

УДК 574.632:581.1:581.526.323 (268.45)
DOI: 10.23885/2500-0640-2017-13-3-103-108

УСТОЙЧИВОСТЬ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ БАРЕНЦЕВА МОРЯ К НЕФТЯНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

© 2017 г. О.В. Степаньян¹, академик Г.Г. Матишов^{1,2}, В.В. Кулыгин^{1,3}

Аннотация. Расчеты направления распространения нефтяного пятна при вероятном разливе нефти в Баренцевом море показали, что наиболее загрязненным участком в осенне-зимний период может быть побережье Новой Земли и Печорского моря, в весенне-летний период – побережье Восточного Мурмана и северной части Белого моря. В прибрежье Печорского моря и островов Новой Земли запасы водорослей минимальны, макрофиты верхней литорали практически отсутствуют, а на Восточном Мурмане сосредоточены основные запасы водорослей, таким образом, именно для этого участка Баренцева моря вероятный ущерб от гибели фитобентоса будет наиболее существенным. Наиболее уязвимы фитоценозы литоральной зоны в случае крупной аварии при одновременном попадании в морскую воду более 10 тыс. т нефти и концентрации нефти в прибрежной зоне более 200 г/м² или 50 мг/л (1000 ПДК). Особенно опасны аварии в позднелетний период, когда происходят репродуктивные процессы у большинства фукусовых и ламинариевых водорослей. Наиболее чувствительные участки литорали с преобладанием красных и зеленых водорослей (зоны опреснения в заливах). Максимальный ущерб фитобентосу и морской биоте может быть нанесен при попадании нефти в прибрежную зону в сизигийный отлив, когда становятся уязвимыми фитоценозы супралиторали и sublиторали.

Ключевые слова: морские водоросли, нефтяное загрязнение, математическая модель, Баренцево море.

THE STABILITY OF MACROALGAE OF THE BARENTS SEA TO OIL POLLUTION

O.V. Stepanyan¹, Academician RAS G.G. Matishov^{1,2}, V.V. Kulygin^{1,3}

Abstract. Compute of the oil slick spread under probability of oil spill showed that the most contaminated sites in the autumn-winter period can be the coast of Novaya Zemlya and of the Pechora Sea; in spring and summer – the coast of East Murman and the Northern part of the White Sea. In the coastal zone of the Pechora Sea and the Islands of Novaya Zemlya reserves of algae are minimal, the upper littoral macrophytes are virtually absent, and the main algae reserves are on the Eastern Murman, thus this area of the Barents Sea is likely to be significantly damaged by the loss of phytobenthos. It is revealed that the communities of the intertidal zone are the most vulnerable in case of a major accident with one-off emission into the seawater of more than 10 thousand tons of oil and its concentration in the coastal zone more than 200 g/m² or 50 mg/l (1000 MPC). Such accidents can be especially dangerous in the late summer period, when the reproductive processes of most Fucus and Laminaria algae are in progress. The areas of the intertidal zone with a predominance of red and green algae (areas of demineralization in the bays) are the most sensitive. Maximum damage to the phytobenthos and the marine biota may be caused by the spillage of oil into the coastal area in neap tide, when supralittoral and sublittoral communities become vulnerable.

Keywords: seaweed, oil pollution, mathematical model, Barents Sea.

¹ Южный научный центр Российской академии наук (Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: step@ssc-ras.ru

² Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (Murmansk Marine Biological Institute, Kola Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russian Federation), Российская Федерация, 183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17

³ Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук (Institute of Arid Zones, Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41

1. Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. 2007. Интегрированное управление природопользованием в шельфовых морях. *Известия РАН. Серия географическая*. 3: 27–40.
2. Степаньян О.В., Воскобойников Г.М. 2006. Влияние нефти и нефтепродуктов на морфофункциональные особенности морских макроводорослей. *Биология моря*. 32(4): 241–248.
3. Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г., Быков О.Д., Маслова Т.Г., Шерстнева О.А., Усов А.И. 2004. Об устойчивости морских макрофитов к нефтяному загрязнению. *Доклады Академии наук*. 397(6): 842–844.
4. Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В. 2003. *Фитоценозы Баренцева моря (физиологические и структурные характеристики)*. Апатиты, изд-во КНЦ РАН: 308 с.
5. Степаньян О.В. 2008. Влияние сырой нефти на основные функциональные параметры макроводорослей Баренцева моря. *Биология моря*. 34(2): 144–147.
6. Степаньян О.В. 2014. Воздействие нефтяной пленки на фотосинтез бурых водорослей Баренцева моря. *Ботанический журнал*. 99(10): 1095–1100.
7. Степаньян О.В. 2015. Хроническое загрязнение повышает устойчивость бурой водоросли *Fucus vesiculosus* (L.) к действию углеводородов нефти. *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2: 22–25.
8. Шавыкин А.А., Калинин О.П., Духно Г.Н., Сапрыгин В.В., Зырянов С.В. 2008. Оценка интегральной уязвимости акватории Баренцева моря к нефтяному загрязнению. *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 3: 13–22.
9. Шавыкин А.А., Ильин Г.В. 2010. *Оценка интегральной уязвимости Баренцева моря от нефтяного загрязнения*. Мурманск, изд-во ММБИ КНЦ РАН: 110 с.
10. Новиков М.А. 2013. *Интегрированная оценка эколого-рыбохозяйственной уязвимости морских акваторий: от теории к практике*. Мурманск, изд-во ПИНРО: 124 с.
11. Шавыкин А.А., Малавенда С.В. 2015. Уязвимость макрофитобентоса Кольского залива от разливов нефти. *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 10: 12–18.
12. Бирюков П.А., Бердников С.В., Сурков Ф.А. 2011. ГИС-ориентированный подход к моделированию разливов нефтепродуктов в Баренцевом море. *Геоинформатика*. 1: 10–16.
13. Бердников С.В., Кулыгин В.В., Цыганкова А.Е., Сорокина В.В., Швердяев И.В., Архипова О.Е., Лычагина Ю.М., Яицкая Н.А. 2014. Интегрированная математическая модель большой морской экосистемы Баренцева и Белого морей – инструмент для оценки природных рисков и эффективного использования биологических ресурсов. В кн.: *Морские экосистемы и сообщества в условиях современных климатических изменений*. СПб., Реноме: 345–365.
14. TOPAZ. URL: <http://topaz.nersc.no> (дата обращения: 02.02.2017).
15. Макаревич П.Р., Дружкова Е.И. 2010. *Сезонные циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей*. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 280 с.
16. Матишов Г.Г., Денисов В.В., Жичкин А.П. 2015. Морское природопользование в западном секторе Арктики: проблемы и решения. *Вестник Кольского научного центра РАН*. 2: 103–112.

REFERENCES

1. Matishov G.G., Denisov V.V., Dzhenyuk S.L. 2007. [Integrated Nature Use Management in the Shelf Seas]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*. 3: 27–40. (In Russian).
2. Stepanyan O.V., Voskoboinikov G.M. 2006. Effect of oil and oil products on morphofunctional parameters of marine macrophytes. *Russian Journal of Marine Biology*. 32(1): 832–839. doi: 10.1134/S1063074006070042
3. Voskoboinikov G.M., Matishov G.G., Bykov O.D., Maslova T.G., Sherstneva O.A., Usov A.I. 2004. Resistance of marine macrophytes to oil pollution. *Doklady Biological Sciences*. 397(6): 340–341. doi: 10.1023/B:DOBS.0000039711.48557.16
4. Kuznetsov L.L., Shoshina E.V. 2003. *Fitotsenozy Barentseva morya (fiziologicheskie i strukturnye kharakteristiki)*. [The phytocenoses of the Barents sea (physiological and structural characteristics)]. Apatity, Kola Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences Publ.: 308 p. (In Russian).
5. Stepanian O.V. 2008. Effects of Crude Oil on Major Functional Characteristics of Macroalgae of the Barents Sea. *Russian Journal of Marine Biology*. 34(2): 131–134. doi: 10.1134/S1063074008020077
6. Stepanyan O.V. 2014. [The Oil Film Influence on Photosynthesis of Brown Algae in the Barents Sea]. *Botanicheskiy zhurnal*. 99(10): 1095–1100. (In Russian).
7. Stepanian O.V. 2015. [Chronic pollution improves the resistance of *Fucus vesiculosus* (L.) brown algae to the effect of oil hydrocarbons]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse*. 2: 22–25. (In Russian).
8. Shavykin A.A., Kalinka O.P., Dukhno G.N., Saprygin V.V., Zyryanov S.V. 2008. [Assessment of the Barents Sea water area

- integral vulnerability to oil spills]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse*. 3: 13–22. (In Russian).
9. Shavykin A.A., Il'in G.V. 2010. *Otsenka integral'noy uyazvimosti Barentseva morya ot neftyanogo zagryazneniya*. [Assessment of integral vulnerability of the Barents sea from oil pollution]. Murmansk, Murmansk Marine Biological Institute of the Kola Scientific Centre of the Russian Academy of Science Publ.: 110 p. (In Russian).
10. Novikov M.A. 2013. *Integrirovannaya otsenka ekologo-rybokhozyaystvennoy uyazvimosti morskikh akvatoriy: ot teorii k praktike*. [Integrated assessment of environmental and fisheries vulnerability of marine waters: from theory to practice]. Murmansk, Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography Publ.: 124 p. (In Russian).
11. Shavykin A.A., Malavenda S.V. 2015. [Vulnerability of macrophytobenthos from oil and oil products spill in the Kola bay]. *Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse*. 10: 12–18. (In Russian).
12. Biryukov P.A., Berdnikov S.V., Surkov F.A. 2011. [GIS-based approach to modeling oil spills in the Barents sea]. *Geoinformatika*. 1: 10–16. (In Russian).
13. Berdnikov S.V., Kulygin V.V., Tsygankova A.E. Sorokina V.V., Sheverdyayev I.V., Arkhipova O.E., Lychagina Yu.M., Yaitskaya N.A. 2014. [Integrated mathematical model of the large marine ecosystems of the Barents and White seas – a tool for natural risks and efficient use of biological resources]. In: *Morskie ekosistemy i soobshchestva v usloviyakh sovremennykh klimaticheskikh izmeneniy*. [Marine ecosystems and communities in the conditions of current climate changes]. St. Petersburg, Renome: 345–365. (In Russian).
14. TOPAZ. Available at: <http://topaz.nersc.no> (accessed 2 February 2017).
15. Makarevich P.R., Druzhkova E.I. 2010. *Sezonnye tsiklicheskie protsessy v pribrezhnykh planktonnykh al'gotsenozakh severnykh morey*. [Seasonal cyclic processes in the coastal plankton of the Northern seas algocenoses]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Science Publ.: 280 p. (In Russian).
16. Matishov G.G., Denisov V.V., Zhichkin A.P. 2015. [Marine management in the Western sector of the Arctic: problems and solutions]. *Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN*. 2: 103–112. (In Russian).

Поступила 01.06.2017

Подписано к печати 01.08.2017. Дата выхода в свет 30.09.2017.

Формат 60×88 $\frac{1}{8}$

Цифровая печать. Усл. печ. л. 12,56. Тираж 200 экз. Зак. 1576. Цена свободная

Учредители: Российская академия наук, Южный научный центр РАН

ПИ № ФС 77-65020, дата регистрации: 10.03.2016

Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука» (Типография «Наука»), 121099, Москва, Шубинский пер., 6