразия берегов, выносы из Куршского залива). В марте общая численность бактерий на ряде станций и горизонтов прямо коррелировала со скоростью бактериальной деструкции, измеренной радиоуглеродным методом.

Летние исследования свидетельствуют о влиянии ветрового переноса на состояние вод исследуемого участка акватории и распределение микроорганизмов (рис. 31).

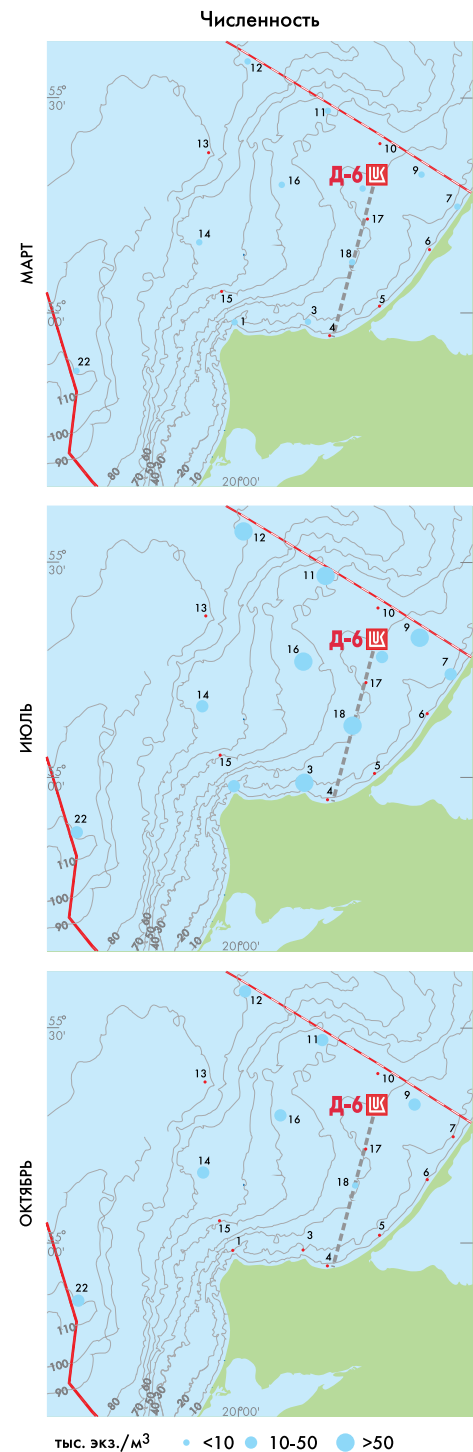
Как известно, гетеротрофная сапрофитная микрофлора способна окислять нефтяные углеводороды. Уровень развития таких микроорганизмов в марте был невысок – 0-100 кл/мл, в июле и октябре – несколько возрастал – до 10-104 кл/мл. Существенных изменений количественных характеристик развития нефтеокисляющих микроорганизмов в 2007 г. по сравнению с предыдущими наблюдениями не выявлено.

...ЗООПЛАНКТОН

Зимой 2007 г. по сравнению с предыдущими исследованиями значения численности и биомассы зоопланктона существенно уменьшились, а на некоторых станциях оказались самыми низкими за весь период зимних наблюдений 2004-2007 гг. (рис. 32).

По сравнению с предыдущими зимними наблюдениями в марте 2007 г. численность наиболее массовых видов зоопланктона *Acartia* spp. и *Temora longiremis* существенно не изменилась, в то время как биомасса значительно уменьшилась за счет преобладания в популяциях организмов ранних мелких стадий развития. Возможно, в популяциях этих видов произошли сдвиги к более ранним срокам массового размножения. Средняя численность *Pseudocalanus minutus* была самой низкой. Количественные характеристики субдоминирующего вида *Centropages hamatus* на большей части района оказались также минимальными среди всех зимних съемок. Особенностью зимней съемки 2007 г. было аномально массовое развитие солоноватоводного вида *Eurytemora hirundoides* на мелководье в районе мыса Таран, вероятно, вследствие сильного опреснения. Численность североморского вида *Oithona similis* в западной глубоководной части района в отсутствие сероводорода существенно превышала значения, полученные в 2004-2006 гг.

Средняя численность зоопланктона летом 2007 г. оказалась несколько меньше, чем в предыдущие годы, в связи



с сокращением численности мелкоразмерных коловраток. В то же время средние значения биомассы зоопланктона находились в рамках межгодовой изменчивости.

Особенностью летнего сообщества зоопланктона

Биомасса

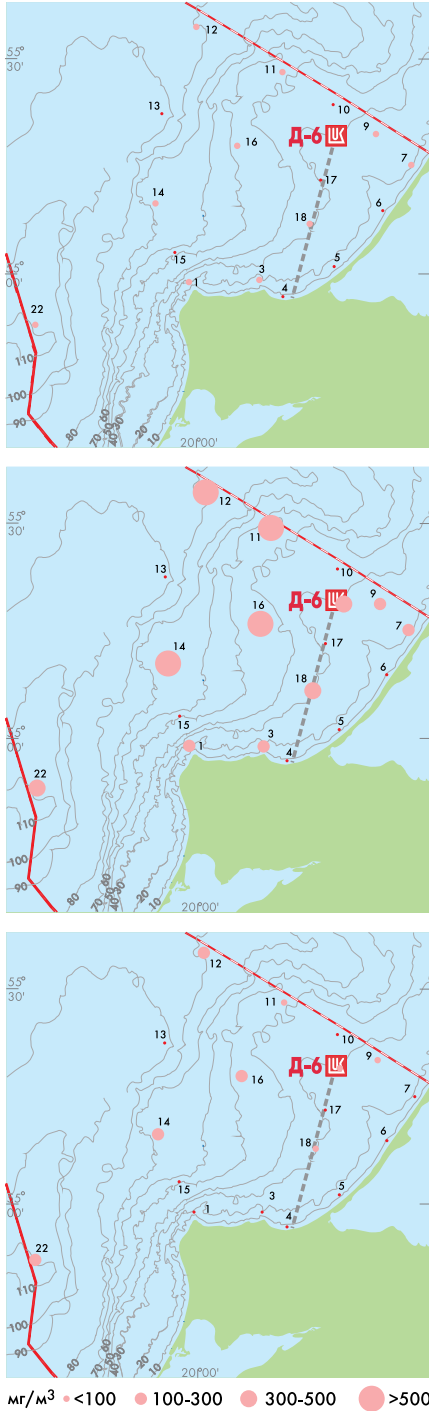


Рис. 32. Сезонная изменчивость общей численности и биомассы зоопланктона (среднее в столбе воды)

Fig. 32. Seasonal variability of the total zooplankton abundance and biomass (average in the column of water)

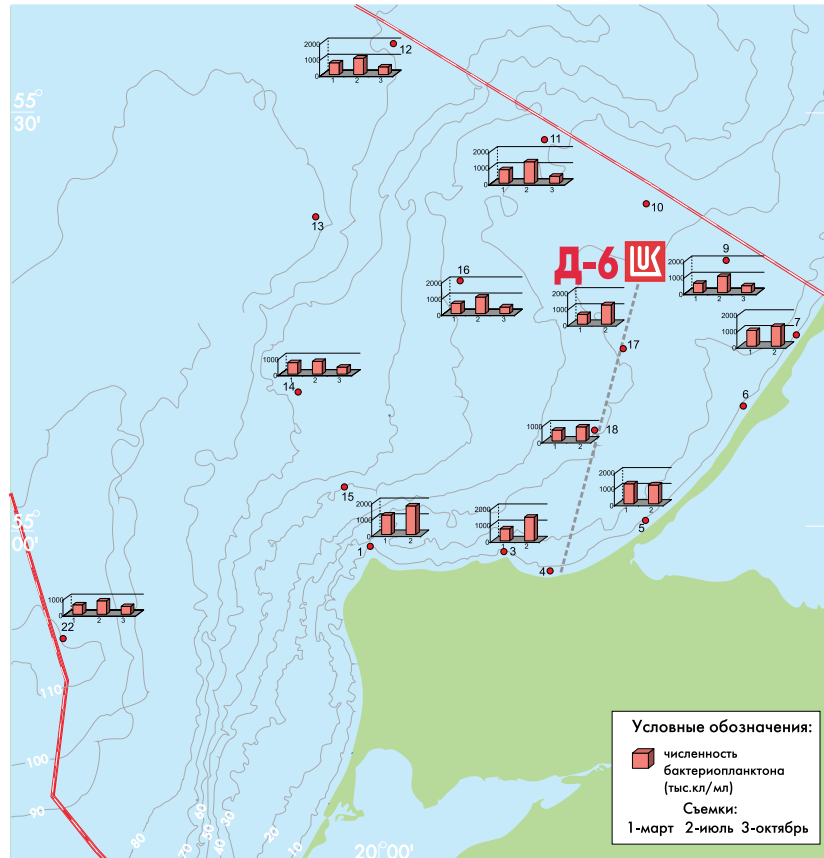


Рис. 31. Сезонная изменчивость общей численности бактериопланктона (среднее в столбе воды)
Fig. 31. Seasonal variability of the total bacterioplankton abundance (average in the column of water)

study area and microorganisms distribution (Fig. 31).

As is known, heterotrophic saprophytic microflora is able to oxidize hydrocarbons. The level of these microorganisms development in March was low (0-100 cells/ml) and slightly increased in July and October (to 10-104 cells/ml). No significant change of numeric characteristics in oil-oxidizing microorganisms development was revealed in 2007 as compared to the previous years.

...zooplankton

In winter 2007 zooplankton abundance and biomass decreased significantly as compared to the previous years,

and at some stations the lowest values were found for the whole period of observations in winter 2004-2007 (Fig. 32).

In March 2007, as compared to the previous winter observations, no significant fluctuations in abundance of the most common zooplankton species *Acartia* spp. and *Temora longiremis* were observed, while biomass decreased considerably owing to predominance of the small-size early development stages in populations. Probably, the basic reproduction period of these species has shifted to the earlier time. The lowest mean abundance of *Pseudocalanus minutus* was found. The numeric characteristics of sub-dominating species *Centropages hamatus* in the most part of

было практически повсеместное доминирование веслоногих ракообразных. Как правило, подобная структура зоопланктона характерна для более холодных осенне-зимних сезонов года. По сравнению с предыдущими летними исследованиями численность коловраток и ветвистоусых рачков в более холодных условиях лета 2007 г. в целом оказалась ниже.

Средняя величина биомассы осеннего зоопланктона без учета прибрежных станций в 2007 г. находилась в пределах многолетней изменчивости в 2003-2006 гг. и была близка к результатам наблюдений в ноябре 2003 г. Отмечена тенденция увеличения численности зоопланктона в осенние сезоны на мелководных прибрежных станциях и вблизи МЛСП.

Основную часть биомассы зоопланктона в глубоководных районах формировали веслоногие ракообразные, в более мелководных – коловратки, что более характерно для весенне-летнего времени.

Особенностью осеннего сезона 2007 г. было массовое развитие *Centropages hamatus*, сопоставимое с уровнем количественного

развития доминирующих видов. В то же время, осенью 2007 г., отмечена минимальная за 2003-2007 гг. численность холодноводного стеногалинного рачка *Pseudocalanus minutus*, а на некоторых станциях – минимальные значения численности этого вида за весь период осенних наблюдений. Численность *Oithona similis* была также минимальной за период осенних наблюдений.

Численность личинок полихет вблизи МЛСП возросла в несколько раз и была максимальной для осенних наблюдений. В других частях района мониторинга тенденций изменения численности личинок полихет не выявлено.

...ИХТИОПЛАНКТОН

Видовое разнообразие и численность ихтиопланктона были различными в глубоководной (более 50 м) и мелководной (менее 50 м) зонах мониторинга. Видовое богатство икринок рыб в Гданьской впадине было заметно выше, чем на мелководье, и достигало пика в мае, когда одновременно размножались шпрот, треска, речная камбала и морской налим (рис. 33). Единственным видом с пелагической икрой, размножавшимся

на мелководье, был шпрот, в связи с его переходом к нересту в поверхностном слое в конце весны – начале лета. В прибрежной зоне пелагические икринки рыб встречались только в мае – июле. Максимум видового богатства личинок рыб в глубоководной части был в мае, а в мелководной зоне был смещен на июль-август, что связано с началом массового размножения бычка.

Наиболее продолжительный период в составе ихтиопланктона встречались икринки шпрота (февраль – август), которые доминировали с февраля по июль. Высокие концентрации икры шпрота наблюдались уже в феврале 2007 г. (рис. 34), что свидетельствовало о чрезвычайно раннем начале его размножения. Пик численности икры шпрота был отмечен в мае. Впервые за весь период мониторинга численность икры шпрота в центральной части Гданьской впадины в мае заметно превысила июльские показатели (рис. 35). В целом численность икры шпрота в 2007 г. была выше среднемноголетних значений. Численность личинок бычка малого в 2007 г. по сравнению с 2006 г. была также существенно выше и в целом превышала

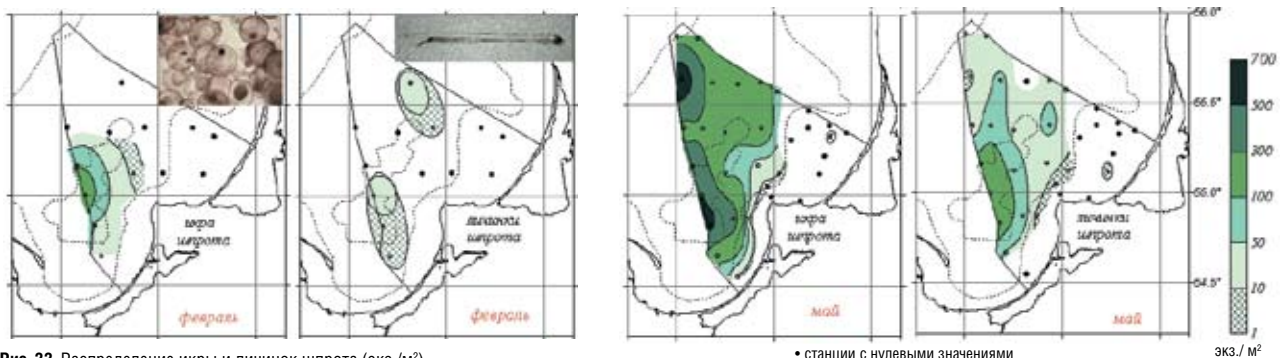


Рис. 33. Распределение икры и личинок шпрота (экз./м³)

Fig. 33. Distribution of sprat eggs and larvae (ind/m³)

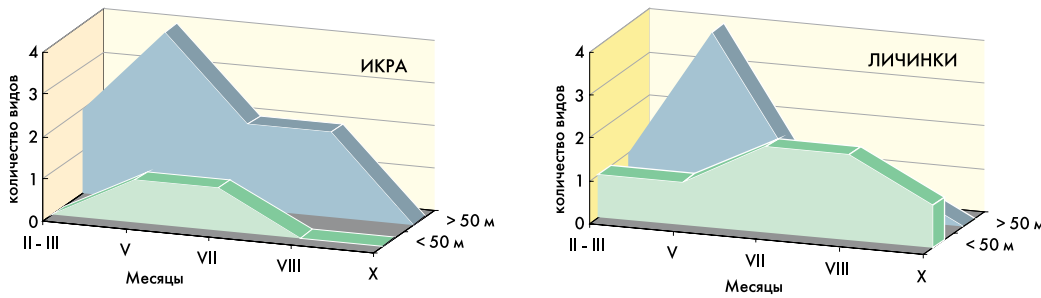


Рис. 34. Видовое богатство иктиопланктона в районе регионального мониторинга в 2007 г.

Fig. 34. Species diversity of ichthyoplankton in the regional monitoring area in 2007

the study area also appeared lowest for all winter surveys. The anomalous development of the brackish-water species *Eurytemora hirundoides* in the shallow-water zone near the cape Taran, probably due to the strong desalination, became the distinctive feature of the winter survey 2007. Abundance of the North Sea species *Oithona similis* in the western deep-water part of the area considerably exceeded the data for 2004-2006.

In summer 2007 the mean zooplankton abundance appeared slightly lower than in the previous years due to reduction of small Rotifera abundance. At the same time, the mean zooplankton biomass was within the limits of inter-annual variability.

The peculiar feature of the summer zooplankton community became almost general domination of Copepoda. As a rule, such zooplankton structure is typical to the more cold autumn-winter seasons of the year. As compared to the previous summer surveys, the lower abundance of Rotifera and Cladocera were observed in the colder conditions of summer 2007.

In autumn 2007, the mean zooplankton biomass, excluding the coastal stations, was within the long-term variability limits during

2003-2006, and was close to the values observed in November 2003. The growing trend of zooplankton abundance was observed in autumn seasons at the shallow-water coastal stations and near OIFP.

The bulk of zooplankton biomass was comprised by Copepoda in the deep-water areas and by Rotifera in the shallow-water areas, which is more typical to the spring-summer period.

The mass development of *Centropages hamatus*, comparable to the dominating species development became the peculiar feature of the autumn season 2007. At the same time, in autumn 2007 the lowest abundance of *Pseudocalanus minutus* for 2003-2007 was recorded, while at some stations this species abundance appeared the lowest one for the entire period of autumn observations. The abundance of *Oithona similis* also was the lowest one for the whole period of autumn observations.

The abundance of Polychaeta larvae near OIFP increased by several times and was the maximum one for the autumn observations. In other parts of the monitoring area no trends in Polychaeta larvae abundance variability was revealed.

...ichthyoplankton

Ichthyoplankton species diversity and abundance were different in the deep-water (above 50m) and shallow-water (below 50m) zones of the monitoring area. The species diversity of fish eggs in the Gdansk Deep was notably higher than in the shallow-water areas and approached maximum in May, when simultaneous reproduction of sprat, cod, flounder and rockling occurred (Fig. 33). Sprat was the only species with pelagic eggs spawning in the shallow-water areas due to its migration for spawning in the surface layer during the late spring-early summer. In the coastal zone pelagic fish eggs were observed in May-July only. The peak of fish larvae species diversity in the deep-water zone occurred in May, while in the shallow-water part it was shifted to July-August due to the mass reproduction of bullhead.

Sprat eggs, dominating from February to July, were observed in ichthyoplankton for the longest period of time (February- August). High concentrations of sprat eggs had been recorded already in February 2007 (Fig. 34), evidencing the extremely early beginning of sprat reproduction period. The peak of sprat eggs abundance was found in May. For the first time

среднемноголетний уровень. Пик численности личинок бычка был отмечен в августе.

Численность икры и личинок демерсальных видов рыб (трески, морского налима, речной камбалы) по-прежнему оставалась значительно ниже уровня 2003 г., в котором произошла мощная адвекция североморских вод. Продолжительность встречаемости икры трески в ихтиопланктоне (май – август) в 2007 г. уменьшилась по сравнению с 2006 г. (март – октябрь), что было вызвано низким содержанием кислорода в придонном слое воды в глубоководной части моря.

Межгодовые колебания численности являются типичными для доминантных видов балтийской ихтиофауны. В целом выявленная межгодовая изменчивость ихтиопланктона определялась совокупным воздействием переменных параметров внешней среды и величины флуктуирующих нерестовых запасов и не была связана с воздействием антропогенных факторов.

Значения индексов выживания икры не выходили за пределы минимальных фоновых показателей. Исследования по биоиндикации и выявлению морфологических аномалий у личинок и мальков рыб показали, что степень морфологической изменчивости за годы мониторинга в целом оставалась на одном уровне.

...рыбы

Оценка биомассы и распределения основных промысловых видов рыб для 26-го подрайона ИКЕС в границах исключительной экономической зоны и территориальных вод России (рис. 36-39).

В мае и октябре были проведены гидроакустические исследования по определению численности, биомассы пелагических рыб (шпрота и сельди). Для расчета биомассы использовались значения SA, которые были измерены эхоинтегратором EK-500 SIMRAD (Норвегия) в процессе следования судна по галсам съёмки. Учетные траловые съемки донных рыб проводились в феврале и октябре-ноябре. В качестве индекса численности донных рыб

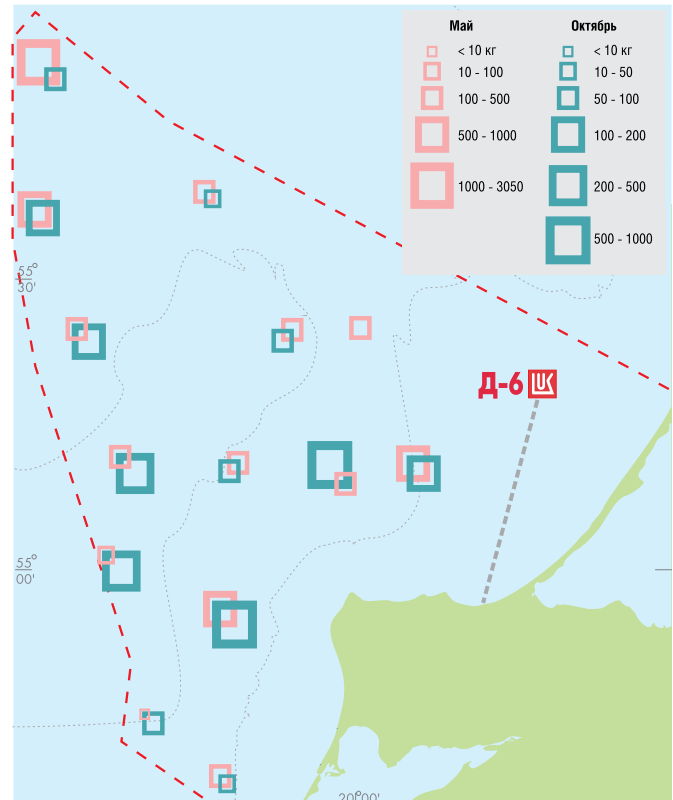


Рис. 36. Уловы шпрота (кг за 30 минут траления) в районе регионального мониторинга

Fig. 36. Catches of sprat (kg per 30-min trawling) in the regional monitoring area

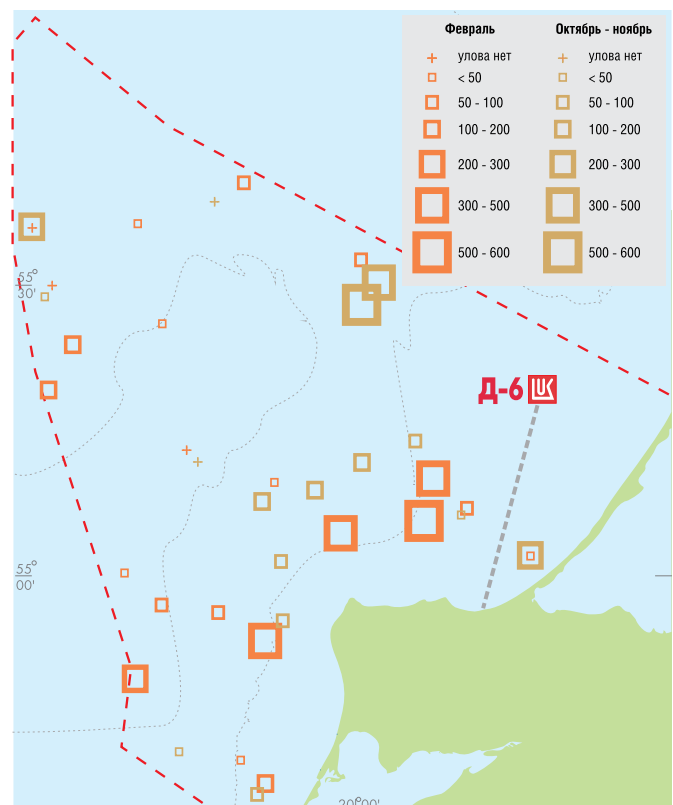


Рис. 38. Уловы трески (кг за 30 минут траления) в районе регионального мониторинга

Fig. 38. Catches of cod (kg per 30-min trawling) in the regional monitoring area

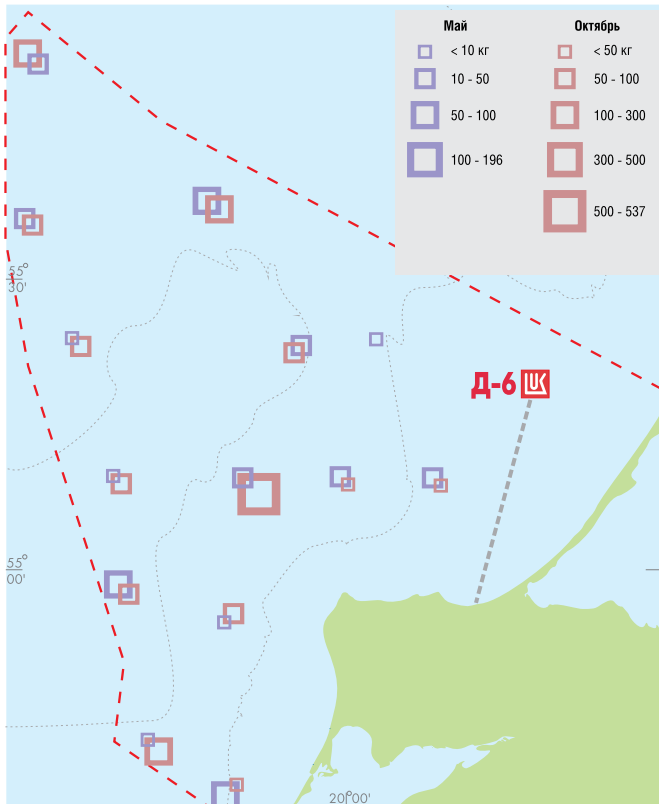


Рис. 37. Уловы сельди (кг за 30 минут траления) в районе регионального мониторинга
 Fig. 37. Catches of herring (kg per 30-min trawling) in the regional monitoring area

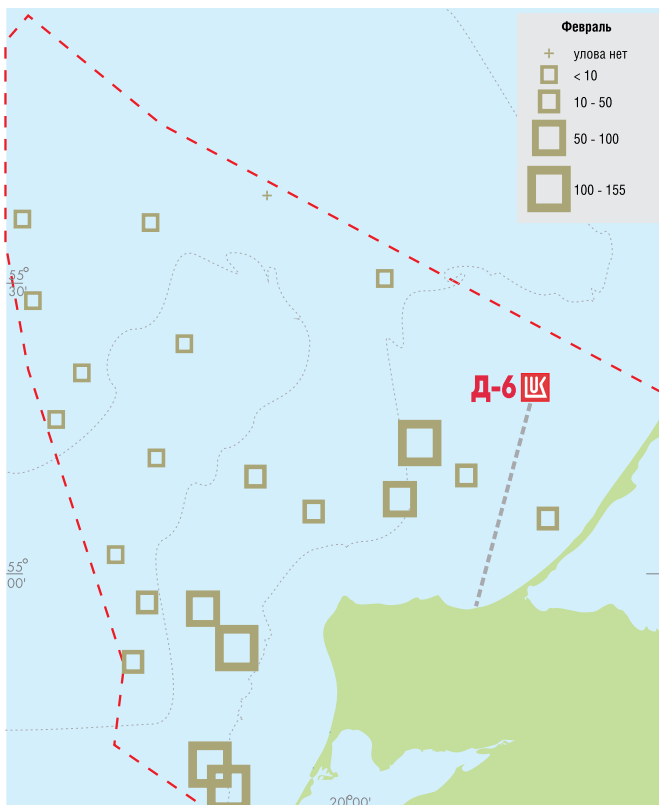


Рис. 39. Уловы речной камбалы (кг за 30 минут траления) в районе регионального мониторинга
 Fig. 39. Catches of flounder (kg per 30-min trawling) in the regional monitoring area

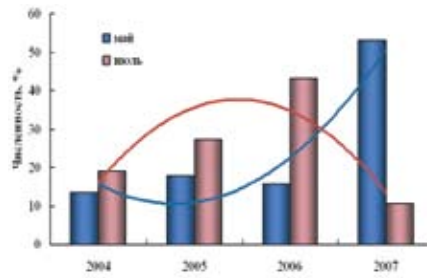


Рис. 35. Численность икры шпрота (%) в Гданьской впадине в мае и июле 2004 - 2007 гг.
 Fig. 35. Sprat eggs abundance (%) in the Gdansk Deep in May and July 2004-2007.

during the whole monitoring period, sprat eggs in the central Gdansk Deep in May significantly exceeded respective values in July. (Fig. 35). In general, sprat eggs abundance in 2007 was higher than the mean long-term values.

In 2007 bullhead abundance was also significantly higher than in 2006 and in general exceeded the mean long-term level. The peak abundance of this species was recorded in August.

Eggs and larvae abundance of demersal fish species (cod, rock ling, flounder) remained, as before, at the much lower level than in 2003, when the strong advection of the North Sea water occurred. The period of cod eggs occurrence in ichthyoplankton (May-August) reduced in 2007 as compared to 2006 (March-October) owing to the oxygen deficiency in the near-bottom layer and deep-water area of the sea.

The inter-annual abundance variability is typical to dominating species of the Baltic ichthyofauna. In general, the observed inter-annual variability of ichthyoplankton was caused by variability of environment parameters and fluctuations of spawning stocks, and was not related to the anthropogenic factors effect.

The eggs survival indices were within the range of the minimum background values.

The research of biological indicators and availability of morphological anomalies in fish larvae and fry indicated that in general the range of morphological variability remained at the same level during the monitoring years.

...fishes

Assessment of the basic commercial fish species recruitment, biomass and distribution was fulfilled in ICES subdivision 26 within EEZ and territorial waters of Russia (Fig. 36-39).

использовался средний улов за 30 минут траления.

Контрольные уловы на акустической съемке, выполненной в мае 2007 г., показали, что индексы численности шпрота поколения 2006 г. были выше численности поколения 2005 г. и соответствовали уровню среднеурожайного поколения. Индексы численности молоди шпрота поколения 2007 г. (по результатам октябрьской съемки) были ниже, чем в 2005 и 2006 гг.

По сравнению с 2006 г. отмечено также снижение биомассы пелагических рыб как за счет уменьшения численности сельди, так и вследствие перераспределения шпрота в юго-восточной части Балтийского моря, а также низкой численности его сеголеток в 2007 г.

В феврале 2007 г. в пределах исследованной акватории (глубины 20-105 м) наибольшие уловы трески наблюдались в диапазоне глубин 40-60 м. В целом по съемке средний улов почти в два раза превысил среднемноголетний показатель за последние 9 лет. Относительная численность молоди трески была максимальной за последние 5 лет и даже превышала высокие индексы численности, полученные на съемках 2002-2004 гг.

В октябре-ноябре наибольшие уловы трески наблюдались в диапазоне глубин 60-80 м. Молодь трески была наиболее многочисленна на мелководье

(глубины менее 50 м), где она составляла 55-92 % от улова трески. На акватории глубже 85-90 м треска в уловах отсутствовала или была представлена штучно, что было обусловлено дефицитом кислорода в придонном слое.

Результаты съемок показали также существенное увеличение контрольных уловов речной камбалы по сравнению с 2005 и 2006 гг.

...макрозообентос

В июле 2007 г. на исследуемой акватории был обнаружен 21 вид макрозообентоса. По численности и биомассе доминировали полихеты и двустворчатые моллюски. Распределение общих значений плотности численности и биомассы по акватории было обусловлено особенностями распределения доминантных видов двустворчатых моллюсков *Macoma baltica* и *Mytilus edulis*, полихеты *Marenzelleria neglecta*, *Pygospio elegans* и олигохеты.

Таксономическая структура макрозообентоса и состав доминирующих видов в 2004-2007 гг. были сходными. Средние значения численности бентоса в 2007 г. были выше в 2-6 раз по сравнению с 2004-2006 гг. (рис. 40, 41). Значительное увеличение этого показателя в районе регионального и локального мониторингов было обусловлено очередной массовой вспышкой численности полихеты *Marenzelleria neglecta*.

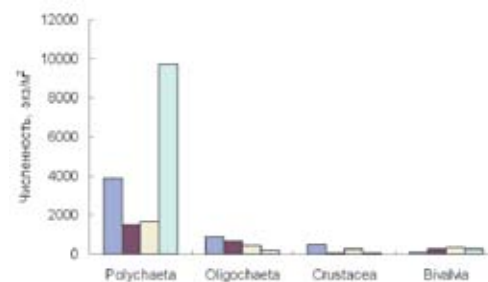


Рис. 40. Межгодовая изменчивость распределения численности и биомассы макрозообентоса в районе локального мониторинга в 2004-2007 гг.

Fig. 40. Inter-annual variability of macrobenthos abundance and biomass distribution in the local monitoring area during 2004-2007

Относительная биомасса в районе локального и регионального мониторингов была на высоком уровне (более 50 г/м²). В 2007 г. она незначительно увеличилась по сравнению с 2006 г., но была ниже, чем в 2004-2005 гг. (рис. 40, 41).

Выявленная изменчивость в отдельных характеристиках развития макрозообентоса свидетельствует о необходимости продолжения исследования бентоса данного района с целью выяснения причин сезонных и межгодовых изменений в структуре бентосных сообществ с выделением роли естественных и антропогенных факторов. Необходимо изучение микромасштабной пятнистости распределения отдельных видов макрозообентоса, особенно на переходных участках между твердым и мягким типами грунта для выявления их сезонной и межгодовой динамики.

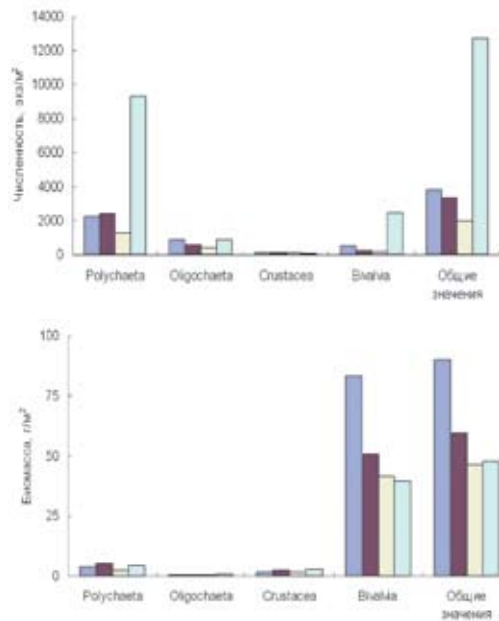


Рис. 41. Межгодовая изменчивость распределения численности и биомассы макрозообентоса в районе регионального мониторинга в 2004-2007 гг.

Fig. 41. Inter-annual variability of macrobenthos abundance and biomass distribution in the regional monitoring area during 2004-2007

In May and October the hydroacoustic surveys were carried out to assess pelagic fishes (sprat and herring) abundance and biomass. SA values measured with the echo-integrator EK-500 SIMRAD (Norway) in surveys were used to estimate biomass. The trawl surveys of bottom fishes were fulfilled in February and October-November. The mean catches per 30-minute trawling were used as the bottom fish abundance indices.

The control catches during the acoustic survey fulfilled in May 2007 showed that abundance indices of the sprat year-class 2006 were higher than abundance of the year-class 2005 and were comparable to the mean year-class strength. The abundance indices of young sprat year-class 2007 (based on the October survey

results) were lower than in 2005 and 2006.

The decrease of pelagic fishes biomass as compared to 2006 was also observed, owing to reduction of herring abundance, redistribution of sprat in the Southeastern Baltic Sea, and low abundance of sprat young-of-the-year in 2007.

In February 2007 the highest cod catches within the study area were observed at the depths from 40 to 60 m. In general during the survey, the mean catch almost twice exceeded the mean long-term value for the latest 9 years. The relative abundance of juvenile cod was the highest for the last 5 years and exceeded the high abundance indices obtained during the surveys 2002-2004.

In October-November the highest cod catches were observed at the depths 60-80 m. The highest abundance of juvenile cod appeared in the shallow-water areas (the depth below 50 m), where juveniles comprised 55-92 % of cod catches. At the depths more than 85-90 m cod was absent in catches or was represented by few specimens as a result of oxygen deficiency in the near-bottom layer.

The surveys results indicated also considerable increase of flounder control catches as compared to 2005 and 2006.

...macrozoobenthos

In July 2007 twenty two species of macrozoobenthos were observed in the monitoring area.

Polychaeta and bivalve mollusks dominated by abundance and biomass. Distribution of the total abundance and biomass density over the area was stipulated by distribution peculiarities of two dominating bivalve mollusks species - *Macoma baltica* and *Mytilus edulis*, *Polychaeta Marenzelleria neglecta*, *Pygospio elegans* and *Oligochaeta*.

In 2004-2007 the taxonomic structure of macrozoobenthos and dominating species composition were similar. The mean benthos abundance in 2007 was by 2-6 times higher, as compared to 2004-2006 (Fig. 40, 41). Significant growth of this parameter in the regional and local monitoring area was caused by the outburst of *Marenzelleria neglecta* abundance. The relative biomass in the regional and local monitoring area was at a high level (above 50 g/m²). In 2007 it increased slightly as compared to 2006, however was below the level of 2004-2005 (Fig. 40, 41).

The revealed variability of some macrozoobenthos development characteristics evidences the necessity of benthos researches continuation in the area to reveal the reasons of seasonal and inter-annual variability of the benthos communities structure and the role of the natural and anthropogenic factors. The study of microscale patchiness of individual macrozoobenthos species distribution, especially in the transition locations between hard and soft grounds, for determining their seasonal and inter-annual dynamics, is required.



...ПТИЦЫ

Суммарные показатели смертности птиц в 2007 г. оказались низкими. В периоды миграций, когда плотность населения птиц наиболее высока, на полигоне II (Самбийский полуостров) смертность птиц составила 0,4-0,21 особи на 1 км береговой линии, на полигоне I (Куршская коса) погибших птиц в ходе учетных работ не зарегистрировано. На обоих полигонах не обнаружено птиц со следами нефтяного загрязнения. Находки птиц, загрязненных топливным мазутом, были единичными (морянка) и сделаны близ порта Пионерский. Наиболее вероятной причиной загрязнения оперения птиц явился мазут, сброшенный с проходящих судов.

В качестве основных индикаторных видов регионального орнитологического мониторинга изучались представители различных

трофических групп – лебедь-шипун, кряква, большая поганка, обыкновенный гоголь, обыкновенный турпан, морянка. Плотность населения индикаторных видов в зимний период в большинстве случаев либо относительно стабильна, либо колеблется без выраженной однонаправленной тенденции (рис. 42).

Для обыкновенного гоголя и морянки выявлена тенденция к снижению численности. Насколько устойчива и значима данная тенденция, которую можно оценивать как один из ключевых показателей возможного изменения качества среды обитания птиц на отдельных участках морской акватории, можно будет судить лишь по результатам учетов в последующие годы. Следует обратить внимание, что один из доминантов исследуемого сообщества – обыкновенный турпан – демонстрирует иные, противоположные тенденции. По-видимому, указанная ситуация связана в большей

степени с естественными процессами в динамике численности птиц и не является показателем ухудшения качества среды обитания, обусловленного загрязнением акватории.

Таким образом, ключевые индикаторные показатели состояния орнитофауны в 2007 г. в основном находились в границах фоновых параметров, средних многолетних значений или в состоянии естественных флуктуаций, амплитуда которых не выходит за пределы нормы функционирования динамичных морских орнитоценозов. Состояние среды обитания птиц на контролируемой части акватории и побережья Балтийского моря было удовлетворительным. Птицы как компонент морских и береговых экосистем не испытывали видимых негативных воздействий, причиной которых могли быть антропогенные факторы. На всем контролируемом участке побережья птиц, загрязненных нефтью, не обнаружено.

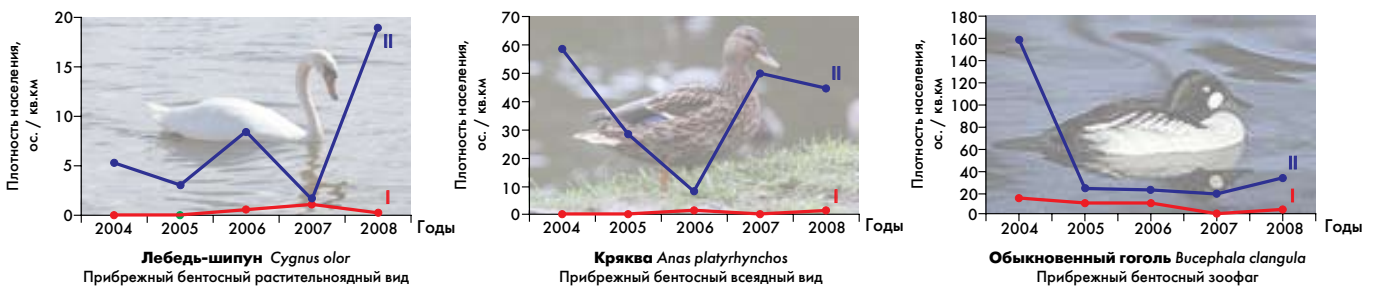
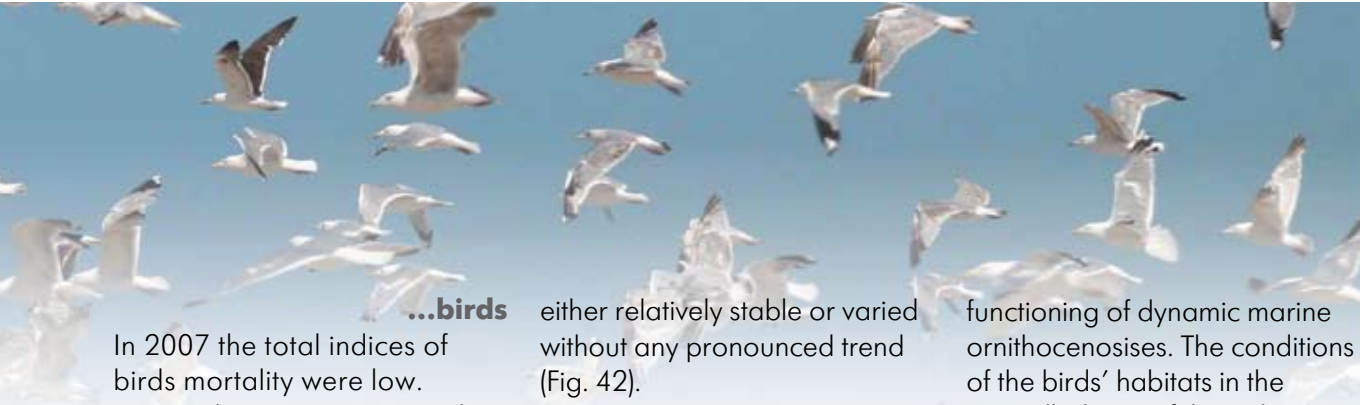


Рис. 42. Динамика среднезимней плотности населения птиц в прибрежной зоне I – побережье Куршской косы, II – побережье Самбийского полуострова.

Fig. 42. Dynamics of the mean winter density of birds population in the coastal zone: I – the Curonian Spit coast, II – the Sambia Peninsular coast.



...birds

In 2007 the total indices of birds mortality were low. During the migration periods with the highest density of birds population, the mortality in the polygon II (Sambia Peninsula) constituted 0.4-0.21 ind. per 1 km of the shoreline, while in the polygon I (Curonian Spit) no dead birds were found during the inventory surveys. Neither bird with oil pollution traces was recorded in both polygons. Individual birds (long-tailed duck) polluted with fuel oil were found near the port of Pionerskiy. The most probable reason of pollution was the fuel oil discharged from the ships.

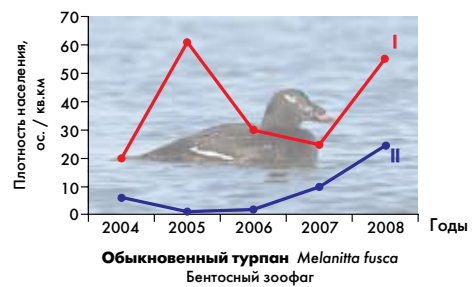
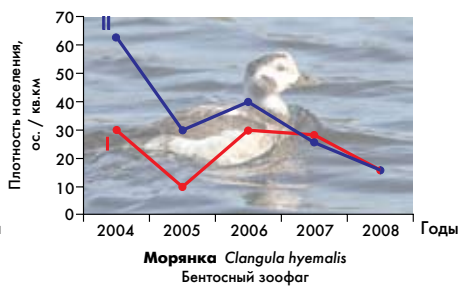
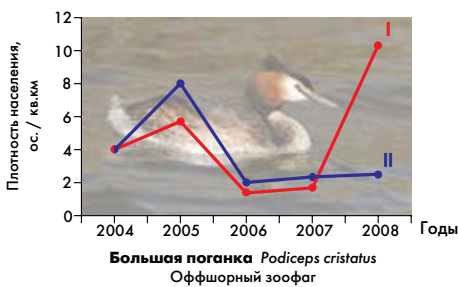
Representatives of different trophic groups (mute swan, mallard, great crested grebe, goldeneye, velvet scoter, long-tailed duck) were studied as the basic indicator species of the regional ornithological monitoring. In the most cases, the density of indicator species populations in winter was

either relatively stable or varied without any pronounced trend (Fig. 42).

The downtrend was revealed in abundance of goldeneye and long-tailed duck. Further research is needed to determine sustainability and significance of this trend, which might be considered as one of the key indices of probable environment deterioration in birds' habitats. It should be noted that the opposite trends were revealed for one of the dominating species in the studied community – velvet scoter. Evidently, this situation is mostly related to the natural processes in the birds abundance dynamics and should not be considered as the indicator of environment deterioration resulted from the area pollution.

Therefore, the basic indicators of ornithofauna state in 2007 were within the typical background parameters limits, mean long-term values or in the state of natural fluctuations with amplitude within the normal

functioning of dynamic marine ornithocenoses. The conditions of the birds' habitats in the controlled part of the Baltic Sea and the shore were satisfactory. Birds, as a component of marine and onshore ecosystems, did not suffer from any evident negative effects, caused by anthropogenic factors. No birds polluted with oil were found in the entire controlled shore zone.



Сбор материалов для геоэкологического картирования побережья Куршской косы

Впервые для всего морского побережья Куршской косы получены очертания основных геоморфологических элементов. Данные с хорошей детальностью (шаг 14-50 м) представляют имеющиеся естественные вариации в расположении пляжа и авандюны и позволяют определить с хорошей статистической значимостью их основные морфометрические характеристики: ширину пляжа и авандюны, уклон переднего склона авандюны, расстояние от гребня авандюны до границ лесопосадок. Эти данные предназначены для создания геоэкологического атласа морского побережья Куршской косы (рис. 43).

Кроме того, на пляже и авандюне Куршской косы на репрезентативных участках было заложено 28 геоморфологических профилей перпендикулярно урезу воды. На каждом профиле по стандартной геодезической методике с использованием электронного тахеометра осуществлялось измерение двух параметров – ширины пляжа и высоты пляжа и авандюны/клифа. За нулевую отметку, от которой производилось измерение ширины пляжа, принимался урез воды. В местах заложения профилей проводилось описание степени нарушенности наветренного и подветренного склона, вершины авандюны / клифа, определялась крутизна наветренного и подветренного склона авандюны/ клифа. На каждом профиле осуществлялся



отбор проб песка на микроформах рельефа пляжа и на вершине авандюны. На каждом профиле проводилось геоботаническое описание с определением растительной ассоциации и проективного покрытия растительностью авандюны/клифа. При описании растительного покрова отмечалось выявление редких и охраняемых видов растений в береговой зоне. Собранные материалы обработаны и представлены в виде сопровождающих баз данных.

Минимальные значения ширины пляжа (от 10 до 15 м) отмечены на участке Куликово – Зеленоградск и в районе пос. Лесное (менее 5 м). Участок Рыбачий – Морское отмечается стабильно широкими пляжами (ширина колеблется в пределах 32-36 м). Минимальные значения высот авандюны/клифа составляют до 3 м (Куликово – Зеленоградск), а максимальные – до 15 м (Лесное – Зеленоградск).

Проективное покрытие растительностью подвержено сильной вариабельности. Исходя из специфики формирования аккумулятивных форм, стабильно низкое проективное покрытие отмечается в нижней трети наветренного

склона авандюны. Чаще всего значения не превышают 20 %. Наиболее высокие показатели проективного покрытия отмечаются в привершинной части увалистых стабильных авандюн. Здесь проективное покрытие составляет в среднем 70-80 %. Сильные вариации проективного покрытия отмечаются на клифовых участках. Наиболее высокие показатели отмечены на участках отмершего клифа (местами до 90 %), наименьшие – на участках активного клифа (менее 5 % в нижней части клифа).

В связи с тем, что в последние годы проводятся мероприятия по улучшению санитарного состояния пляжей в курортной зоне г. Зеленоградска и на Куршской косе, в период натуральных наблюдений замусоренность пляжа была единичной на всем протяжении исследуемого участка.

На профилях были отмечены следующие растения, относящиеся к категории редких и охраняемых: льнянка Лёзеля (*Linaria loeselii*), козлотородник разносемянный (*Tragopogon heterospermus*), ива ползучая (*Salix repens*), горчица морская (*Salsola vermiculata*), дремлик ржаво-красный (*Epipactis atrarubens*).

Data collection for geo-ecological mapping of the Curonian Spit sea coast

The major geomorphological elements of the Curonian Spit sea coast were contoured for the first time. The detailed data (with 14-50 m spacing) indicate the available natural variations of the beach and advance dune location and determines the basic morphometric characteristic (the beach and advance dune width, the cliff slope steepness, the distance between the advance dune ridge and forest plantations) with high statistical significance. These data are intended for the Geocological Atlas of the Curonian Spit Sea Coast (Fig. 43).

Besides, twenty-eight geomorphological profiles have been laid down at the representative locations of the Curonian Spit advance dune and beach at the right angle to the shoreline. According to the standard geodesic method, two parameters (the beach width and the beach and advance dune/cliff height) were measured at each profile using electronic tacheometer. The shoreline was assumed to be a zero point in the beach width measurement. In the profiles locations the destruction degree of the

windward/leeward slopes and the top of the advance dune/cliff was described and windward/leeward slopes steepness of the advance dune/cliff was evaluated. At each profile the sand was sampled on the beach relief microforms and the advance dune top. At each profile the geobotanic description was made with identification of the vegetative association and projected cover of the advance dune/cliff with plants. In the process of the vegetative cover description, some rare and protected plant species were identified in the coastal zone. The material collected was processed and presented in the form of the accompanying databases.

The minimum beach width (from 10 to 15 m) has been recorded in the area Kulikovo-Zelenogradsk and near s. Lesnoye (below 5 m). The area from Rybachiy to Morskoye was characterized with stably broad beaches (the width varied within 32-36 m). The minimum height of the advance dune/cliff constituted 3 m (Kulikovo-Zelenogradsk) and the maximum height was up to 15 m (Lesnoye-Zelenogradsk).

The projected cover with plants was highly variable. Based on the

specific pattern of accumulative forms formation, the stably low projective cover was observed in the lower third of the advance dune windward slope. Most often the respective values did not exceed 20 %. The highest indices of the projective cover were recorded in the near-top part of fallen-off stable advance dunes, where the projective cover constituted 70-80 % on average. Pronounced variations of the projective cover were noted on the cliff locations. The highest indices were recorded in the disappeared cliff locations (up to 90 %), and the lowest – in the active cliff locations (below 5 % in the lower cliff part).

Due to the measures taken during the recent years to improve the sanitary condition of beaches in the recreation zones of Zelenogradsk and Curonian Spit, the beaches contamination with garbage was insignificant over the entire inspected area.

At profiles the following rare and protected plants have been found: toadflax (*Linaria loeselii*), salsify (*Tragopogon heterospermus*), willow (*Salix repens*), (*Cakile baltica*), (*Epipactis atrarubens*).

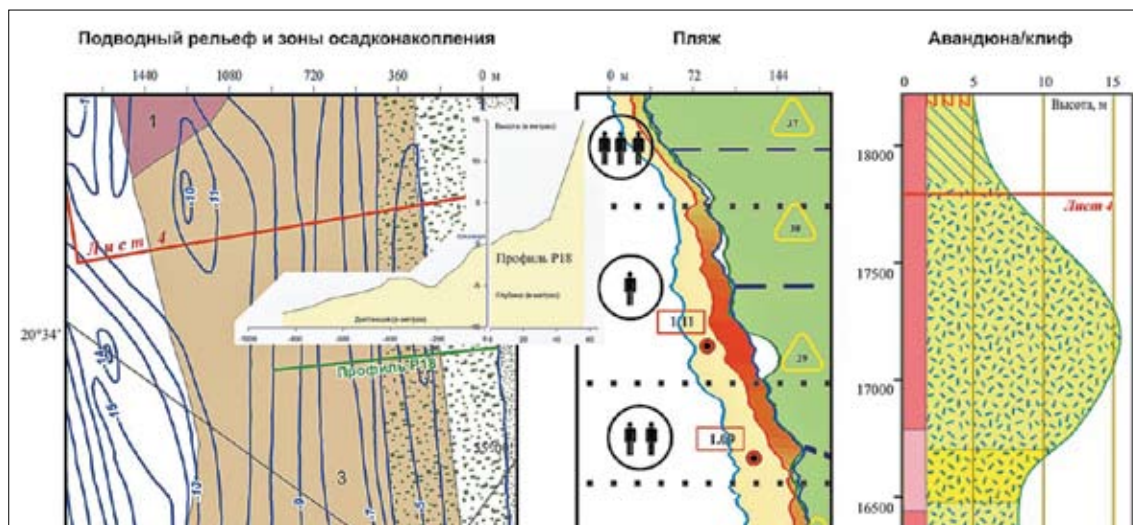


Рис. 43. Фрагмент листа карты геозкологического атласа морского побережья Куршской косы

Fig. 43. Segment of the map from the Geocological Atlas of the Curonian Spit Sea Coast

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производственный экологический мониторинг Кравцовского нефтяного месторождения (Д-6) в 2007 г. вновь показал эффективность природоохранных мер, применяемых ООО «ЛУКОЙЛ-КМН» при осуществлении морской нефтедобычи.

Со спутников не было обнаружено ни одного нефтяного пятна, исходящего от МЛСП. Основными источниками нефтяных загрязнений поверхности моря по-прежнему были морские суда. Значения контролируемых параметров морской среды находились в пределах естественной природной изменчивости.

Почти во всех пробах донных осадков содержание нефтепродуктов оказалось крайне низким – ниже чувствительности метода анализа. Исключение составила проба, отобранная вблизи п. Пионерский, где содержание нефтепродуктов составило 44 мг/кг.

Существенное превышение ПДК и аномальные концентрации нефтепродуктов, которые отмечались у побережья Калининградской области, особенно в мае, не были связаны с эксплуатацией Кравцовского нефтяного месторождения.

Содержания Cu, Cr, Cd, Pb, Hg, Ba на поверхности дна имели фоновые значения, характерные для соответствующих типов осадков.

Было продолжено накопление новых данных по широкому спектру параметров состояния морской среды, в том числе с использованием донных обсерваторий. Как следствие, получила дальнейшее развитие ГИС «ЭКОМОРНЕФТЬ», необходимая для принятия экологических управленческих решений.

Впервые в рамках мониторинга получены данные по сейсмической активности региона. Вышли на новый уровень работы по

численному моделированию гидродинамических процессов в районе мониторинга. Впервые были проведены измерения прибрежных поверхностных течений в период действия экстремальных штормов. Это особенно важно, поскольку в штормовые периоды происходят основные лито- и морфодинамические переформирования подводного склона прибрежной зоны моря. Все данные по течениям необходимы для повышения эффективности реагирования на аварийные разливы нефти.

Опыт ООО «ЛУКОЙЛ-КМН» по организации экологического мониторинга становится все более востребованным государственными организациями и производственными предприятиями.



CONCLUSIONS

The industrial ecological monitoring at Kravtsovskoe oilfield (D-6) in 2007 has proved once more the efficiency of environment protection measures implemented by LUKOIL-KMN Ltd in the process of oil extraction.

No oil spills originated from the offshore platform have been detected from the satellites. Sea ships still remain the major source of oil pollution. The controlled marine environment parameters were within the natural variability range.

The oil products concentration appeared extremely low (below the detection limit of the analysis method) in all samples of bottom sediments, with the exception of one sample taken near the port Pionerskiy, where oil products content amounted to 44 mg/kg.

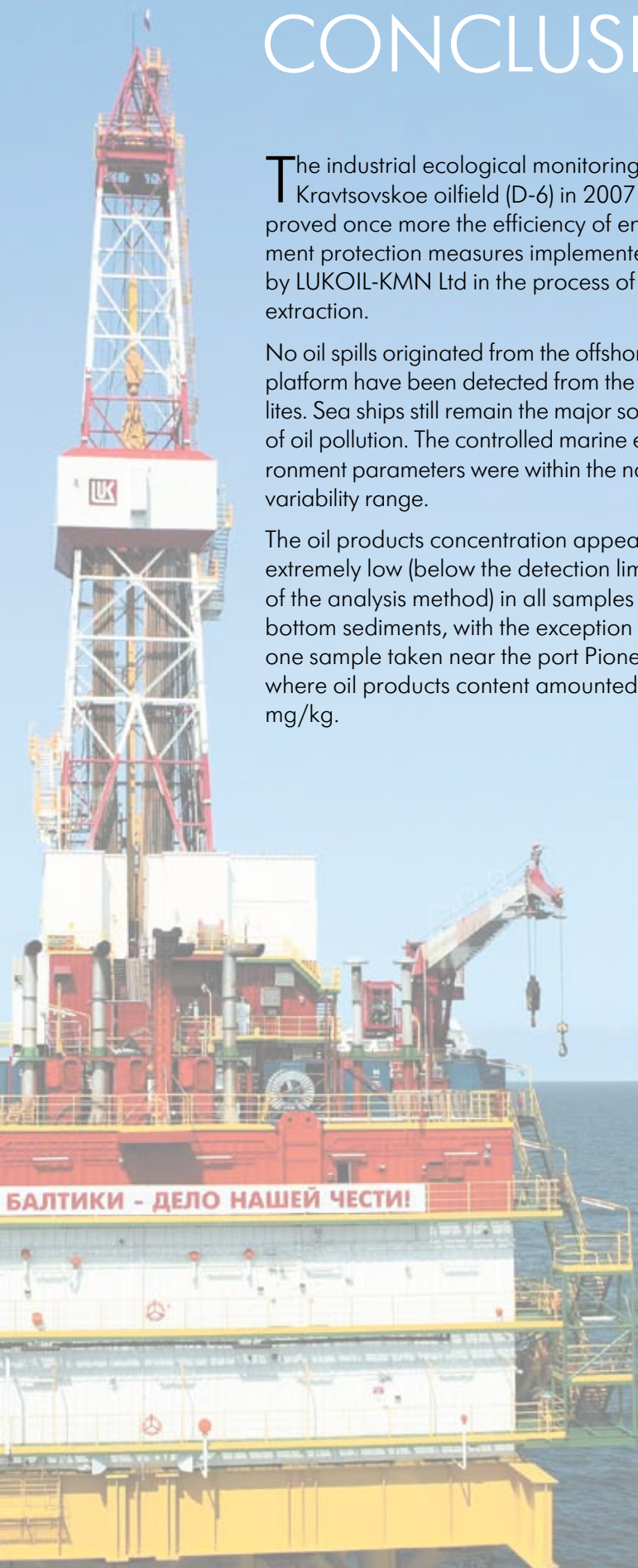
Significant exceeding MPC and anomalous concentrations of OP, observed occasionally near the Kaliningrad region coast, especially in May, have not been related to Kravtsovskoe oilfield exploitation.

The content of Cu, Cr, Cd, Pb, Hg, Ba on the bottom surface was at the background level typical to respective sediments kinds.

The accumulation of new data on the wide range of marine environment condition parameters has been continued, including those collected with the bottom observatories. As a result, the GIS ECOMORNEFT, necessary to make ecological management decisions, has got further development.

For the first time the data on the regional seismic activity have been obtained in the monitoring framework. The works on the hydrodynamic processes simulation in the area have attained a new level. For the first time the near-shore surface currents were measured during extreme storm conditions. This is especially important, since the main litho- and morphodynamic reformations of the sea coast submerged slope occur during storm periods.

The experience of LUKOIL-KMN in the ecological monitoring arrangement has become more and more valuable to the public organizations and enterprises.



ПЕРЕЧЕНЬ ОРГАНИЗАЦИЙ-ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Спутниковый мониторинг:

- ООО «Слик» (Калининград) с привлечением специалистов из Атлантического отделения Института океанологии им. Ширшова РАН (Калининград).

Судовой мониторинг:

- Институт океанологии им. Ширшова РАН и его Атлантическое отделение (Калининград),
- Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН (Москва),
- Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Калининград),
- Всероссийский геологический институт им. Карпинского (С.-Петербург),
- Центральный научно-исследовательский институт им. академика Крылова (С.-Петербург),
- Российский государственный университет им. Канта (Калининград),
- ООО «Морское венчурное бюро» (Калининград).

Анализ проб:

- Атлантическое отделение Института океанологии им. Ширшова РАН (Калининград),
- Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,

- Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН (Москва),
- Аналитический сертификационный испытательный центр Всероссийского института минерального сырья (Москва),
- Центр лабораторного анализа и технических измерений по Калининградской области (Калининград).

Анализ метеорологической информации:

- Атлантическое отделение Института океанологии им. Ширшова РАН (Калининград).

Геоэкологическое картирование:

- ООО «Морское венчурное бюро» с привлечением специалистов Атлантического отделения Института океанологии им. Ширшова РАН (Калининград), РГУ им. Канта (Калининград).

Ведение базы данных и разработка геоинформационной системы (ГИС):

- ООО «Морское венчурное бюро» с привлечением специалистов Атлантического отделения Института океанологии им. Ширшова РАН (Калининград).

Математическое моделирование:

- ООО «Морское венчурное бюро» с привлечением специалистов Атлантического отделения Института океанологии им. Ширшова РАН (Калининград).

Список сокращений

АПАВ – анионные поверхностно-активные вещества

АДСР – акустический доплеровский измеритель течений

БД - бактериальная деструкция

БПК₅ – биохимическое потребление кислорода

ГИС - геоинформационная система

ЕЕЗ - Исключительная Экономическая Зона

ИКЕС - Международный совет по исследованиям моря

KSAT – Конгсбергские спутниковые службы Kongsberg Satellite Services

МЛСП - морская ледостойкая платформа

НП – нефтепродукты

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

ПДК – предельно допустимые концентрации

ПП - первичная продукция

РЛИ - радиолокационное изображение

ppm - 10⁻⁴ или мг/кг

EXECUTOR-COMPANES LIST

Satellite monitoring:

- Slick, Ltd. (Kaliningrad) with specialists involving from Atlantic Branch of Shirshov Institute of Oceanology of RAS (Kaliningrad).

Ship monitoring:

- Shirshov Institute of Oceanology of RAS (Moscow) and it's Atlantic Branch (Kaliningrad),
- Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS (Moscow),
- Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, (Kaliningrad),
- Karpinsky All-Russian Geological Institute (St.-Petersburg),
- Academic Krylov Central Research Institute (St.-Petersburg),
- Kant Russian State University (Kaliningrad),
- Sea Venture Bureau, Ltd. (Kaliningrad).

Samples analysis:

- Atlantic Branch of Shirshov Institute of Oceanology of RAS (Kaliningrad),
- Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (Kaliningrad),
- Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS (Moscow),

- Analytical certification test center of All-Russian Scientific-Research Institute of Mineral Resources (Moscow),
- Centre of laboratory analysis and technical measurements on Kaliningrad Region (Kaliningrad).

Meteorological data analysis:

- Atlantic Branch of Shirshov Institute of Oceanology of RAS (Kaliningrad).

Geocological mapping:

- Sea Venture Bureau, Ltd. with specialists involving from Atlantic Branch of Shirshov Institute of Oceanology of RAS (Kaliningrad), Kant RSU (Kaliningrad).

Supporting of data base and working out of Geographical Informational System (GIS):

- Sea Venture Bureau, Ltd. with specialists involving from Atlantic Branch of Shirshov Institute of Oceanology of RAS (Kaliningrad).

Mathematic simulation:

- Sea Venture Bureau, Ltd. with specialists involving from Atlantic Branch of Shirshov Institute of Oceanology of RAS (Kaliningrad).

List of abbreviations

ADCP – Acoustic Doppler Current Profiler

BD - bacterial destruction

BOD₅ – biochemical oxygen demand

EEZ – Exclusive Economic Zone

GIS – geoinformation system

ICES – International Counsel for Exploration of the Sea

KSAT – Kongsberg Satellite services

MPC – maximum permissible concentrations

OIFP – offshore ice-resistant fixed platform

OP – oil products

PAH – polyaromatic hydrocarbons

PP - primary production

ppm - 10⁻⁴ % or mg/kg

RI – radar image

SSAS – synthetic surface-active substances



© ООО «ЛУКОЙЛ-КМН», 2008 г.

Обзор результатов экологического мониторинга
морского нефтяного месторождения «Кравцовское» (Д-6): 2007 г.