

10-3501

ДУБЛЕТ

**А.Н. Некос
В.Е. Некос
Г.Г. Щукин**

10-03502

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ



Ministry of Education and Science of Russian Federation
Federal Agency for Education

STATE EDUCATION ESTABLISHMENT
FOR HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION
RUSSIAN STATE HYDROMETEOROLOGICAL UNIVERSITY

A.N. Nekos, V.E. Nekos, G.G. Schukin

REMOTE METHODS OF STUDYING NATURAL OBJECTS

Monograph



St. Petersburg
2009

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.Н. Некос, В.Е. Некос, Г.Г. Щукин

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Монография



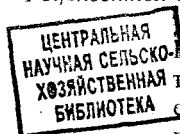
Санкт-Петербург
2009

**УДК 551:51:621.396:331.823/075.8/
ББК 28.080 я7**

Некос А.Н., Некос В.Е., Шукин Г.Г. Дистанционные методы исследований природных объектов: Монография. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 319 с.

ISBN 978-5-86813-253-7

Рецензенты: Ю.А. Пичугин, д-р. физ-мат. наук., проф. Государственного университета аэрокосмического приборостроения;



С.Ш. Хайруллин, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воеводского, председатель метеорологической комиссии Русского географического общества.

В монографии представлены современные методы и основные направления дистанционных исследований природных объектов. Целью авторов было создание целостного представления обо всем комплексе технологий дистанционных исследований окружающей среды. Отдельно рассмотрены проблемы загрязнения окружающей среды вследствие эксплуатации космической техники.

Монография предназначена для научных сотрудников, специализирующихся в области дистанционного зондирования атмосферы, а также может быть полезна студентам, изучающим метеорологию.

Nekos A.N., Nekos V.E., Schukin G.G. Remote methods of studying natural objects. – St. Petersburg, RSHU Publishers. – 319 pp.

The modern methods and main directions of remote observation of natural objects are presented. The purpose of authors was to make an integral representation of the whole complex of technologies for remote environmental research. Problems of environmental contamination caused by space engineering are treated as a separate subject.

The monograph is intended for researchers specializing in the field of remote atmospheric sounding, as Remote Atmospheric Sound Techniques for Studying the E

ISBN 978-5-86813-253-7

© Некос А.Н., Некос В.Е., Шукин Г.Г., 2009

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение	7
Глава 1. Применение разных видов аэрокосмической съемки в исследованиях природных объектов	10
Введение	10
1.1. Аэрокосмическое зондирование – исторический обзор	11
1.1.1. История развития дистанционных методов исследования	14
1.1.2. Глобальные спутниковые радионавигационные системы	28
1.2. Получение информации о природных объектах с помощью космических снимков	33
1.3. Применение аэрокосмических снимков с целью исследований природных объектов	39
1.3.1. Аэрокосмическое выявление антропогенного влияния на почвенно-растительный покров и ландшафты	43
1.3.2. Дистанционная оценка сельскохозяйственных земель. Сельскохозяйственный мониторинг	46
1.3.3. Исследование городов по снимкам	47
1.3.4. Усовершенствование средств решения проблем охраны окружающей среды	48
1.4. Виды аэрокосмического зондирования	49
1.4.1. Физические основы аэрокосмической съемки	56
1.4.2. Технические средства аэрокосмической съемки	64
1.4.3. Фотографическая съемка	79
1.4.4. Телевизионная съемка	82
1.4.5. Цифровая съемка	86
1.4.6. Инфракрасная съемка	88
1.4.7. Радиотепловая съемка	97
1.4.8. Спектрометрическая съемка	99
1.4.9. Многозональная съемка	101
1.4.10. Радарная съемка	103
1.4.11. Голографическая съемка	108
1.4.12. Лазерная съемка	111
1.4.13. Гамма-спектральная съемка	113
1.4.14. Сканерная съемка	116
Глава 2. Применение методов дистанционного зондирования для решения проблем мониторинга состояния природных объектов	119
Введение	119
2.1. Дистанционные методы изучения загрязнений атмосферы	119
2.1.1. История применения дистанционных методов исследования параметров атмосферы	119
2.1.2. Методы наблюдения дальнего переноса газообразных загрязнений	120

2.1.3. Средства изучения дымового загрязнения атмосферы	124
2.1.4. Загрязнение атмосферы дымами природных пожаров	125
2.1.5. Вулканическое загрязнение атмосферы	126
2.1.6. Наблюдения из космоса за пылевыми	127
2.1.7. Зондирование промышленных аэрозолей	130
2.1.8. Использование дистанционных методов измерения на стационарных и передвижных постах городской сети контроля атмосферных загрязнений	131
2.2. Дистанционные методы изучения загрязнения вод Мирового океана	137
Введение	137
2.2.1. Отражательная способность чистой и загрязненной воды	139
2.2.2. Дистанционные методы выявления загрязнений вод	140
2.2.3. Дистанционные методы выявления загрязнений водных бассейнов	142
2.2.4. Идентификация антропогенных загрязнений моря по данным космических съемок	144
2.2.5. Дистанционные методы определения нефтяных загрязнений Мирового океана	147
2.2.6. Организация визуальных наблюдений антропогенных загрязнений моря	155
2.2.7. Опыт авиационного мониторинга прибрежных акваторий . . .	157
2.3. Дистанционные методы изучения почвенного покрова	157
2.3.1. Определение влажности почв дистанционными методами . . .	159
2.3.2. Дистанционные методы изучения тепловых свойств почв	161
2.3.3. Дистанционные методы изучения содержания гумуса в почве.	162
2.3.4. Следствия образования оврагов и наблюдение за ними с помощью дистанционных методов	165
2.3.5. Диагностирование линейной эрозии	170
2.3.6. Засоление почв	173
2.3.7. Изучение загрязнения почвенного покрова при нефтедобыче.	175
2.3.8. Аэрокосмический почвенный мониторинг	177
2.4. Дистанционные методы исследования агроландшафтов	180
2.5. Применение дистанционных методов при изучении лесных массивов	182
2.5.1. История применения дистанционных методов в лесном деле . .	188
2.5.2. Учет и инвентаризация лесов с помощью дистанционного зондирования	190
2.5.3. Применение лесной типологии при аэрокосмических исследованиях лесов	194
2.5.4. Дистанционные методы в охране лесов от пожаров	195
2.5.5. Дистанционное изучение повреждений растительного покрова	197
2.5.6. Дистанционные исследования хлорофилла в листьях растительности	202
2.5.7. Дистанционное исследование загрязнения растительности тяжелыми металлами	204
2.5.8. Дешифрирование аэрокосмоснимков лесов	210
	313

2.6. Дистанционные методы изучения проблем урбанизированных территорий	215
2.6.1. Наблюдение за загрязнением атмосферного воздуха городов	218
2.6.2. Исследование теплового влияния городов на урболандшафт.	220
2.6.3. Изучение светового влияния на урболандшафт	221
2.6.4. Влияние загрязнения от города на растительно-почвенный покров	222
2.6.5. Наблюдение за загрязнением природных вод вблизи городов	224
2.6.6. Определение типов промышленных предприятий	225
2.6.7. Использование материалов аэро- и космической съемки для изучения расселения и оценки освоенности территории	226
2.6.8. Дистанционные исследования снеготаяния вблизи промышленных центров	228
2.7. Аэрокосмический мониторинг животного мира	231
2.7.1. Средства аэрокосмического мониторинга экосистем	232
2.7.2. Оптические и радиационные свойства экосистем	239
2.7.3. Дистанционные исследования состояния болотных ландшафтов как отдельных самостоятельных экосистем	240
2.7.4. Дистанционные исследовательские приемы, которые используются при изучении болот	242
2.7.5. Экологическая интерпретация антропогенных геофизических эффектов	244
2.8. Мониторинг природных стихийных явлений при помощи дистанционных исследований	247
2.9. Аэрокосмический мониторинг динамики экосистем	248
2.9.1. Мониторинг опустынивания	248
2.9.2. Мониторинг наводнений	250
2.9.3. Рекомендации по применению спутниковых методов для мониторинга землетрясений	254
2.9.4. Мониторинг некоторых опасных природных явлений	260
Глава 3. Использование геоинформационных систем для обработки и дешифрирования аэрокосмической информации	262
Введение	262
3.1. Современные геоинформационные системы	263
3.1.1. Организация геоинформационных систем для моделирования антропогенных нарушений больших регионов	264
3.1.2. Геоинформационные системы и автоматизированная обработка аэрокосмических снимков	268
3.2. Основы дешифрирования снимков	270
3.2.1. Суть, виды, средства дешифрирования снимков	270
3.2.2. Особенности дешифрирования космических снимков	276
3.2.3. Автоматизированное дешифрирование снимков	282
3.3. Картографическое изображение состояния компонентов окружающей среды по материалам аэрокосмической съемки	284
3.3.1. Использование космической информации для создания экологических карт	287

3.4. Антропогенное загрязнение окружающей среды в результате эксплуатации космической техники	292
3.4.1. Загрязнение околоземного пространства в результате аварий и столкновений на орбитах	292
3.4.2. Влияние космического мусора на действующие спутники	296
3.4.3. Влияние искусственных космических объектов на деятельность человека в космосе и на Земле	296
3.4.4. Загрязнение окружающей среды падающими частями ракет-носителей	298
3.4.5. Предупреждение загрязнения космического пространства	300
Заключение	303
Предметный указатель	304
Литература	306

CONTENT

Preface	5
Introduction	7
Chapter 1. Application of different types of aerospace survey for studying natural objects	10
Introduction	10
1.1. Space sounding: historical background	11
1.1.1. History of development of remote techniques	14
1.1.2. Global satellite radio navigational systems	28
1.2. Retrieval of information on natural objects using space images	33
1.3. Application of space images to examinations of natural objects	39
1.3.1. Space detection of anthropogenous effect on soil vegetation cover and landscape	43
1.3.2. Remote estimation of agricultural lands. Agricultural monitoring ..	46
1.3.3. Examination of urban images	47
1.3.4. Improvement of environmental solution techniques	48
1.4. Types of space sounding	49
1.4.1. Physical fundamentals of space imaging	56
1.4.2. Technical components of space imaging	64
1.4.3. Photographic imaging	79
1.4.4. Television imaging	82
1.4.5. Digital imaging	86
1.4.6. Infrared imaging	88
1.4.7. Radiothermal imaging	97
1.4.8. Spectrometric imaging	99
1.4.9. Polyzonal imaging	101
1.4.10. Radar imaging	103
1.4.11. Holographic imaging	108
1.4.12. Laser imaging	111
1.4.13. Gamma-spectral imaging	113
1.4.14. Scanner imaging	116
Chapter 2. Application of remote sounding methods to solve problems of monitoring the state of natural objects	119
Introduction	119
2.1. Remote methods of studying atmospheric contamination	119
2.1.1. History of application of remote techniques to studying atmospheric parameters	119
2.1.2. Observation methods of long-range gaseous contamination transport	120
2.1.3. Techniques for studying smoke air contamination	124
2.1.4. Air contamination by smoke of natural fires	125
2.1.5. Volcanic air contamination	126
2.1.6. Dust atmospheric pollution observations from space	127

2.1.7. Sounding for industrial aerosols.	130
2.1.8. Application of remote measuring methods at fixed and mobile posts of the intercity air pollution network.	131
2.2. Remote methods of studying water contamination of the World Ocean	137
Introduction.	137
2.2.1. Albedo of pure and polluted water.	139
2.2.2. Remote methods of detection of polluted water.	140
2.2.3. Remote methods of detection of polluted water basins.	142
2.2.4. Identification of anthropogenic contamination of the sea using of space imaging data.	144
2.2.5. Remote methods of oil contamination detection in the World Ocean.	147
2.2.6. Organization of visual observations of anthropogenic contamina- tion of the sea.	155
2.2.7. Experience in aviation monitoring of foreshore water areas.	157
2.3. Remote methods of studying soil cover.	157
2.3.1. Soil moisture determination by remote methods.	159
2.3.2. Remote methods of studying thermal properties of soils.	161
2.3.3. Remote methods of studying humus content in soils.	162
2.3.4. Consequences of gully formation and their observation using re- mote methods.	165
2.3.5. Linear erosion diagnostics.	170
2.3.6. Soil salinization.	173
2.3.7. Studying soil cover contamination in oil extracting.	175
2.3.8. Space soil monitoring.	177
2.4. Space research techniques of agricultural landscape.	180
2.5. Application of remote methods to studying forest areas.	182
2.5.1. History of application of remote methods to forest management. . .	188
2.5.2. Forest registration and inventory using remote sounding.	190
2.5.3. Application of forest type inventory in space forest examination. .	194
2.5.4. Remote methods for fire control of forests.	195
2.5.5. Remote sensing of damage to vegetation cover.	197
2.5.6. Remote examination of chlorophyll in plant leaves.	202
2.5.7. Remote examination of vegetation contamination by heavy metals. .	204
2.5.8. Decoding space forest images.	210
2.6. Remote methods of studying problems of urbanized territories.	215
2.6.1. Observation of atmospheric air pollution in cities.	218
2.6.2. Examination of thermal effect of cities on urbanized landscape. . .	220
2.6.3. Studying light effect on urbanized landscape.	221
2.6.4. Contamination effect of cities on vegetation and soil cover.	222
2.6.5. Monitoring natural water contamination near cities.	224
2.6.6. Determination of types of industrial enterprises.	225
2.6.7. Application of aerospace imaging materials to studying population density and development estimate of territories.	226
2.6.8. Remote examination of snow melting near industrial centres.	228
2.7. Aerospace monitoring of ecosystems dynamics.	231
	317

2.7.1. Techniques of aerospace monitoring of ecosystems	232
2.7.2. Optical and radiation properties of ecosystems	239
2.7.3. Remote examination of the state of bog landscapes as separate self-contained ecosystems	240
2.7.4. Remote exploratory methods used in studying marshes	242
2.7.5. Ecological interpretation of anthropogenous geophysical effects ..	244
2.8. Aerospace fauna monitoring	247
2.9. Natural spontaneous phenomena monitoring by means of remote exami- nation	248
2.9.1. Desertification monitoring	248
2.9.2. Flooding monitoring	250
2.9.3. Recommendations on application of satellite methods to monitor- ing earthquakes	254
2.9.4. Monitoring certain dangerous natural phenomena	260
Chapter 3. Application of geoinformation systems to processing and decoding of space information	262
Introduction	262
3.1. Modern geoinformation systems	263
3.1.1. Organization of geoinformation systems for modelling anthropo- genous disturbances of major regions	264
3.1.2. Geoinformation systems and computerized processing of space images	268
3.2. Fundamentals of image decoding	270
3.2.1. Key notions, types, techniques of image decoding	270
3.2.2. Features of decoding of space images	276
3.2.3. Computerized decoding of images	282
3.3. Cartographic representation of the state of environmental components based on space imaging materials	284
3.3.1. Application of space information to compiling ecological maps ..	287
3.4. Anthropogenic pollution of the environment as a result of space engineer- ing	292
3.4.1. Contamination of circumterrestrial space as a result of emergencies and collisions in orbits	292
3.4.2. Influence of space waste on operational satellites	296
3.4.3. Influence of man-made space objects on human activities in space and on the Earth	296
3.4.4. Contamination of the environment by falling parts of carrier rock- ets	298
3.4.5. Prevention of space contamination	300
Conclusions	303
The index	304
Contents	306