

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
SIBERIAN BRANCH  
BORESKOV INSTITUTE OF CATALYSIS  
SOBOLEV INSTITUTE OF GEOLOGY AND MINEROLOGY  
INSTITUTE OF CYTOLOGY AND GENETICS  
INSTITUTE OF PROBLEMS OF OIL AND GAS  
INSTITUTE OF PETROLEUM CHEMISTRY  
TROFIMUK INSTITUTE OF PETROLEUM GEOLOGY AND GEOPHYSICS INSTITUTE  
FOR WATER AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS  
INSTITUTE OF CHEMICAL BIOLOGY AND FUNDAMENTAL MEDICINE  
URAL BRANCH  
POSTOVSKY INSTITUTE OF ORGANIC SYNTHESIS  
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE  
DUMANSKY INSTITUTE OF COLLOID AND WATER CHEMISTRY  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE  
OF RUSSIAN FEDERATION  
NOVOSIBIRSK STATE UNIVERSITY  
NOVOSIBIRSK STATE TECHNICAL UNIVERSITY

**CATALYTIC, SORPTION,  
MICROBIOLOGICAL AND INTEGRATED METHODS  
FOR PROTECTION AND REMEDIATION  
OF THE ENVIRONMENT**

Editors

*Dr. Oxana P. Taran,  
Academician Valentin N. Parmon*



NOVOSIBIRSK  
PUBLISHING HOUSE OF THE SIBERIAN BRANCH  
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
2013

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА им. Г. К. БОРЕСКОВА  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ им. В. С. СОБОЛЕВА  
ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ НЕФТИ И ГАЗА  
ИНСТИТУТ ХИМИИ НЕФТИ  
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ  
им. А. А. ТРОФИМУКА  
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА им. И. Я. ПОСТОВСКОГО  
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ  
ИНСТИТУТ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ И ХИМИИ ВОДЫ им. А. ДУМАНСКОГО  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**КАТАЛИТИЧЕСКИЕ, СОРБЦИОННЫЕ,  
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНТЕГРИРОВАННЫЕ  
МЕТОДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ И РЕМЕДИАЦИИ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Под редакцией  
*канд. хим. наук О. П. Таран,  
академика В. Н. Пармона*



НОВОСИБИРСК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
2013

УДК 504  
ББК 20.1  
К29

*Редакционная коллегия серии:*

академик В. М. Фомин (главный редактор),  
академик Ю. И. Шокин, член-корреспондент РАН В. А. Ламин,  
член-корреспондент РАН В. Н. Опарин, доктор биологических наук В. В. Глухов,  
доктор экономических наук В. Ю. Малов, доктор химических наук В. П. Федин,  
кандидат физико-математических наук Н. Г. Никулин (ответственный секретарь)

Серия основана в 2003 г.

**Каталитические, сорбционные, микробиологические и интегрированные методы для защиты и ремедиации окружающей среды** / Л. К. Алтунина [и др.]; под ред. О. П. Таран, В. Н. Пармона; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т катализа, им. Г. К. Борескова, Ин-т геологии и минералогии им. В. С. Соболева, Ин-т цитологии и генетики [и др.]. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. — 298 с. (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 45).

В монографии рассмотрены общие проблемы защиты окружающей среды (почв, грунтов и вод) от опасных и устойчивых к разложению химических веществ и приведены результаты собственных исследований, направленных на разработку химических, в частности, каталитических и сорбционных методов обезвреживания опасных химических веществ (гептил, полихлорированные углеводороды, тяжелые металлы), микробиологических и интегрированных методов ремедиации нефтезагрязненных природных сред. Рассмотрены вопросы эффективного контроля очистки методом биологического тестирования, а также геохимическими методами по результатам изучения избирательности и стадийности процессов трансформации нефтяных УВ.

Для научных работников, преподавателей вузов, аспирантов, студентов, специализирующихся в области экологической химии, геохимии и микробиологии, решающих задачи охраны окружающей среды, устойчивого развития и рационального природопользования.

Утверждено к печати

Ученым советом Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН

*Рецензенты:*

докт. техн. наук А. Н. Загоруйко, докт. техн. наук З. П. Пай, докт. биол. наук А. И. Сысо

*Авторы:*

Л. К. Алтунина, А. Б. Аюшеев, А. В. Брянская, А. А. Богуш, М. Р. Верголяс, Ю. С. Глязнецова, В. В. Гончарук, Т. И. Горбунова, М. А. Густайтис, С. Я. Двуреченская, И. Н. Зуева, Е. Н. Иванова, В. А. Каширцев, В. В. Коваленко, Е. В. Лазарева, С. Х. Лифшиц, А. В. Мехаев, М. В. Милюкин, И. Н. Мягкая, В. С. Овсянникова, О. Л. Огородникова, В. Н. Пармон, С. Е. Пельтек, М. Г. Перлова, Р. В. Приходько, А. В. Пузанов, В. И. Салоутин, М. А. Саморукова, Л. И. Сваровская, И. Л. Симакова, О. П. Таран, Д. А. Филатов, Е. А. Фурсенко, О. Н. Чалай, М. К. Черепивская, О. Н. Чупахин, Ю. Г. Ятлук, С. А. Яшник

Работа выполнена в рамках интеграционного проекта СО РАН № 31

«Разработка фундаментальных основ интегрированных сорбционных каталитических и микробиологических методов для охраны окружающей среды»

ISBN 978–5–7692–1311–3 (вып. 45)

ISBN 978–5–7692–0669–6

- © Институт катализа им. Г. К. Борескова, 2013
- © Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева, 2013
- © Институт цитологии и генетики, 2013
- © Институт проблем нефти и газа, 2013
- © Институт химии нефти, 2013
- © Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука, 2013
- © Институт водных и экологических проблем, 2013
- © Институт химической биологии и экспериментальной медицины, 2013
- © Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского, 2013
- © Институт коллоидной химии и химии воды им. А. Думанского, 2013
- © Новосибирский государственный университет, 2013
- © Новосибирский государственный технический университет, 2012
- © Оформление. Издательство СО РАН, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| <b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....  | 5   |
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....   | 8   |
| <b>Глава 1. КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ВОД ОТ ОПАСНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ</b> .....  | 12  |
| 1.1. Каталитические методы очистки вод от опасных и стойких органических веществ. Достижения и проблемы<br>( <i>Таран О.П., Пармон В.Н.</i> ) .....   | —   |
| 1.2. Железо и медьсодержащие цеолитные катализаторы для глубокого жидкофазного пероксидного окисления опасных органических веществ в воде ( <i>Таран О.П., Яшник С.А., Аюшеев А.Б., Приходько Р.В., Гончарук В.В., Пармон В.Н.</i> ) .....                  | 20  |
| 1.3. Физико-химические свойства и каталитическая активность CuFeZSM-5 катализаторов окислительной деструкции Родамина 6G в водной среде (Черепивская М.К., Приходько Р.В., Гончарук В.В.) ....  | 46  |
| 1.4. Очистка вод от несимметричного диметилгидразина методами каталитической окислительной деструкции ( <i>Таран О.П., Огородникова О.Л., Яшник С.А., Двуреченская С.Я., Пузанов А.В., Пармон В.Н.</i> ) .....  | 56  |
| <b>Глава 2. ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ</b> .....   | 67  |
| 2.1. Дехлорирование полихлорированных бифенилов в реакциях с многоатомными спиртами ( <i>Первова М.Г., Горбунова Т.И., Салоутин В.И., Чупахин О.Н.</i> ) .....  | —   |
| 2.2. Гидродехлорирование полихлорбифенилов и родственных соединений с использованием палладиевых катализаторов ( <i>Межаев А.В., Пармон В.Н., Таран О.П., Симакова И.Л., Салоутин В.И., Чупахин О.Н., Ятлук Ю.Г., Первова М.Г., Саморукова М.А.</i> ) ..... | 95  |
| 2.3. Идентификация и определение полихлорированных бифенилов в природной воде бассейна р. Днепр методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии ( <i>Милюкин М.В., Гончарук В.В.</i> ) .....   | 128 |
| <b>Глава 3. МЕТОДЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КИСЛЫХ ДРЕНАЖНЫХ РАСТВОРОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ</b> .....  | 140 |
| 3.1. Способы очистки и нейтрализации кислых дренажных растворов: методы и результаты ( <i>Мягкая И.Н., Богущ А.А., Лазарева Е.В.</i> ) .....  | —   |
| 3.2. Формы нахождения потенциально токсичных элементов в торфяном веществе, контактирующем с отходами переработки высокосульфидных руд ( <i>Мягкая И.Н., Густайтис М.А., Богущ А.А., Лазарева Е.В., Таран О.П.</i> ) .....                                  | 144 |
| 3.3. Утилизация сульфидсодержащих отходов с использованием природных и модифицированных материалов ( <i>Богущ А.А., Мягкая И.Н., Лазарева Е.В., Таран О.П.</i> ) .....  | 158 |

|   |     |
|---|-----|
| Глава 4. ПРОБЛЕМЫ БОРЬБЫ С НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯМИ .....   | 174 |
| 4.1. Комплексные физико-химические и микробиологические методы<br>глубокой очистки нефтезагрязненных грунтов (Алтунина Л.К.,<br>Сваровская Л.И., Овсянникова В.С., Филатов Д.А., Брянская А.В.) ..... | —   |
| 4.2. Геохимические методы мониторинга состояния нефтезагрязненных<br>почв и оценки эффективности биоремедиационных работ<br>(Зуева И.Н., Глязнецова Ю.С., Лифшиц С.Х., Чалая О.Н.) .....              | 207 |
| 4.3. Углеводородный состав нефтезагрязнений и его применение<br>для оценки эффективности стадий микробиального окисления<br>нефтепродуктов (Каширцев В.А., Фурсенко Е.А., Иванова Е.Н.) .....         | 229 |
| Глава 5. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД КОНТРОЛЯ<br>КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ВОД .....  | 247 |
| 5.1. Основы биотестирования природных и питьевых вод<br>(Гончарук В.В., Верголяс М.Р., Коваленко В.В.) .....  | —   |
| 5.2. Выбор системы биотестов для контроля качества очистки сточных<br>и дренажных вод и растворов модельных токсикантов<br>(Брянская А.В., Пельтек С.Е.) .....  | 253 |
| 5.3. Оценка токсичности дренажных растворов и степени их очистки<br>(Брянская А.В., Лазарева Е.В., Пельтек С.Е.) .....  | 255 |
| 5.4. Оценка токсичности сточных вод и эффективность их очистки<br>(Брянская А.В., Двуреченская С.Я., Пузанов А.В., Пельтек С.Е.) .....  | 259 |
| 5.5. Оценка токсичности растворов модельных токсикантов и степени<br>их очистки методами каталитической окислительной деструкции<br>(Брянская А.В., Таран О.П., Аюшеев А.Б., Пельтек С.Е.) .....      | 262 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....   | 270 |
| СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ .....   | 295 |