

06-8745  
2 изд.

ДУБЛЕТ

**Н.И. Толмачева, Л.С. Шкляева**

**КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

14-05922

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Н.И. Толмачева, Л.С. Шкляева**

## **КОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

2-е издание, исправленное и дополненное

*Допущено методическим советом Пермского государственного  
национального исследовательского университета в качестве учебного  
пособия для студентов и магистрантов географических  
факультетов, обучающихся по направлению подготовки  
"Гидрометеорология" и специальности "Метеорология"*

Пермь 2012

УДК 551.507.362  
ББК 26.23  
Т 52

**Толмачева, Н.И.**

Т 52 Космические методы экологического мониторинга:  
учеб. пособие / Н.И. Толмачева, Л.С. Шкляева; Перм. гос. нац.  
иссл. ун-т. – 2-е изд., испр. и доп. – Пермь, 2012. – 296 с.

ISBN 978-5-7944-1878-1

Излагаются теоретические вопросы, касающиеся исследования атмосферы с использованием космических систем для оценки состояния окружающей природной среды и выявления потенциальной экологической опасности. Анализируются основные понятия дисциплины, вопросы физико-технического характера и методические основы проведения экологического мониторинга. Подробно рассматриваются вопросы создания инфраструктур космического экологического мониторинга и разработки экологической системы контроля в обеспечении безопасности окружающей среды. Описываются примеры оперативной обработки космической информации для оценки широких возможностей ее применения в экологическом мониторинге окружающей среды.

Издание предназначено для преподавателей, аспирантов, магистров географического факультета и студентов, обучающихся по специальности «Метеорология». Может быть использовано студентами специальностей «Гидрология», «География», «Природопользование».

УДК 551.507.362  
ББК 26.23

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Пермского государственного национального исследовательского университета

*Рецензенты:* д-р геогр. наук, проф. Казан. гос. ун-та **Ю.П. Переведенцев**;  
начальник АМСГ ФГУП «Пермские авиалинии», канд. геогр. наук, доц.  
**О.Ю. Булгакова**

ISBN 978-5-7944-1878-1

© Толмачева Н.И., Шкляева Л.С., 2006  
© Толмачева Н.И., Шкляева Л.С., 2012, с изменениями  
© Пермский государственный национальный  
исследовательский университет, 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Введение	8
Глава 1. Концепция мониторинга состояния окружающей среды	16
1.1. Основные понятия, определения и задачи	16
1.2. Масштабы экомониторинга	19
1.3. Нормативные документы по обеспечению государственного экологического мониторинга	22
1.3.1. Федеральные законы и кодексы, регламентирующие государственный экологический мониторинг	26
1.3.2. Нормативные документы, регламентирующие экологический мониторинг	27
1.3.3. Государственные стандарты и нормативы по состоянию атмосферы	29
1.4. Единая государственная система экологического мониторинга	31
1.5. Методы и технические средства контроля источников загрязнения атмосферы	38
1.6. Малозатратные технологии мониторинга качества атмосферы	46
1.7. Организация контроля источников загрязнения атмосферы	48
1.8. Система управления воздухоохранной деятельностью в Российской Федерации и оценка качества атмосферного воздуха	53
1.9. Экологический мониторинг Пермского края	60
Глава 2. Информационные технологии и ресурсы космического экологического мониторинга	65
2.1. Спутниковый экологический мониторинг	66
2.2. Наземная инфраструктура мониторинга	68
2.3. Сетевая инфраструктура мониторинга	69
2.4. Компьютерные методы обработки спутниковых данных	71
2.5. Электронная библиотека космического мониторинга	74
Глава 3. Физические основы получения метеорологической информации из космоса	78
3.1. Общая характеристика методов дистанционного зондирования	80
3.2. Основные понятия теории излучения	86
3.2.1. Электромагнитное излучение и его трансформации	86
3.2.2. Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой	91

3.3. Теория излучения. Уравнение переноса	94
3.3.1. Основные законы излучения	94
3.3.2. Вывод уравнения переноса излучения	97
3.3.3. Коэффициенты поглощения, рассеяния и ослабления	100
Глава 4. Космические системы дистанционного зондирования	102
4.1. Космические системы мониторинга Земли и атмосферы	102
4.2. Обзор систем дистанционного зондирования	113
Глава 5. Наземный комплекс приема, обработки и распространения спутниковой информации Росгидромета	127
Глава 6. Экоинформационные системы как инструмент космического мониторинга окружающей среды	137
6.1. Базы данных и системы управления базами данных	139
6.2. Internet и гипертекстовые технологии	147
6.3. Обработка данных экологического мониторинга	151
6.3.1. Электронные таблицы	152
6.3.2. Пакеты для инженерных и научных расчетов	156
6.3.3. Пакеты программ для статистического анализа данных мониторинга	164
6.4. Статистические экспертные системы для обработки данных экологического мониторинга	166
Глава 7. Геоинформационные системы экологического мониторинга	173
7.1. Структура геоинформационных систем	173
7.2. Цифровые карты	176
7.3. Принципы географического анализа экологической информации	181
7.4. Особенности работы с ГИС	184
7.4.1. ГИС ARC/INFO	184
7.4.2. ГИС MapInfo	187
7.4.3. ГИС IDRISI	188
7.5. Геоинформационное обеспечение дистанционного мониторинга атмосферы	191
7.5.1. Геоинформационные задачи регионального мониторинга атмосферы	192
7.5.2. Вопросы организации ГИС	197
7.5.3. Применение региональных ГИС	209
7.5.4. Перспективы развития ГИС-центров	215
Глава 8. Примеры использования космической информации в экологии природной среды	218
8.1. Мониторинг загрязнения окружающей среды	218

8.1.1. Мониторинг воздействия на окружающую среду нефтяных и газовых разработок	219
8.1.2. Изменение антропогенной нагрузки в окрестностях города по данным спутникового зондирования	221
8.1.3. Информационные технологии и методы дистанционного зондирования для построения космического экологического мониторинга мегаполисов	230
8.1.4. Оценка ареалов загрязнения снежного покрова по космическим сканерным изображениям	238
8.2. Космический мониторинг водных ресурсов	251
8.2.1. Измерение температуры водных поверхностей прибором AVHRR спутника NOAA	253
8.2.2. Исследование загрязнения водной поверхности с использованием космической информации	257
8.2.3. Радиолокационный мониторинг ледовой обстановки	262
8.3. Контроль состояния растительности	264
8.3.1. Мониторинг лесных массивов по данным дистанционного зондирования	268
8.4. Мониторинг чрезвычайных ситуаций	275
8.4.1. Мониторинг наводнений	275
8.4.2. Наблюдение за лесными пожарами	278
8.5. Исследование долговременных изменений природной среды	289
8.5.1. Мониторинг опустынивания	289
Список литературы	292