

Научно-исследовательский Центр экологической  
безопасности Российской Академии Наук  
Научный Фонд «Международный Центр по окружающей  
среде и дистанционному зондированию им. Нансена»  
Институт проблем экоинформатики  
Российской Академии Естественных Наук  
Джорджтаунский Университет, Вашингтон, США

*К.Я. Кондратьев, В.Ф. Крапивин,  
Г.В. Филлипс*

# **Проблемы загрязнения высокоширотной окружающей среды**

Санкт-Петербург  
2002

ББК 28.08

К 64

УДК 504.05/06.001.18

**К.Я. Кондратьев, В.Ф. Крапивин, Г.В. Филлипс.**

**Проблемы загрязнения высокоширотной окружающей среды. –**  
СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. – 280 с.

**ISBN 5-7997-0399-5**

Анализируются вопросы оценки роли экосистем арктического бассейна в формировании глобальных изменений окружающей среды. Описаны результаты моделирования динамики радионуклидов, тяжелых металлов и углеводородов нефти в арктическом бассейне с учетом роли речного стока и наземных биоценозов. Обсуждается задача оценки роли арктических широт в глобальном круговороте углерода. Для оценки состояния окружающей среды арктического бассейна предложен индикатор биосложности.

Рассматривается задача моделирования уровня загрязнения речной системы Ангара-Енисей и связанного с ней эстуария Карского моря. В рамках этой задачи в 1995 г. была проведена экологическая российско-американская экспедиция, результаты которой использованы для верификации созданной модели. Модель включает блоки, описывающие потоки тяжелых металлов, радионуклидов и углеводородов нефти с учетом биогеохимических, гидрологических и антропогенных процессов. Учитывается роль почвенно-растительных формаций. Приводятся результаты имитационных экспериментов.

Все формулы, таблицы и рисунки приводятся в разделе на английском языке.

В приложениях к основному тексту, приведенных на английском языке, рассмотрены:

1. Общие вопросы динамики высокоширотной окружающей среды;
2. Проблемы состава арктической атмосферы, в том числе, – касающиеся атмосферного озона и аэрозоля, а также взаимодействия облачности и радиации.

Библиография 305 названий.

**ISBN 5-7997-0399-5** © К.Я. Кондратьев, В.Ф. Крапивин, Г.В. Филлипс. 2002.

© Научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской Академии Наук, 2002.

© Научный фонд «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена», 2002.

© Институт проблем экоинформатики Российской Академии Естественных Наук, 2002.

© Джорджтаунский университет, Вашингтон, США, 2002.

© НИИХимии СПб.ГУ, макет. 2002.

K.Ya. Kondratyev, V.F. Krapivin, G.W. Phillips, High Latitude Environmental Pollution Problems. – St.-Petersburg, 2002, – 280pp.

ISBN 5-7997-0399-5

The questions of assessment of arctic basin ecosystems role in the global environmental change forming are analysed. The modelling results of radionuclides, heavy metals and oil hydrocarbons dynamics in the arctic basin taking into account the river flow and land biocenoses are described. The problem of assessment of arctic latitudes role in global carbon cycle is discussed. A biocomplexity indicator to estimate the state of arctic basin environment is proposed.

The problem of the origin of the pollution level in the Yenisey river estuary which is located in north-central Siberia and empties into the Kara sea is considered. In the framework of this problem, a joint Russian-American ecological expedition to the Angara and Yenisey rivers of Siberia was accomplished in the summer of 1995. Using the results of the pollution measurements taken during this expedition, it becomes possible to begin the synthesis of the spatial mathematical model for pollution transport in the Angara-Yenisey river system. The model includes blocks describing the flows of pollutants from biogeochemical, hydrophysical and anthropogenic sources. The influence of soil-plant formations are considered. The model is designed for interactive use in the mode of a simulation experiment.

In appendices to the main text made in English the following problems have been considered:

1. general problems of the high-latitude environmental dynamics;
2. problems of the arctic atmosphere composition, including those concerning the atmospheric ozone and aerosol as well as clouds-radiation interaction.

**ISBN 5-7997-0399-5** © K.Ya. Kondratyev, V.F. Krapivin, G.W. Phillips. 2002.

© Research Centre for Ecological Safety,  
Russian Academy of Sciences, 2002.

© Scientific Foundation «Nansen International  
Environmental and Remote Sensing Centre»2002.

© Institute of Ecoinformatics Problems, Russian  
Academy of Natural Sciences, 2002.

© Georgetown University, Washington, USA, 2002.

© Research Institute of Chemistry of S.-Petersburg  
University (the dummy copy), 2002.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ .....	7
2. ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ .....	15
1.1. Структура пространственной имитационной модели арктической экосистемы .....	15
2.2. Биотический блок .....	17
2.3. Гидрологический блок .....	19
2.4. Блок загрязнения Арктического бассейна .....	21
2.5. Имитационные эксперименты .....	22
3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ .....	28
3.1. Имитационная модель речной системы Ангара-Енисей .....	29
3.2. Экспедиционные измерения .....	34
3.3. Эксперименты на имитационной модели .....	35
4. БИОСЛОЖНОСТЬ .....	37
4.1. Индикатор биосложности .....	38
4.2. Модель биосложности системы «природа-общество» .....	42
4.3. Проблема биосложности, связанная с рыбным промыслом в Охотском море .....	44
5. ДИНАМИКА КРУГОВОРОТА УГЛЕРОДА .....	44
1. INTRODUCTION .....	49
2. AN APPLICATION OF MODELLING TECHNOLOGY TO THE STUDY OF POLLUTANT DYNAMICS IN THE ARCTIC SEAS .....	54
2.1. Structure of a Spatial Simulation Model of the Arctic Ecosystem .....	54
2.2. Marine biota block .....	59
2.3. Hydrological block .....	66
2.4. Pollution block .....	68
2.5. Simulation results .....	71
2.6. Summary and conclusions .....	82
3. INTERACTIONS IN THE ARCTIC SYSTEM .....	88
3.1. An Angara-Yenisey river system (AYRS) simulation model .....	90

3.2.	Measurements on-site .....	99
3.3.	Experiments using the AYRS simulation model .....	104
4.	BIOCOMPLEXITY .....	108
4.1.	Biocomplexity indicator .....	109
4.2.	The Biosphere-Society system biocomplexity model .....	112
4.3.	Biocomplexity problem related to the Okhotsk Sea Fisheries .....	114
5.	CARBON CYCLE DYNAMICS .....	119
	REFERENCES .....	127
APPENDIX 1		
	High-Latitude Environmental Dynamics .....	132
	REFERENCES .....	156
APPENDIX 2		
	Arctic atmosphere composition. ....	162
	Atmospheric ozone. ....	176
	Stratospheric ozone. ....	182
	Tropospheric ozone. ....	195
	Conclusions .....	208
	Polar aerosols. ....	212
	Cloudiness dynamics .....	239
	REFERENCES .....	262