

# Учебник «Экология»

для изучения дисциплины «Экология» студентами специальности 280102  
«Безопасность технологических процессов и производств»

## ПОЛНАЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА:

*Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П.*  
Экология: Учебник для вузов. – 7-е изд. – М.: Дрофа, 2009. – 624 с.

Учебник имеет гриф:

*«Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки в области 550000 Технические науки и по специальностям в области 650000 Техника и технологии».*

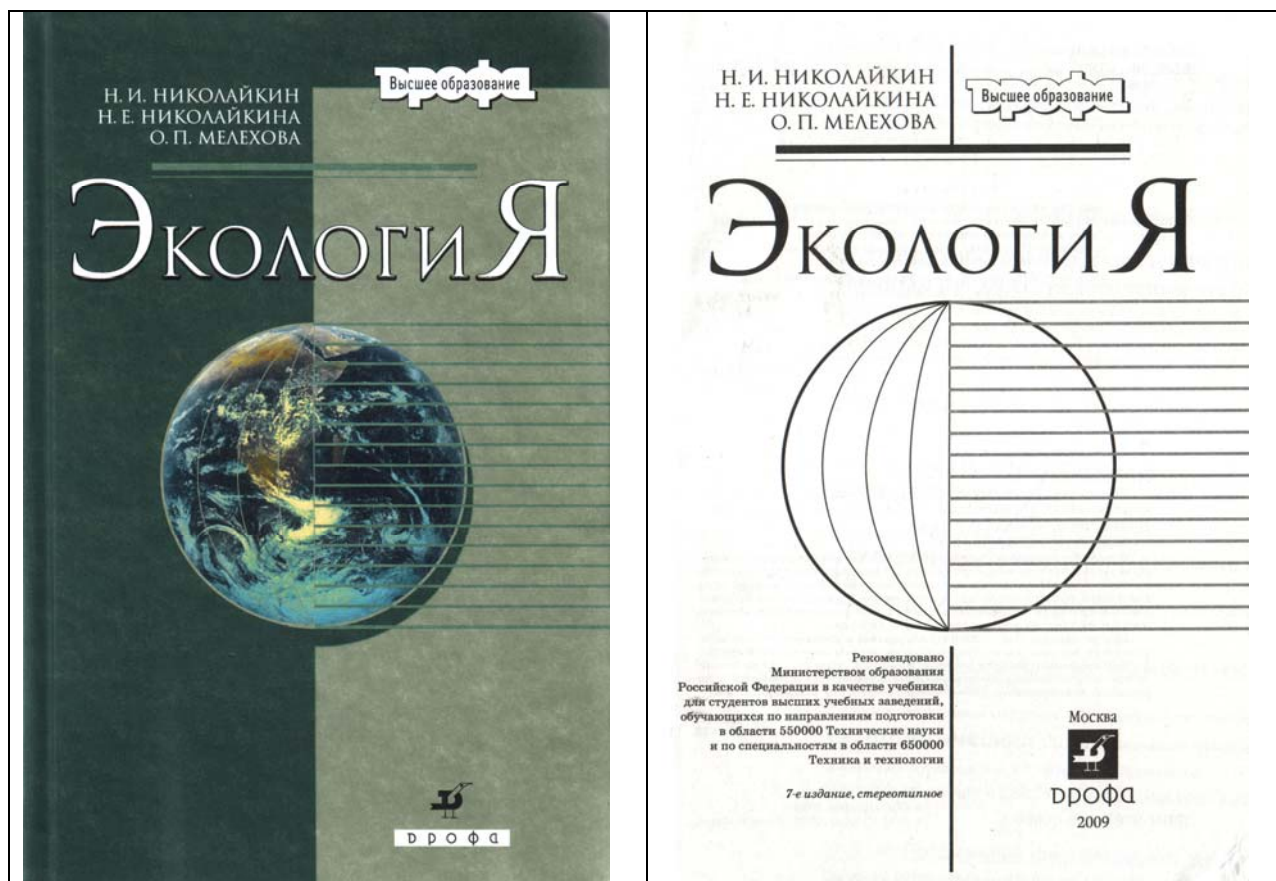


Рис. 1. Внешний вид обложки книги (слева) и первой страницы (справа)



**Внимание!** Все авторские права на данное издание принадлежат ООО «Дрофа». 127018, Москва, Суцеский вал, 49.

УДК 574(075.8)  
ББК 20.1я73  
Н63

Рецензенты:  
кафедры «Экология и промышленная безопасность»  
Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана  
(зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. С. В. Белов);  
чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, проф. Е. А. Криксунов  
(МГУ им. М. В. Ломоносова);  
чл.-корр. РАН, д-р хим. наук, проф. Н. П. Тарасова  
(РХТУ им. Д. И. Менделеева)

Николайкин, Н. И.  
Н63 Экология : учеб. для вузов / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2009. — 622, [2] с. : ил.  
ISBN 978-5-358-06899-5

В учебнике приведены сведения об истории развития экологии, рассмотрены закономерности взаимоотношений организмов на всех уровнях организации от среды их обитания, а также биосфера в целом, определены ее устойчивость, роль и место человека в ней; представлены современные представления о причинах и особенностях глобального экологического кризиса, путях и методах сохранения современной биосферы.

Шестое издание (1-е — 2000 г.) исправлено и дополнено новым материалом по основам загрязнения в области охраны окружающей среды.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по таким основным направлениям и специальностям, а также для подготовки и повышения квалификации руководящих работников и специалистов.

УДК 574(075.8)  
ББК 20.1я73

ISBN 978-5-358-06899-5

© ООО «Дрофа», 2008  
© ООО «Дрофа», 2006, с изменениями

## Предисловие

Содержание учебника соответствует примерной программе дисциплины «Экология», одобренной в 2000 г. президиумом Научно-методического совета по биологии Министерства образования РФ для направлений 550 000 «Технические науки».

Передко в технических вузах вместо фундаментальных знаний о природе студентам дают лишь информацию об основах инженерной защиты окружающей среды (ОС). В период экологического кризиса особенно важно заполнить этот пробел и общим фундаментальным естественнонаучным образованием.

Авторы ставили целью способствовать формированию у студента представлений о человеке как о части природы, о ценности всего живого и невозможности выживания человечества без сохранения биосферы. После изучения курса студент должен не только иметь представление о взаимоотношениях организмов со средой обитания, структуре биосферы, ее эволюции, глобальных проблемах ОС, но и уметь прогнозировать результаты своей профессиональной деятельности с учетом прямых и многочисленных косвенных последствий для биосферы.

В соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования Российской Федерации для экологических факультетов и специальностей вузов в число обязательных входят такие естественнонаучные дисциплины, как география, геология, геохимия, почвоведение и др. Однако в стандартах специальностей технического профиля они не предусматриваются, хотя знания многих вопросов из названных дисциплин являются непременным условием правильного понимания курса «Экология». Поэтому в данный учебник включены отдельные вопросы геоэкологии.

При написании учебника авторы стремились отразить современное состояние соответствующих направлений науки.

Рис. 2. Страницы 2 и 3 учебника.

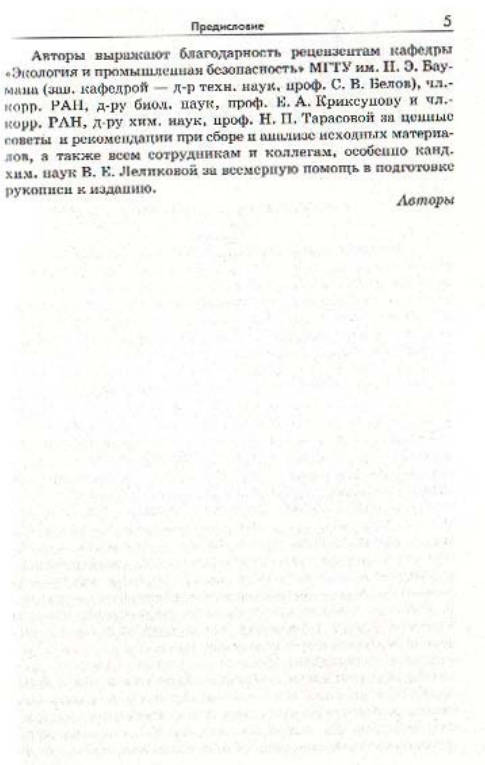
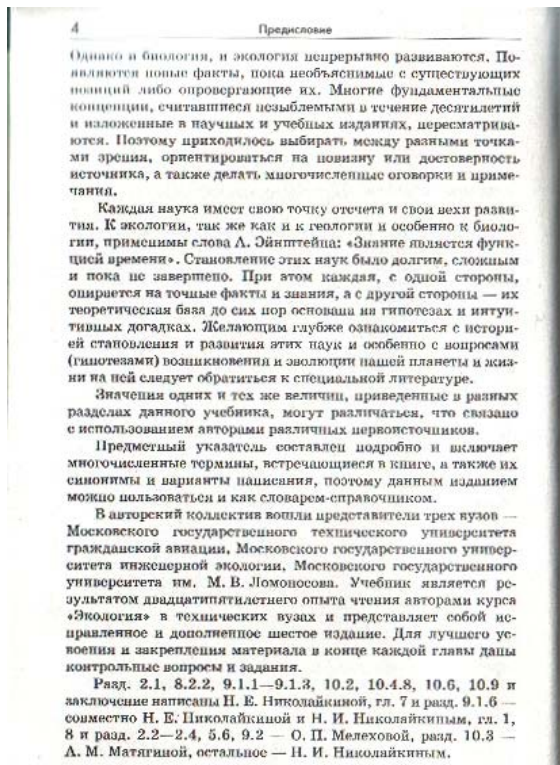


Рис. 3. Страницы 4 и 5 учебника.

## Оглавление

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> . . . . .	3
<b>Глава 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИИ</b> . . . . .	6
1.1. Цивилизация и природа . . . . .	7
1.1.1. Становление экологии . . . . .	7
1.1.2. Глобальный экологический кризис . . . . .	8
1.2. Из истории экологии . . . . .	9
1.3. Развитие современной экологии . . . . .	20
1.3.1. Научные парадигмы XX века . . . . .	20
1.3.2. Экология в системе естественных наук и ее структура . . . . .	25
1.3.3. Экология как мировоззрение . . . . .	26
1.4. Экологические проблемы России . . . . .	27
<i>Контрольные вопросы и задания</i> . . . . .	30
<b>Глава 2. ОРГАНИЗМ И СРЕДА ОБИТАНИЯ</b> . . . . .	31
2.1. Состав клетки . . . . .	32
2.2. Обмен веществ . . . . .	35
2.2.1. Пластический обмен . . . . .	36
2.2.2. Энергетический обмен . . . . .	38
2.3. Экологические категории организмов . . . . .	42
2.4. Гомеостаз . . . . .	44
2.5. Биологический вид . . . . .	46
<i>Контрольные вопросы и задания</i> . . . . .	46
<b>Глава 3. ФАКТОРЫ СРЕДЫ</b> . . . . .	48
3.1. Экологические факторы и их действие . . . . .	48
3.1.1. Абиотические факторы . . . . .	50
3.1.2. Биотические факторы . . . . .	70
3.1.3. Ресурсы среды . . . . .	74
3.2. Закономерности воздействия факторов среды на организмы . . . . .	75



3.2.1. Закон минимума Либиха . . . . .	76
3.2.2. Закон лимитирующих факторов Шелфорда . . . . .	78
3.3. Реакция организмов на изменения уровня экологических факторов . . . . .	81
3.3.1. Изменчивость . . . . .	81
3.3.2. Адаптация . . . . .	83
3.4. Экологическая ниша организма . . . . .	86
3.4.1. Понятия и определения . . . . .	86
3.4.2. Специализированные и общие ниши . . . . .	89
3.4.3. Экологические формы . . . . .	89
3.5. Организмы — индикаторы качества среды . . . . .	91
<b>Контрольные вопросы и задания . . . . .</b>	<b>93</b>
 Глава 4. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ (ДЕМЭКОЛОГИЯ) . . . . .	 94
4.1. Размер популяции (популяционные законы) . . . . .	96
4.2. Возрастная и половая структуры популяций . . . . .	98
4.3. Пространственная и этологическая структуры популяций . . . . .	99
4.4. Динамика популяций . . . . .	102
4.4.1. Кривые выживания . . . . .	102
4.4.2. Рост популяции и кривые роста . . . . .	104
4.4.3. Колебания численности популяции . . . . .	108
4.5. Популяции синантропных видов . . . . .	111
<b>Контрольные вопросы и задания . . . . .</b>	<b>112</b>
 Глава 5. ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ (СИНЭКОЛОГИЯ) . . . . .	 113
5.1. Трофическая структура биоценозов . . . . .	114
5.1.1. Пищевые цепи и сети . . . . .	114
5.1.2. Экологические пирамиды . . . . .	116
5.1.3. Закономерности трофического оборота в биоценозе . . . . .	121
5.2. Видовая структура биоценозов . . . . .	125
5.2.1. Взаимоотношения между организмами . . . . .	126
5.2.2. Влияние абиотических факторов среды . . . . .	133
5.3. Пространственная структура биоценозов . . . . .	135
5.4. Экологические ниши видов в сообществах . . . . .	137
5.5. Закономерности саморегуляции биоценозов, экологическое дублирование . . . . .	139
5.6. Биоразнообразие . . . . .	144
<b>Контрольные вопросы и задания . . . . .</b>	<b>150</b>
 Глава 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ . . . . .	 152
6.1. Структура экосистем . . . . .	154
6.2. Продуктивность экосистем . . . . .	155
6.3. Функционирование (динамика) экосистем . . . . .	160



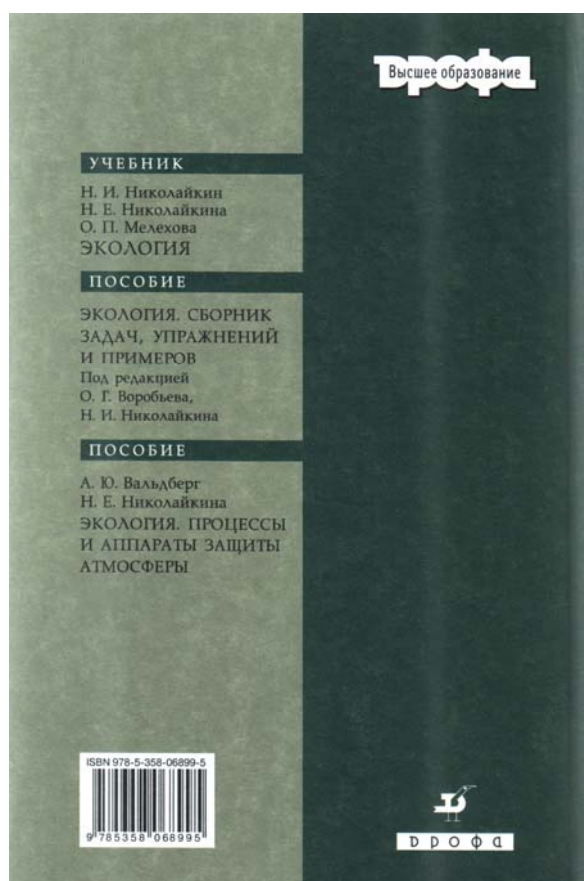
6.3.1. Круговорот биогенных элементов . . . . .	164
6.3.2. Гомеостаз экосистемы . . . . .	170
6.3.3. Суточные и сезонные ритмичные изменения . . . . .	171
6.3.4. Сукцессия . . . . .	171
6.3.5. Жизнь как термодинамический процесс . . . . .	175
6.4. Основные экосистемы Земли и их особенности . . . . .	181
6.4.1. Наземные экосистемы . . . . .	181
6.4.2. Водные экосистемы . . . . .	184
6.4.3. Закономерности географического распространения экосистем . . . . .	193
<i>Контрольные вопросы и задания</i> . . . . .	195
<b>Глава 7. БИОСФЕРА</b> . . . . .	196
7.1. Структура и границы биосферы . . . . .	197
7.2. Геосферные оболочки Земли . . . . .	198
7.2.1. Общее строение планеты . . . . .	198
7.2.2. Атмосфера . . . . .	207
7.2.3. Гидросфера . . . . .	228
7.2.4. Литосфера . . . . .	255
7.2.5. Магнитосфера . . . . .	270
7.3. Живое вещество биосферы . . . . .	272
7.3.1. Свойства и функции живого в биосфере . . . . .	273
7.3.2. Физико-химическое единство живого . . . . .	275
7.3.3. Биогеохимические циклы . . . . .	276
7.4. Эволюция — история жизни . . . . .	279
7.4.1. Земля во Вселенной . . . . .	280
7.4.2. Эволюция биосферы . . . . .	294
7.5. Ресурсы биосферы . . . . .	310
7.5.1. Природные ресурсы . . . . .	311
7.5.2. Классификация природных ресурсов . . . . .	312
<i>Контрольные вопросы и задания</i> . . . . .	314
<b>Глава 8. ЧЕЛОВЕК В БИОСФЕРЕ</b> . . . . .	315
8.1. Экология человека . . . . .	316
8.1.1. Человек как биологический вид . . . . .	316
8.1.2. Полиморфизм популяции человека . . . . .	319
8.1.3. Среда обитания человека . . . . .	319
8.1.4. Биологические потребности человека . . . . .	321
8.1.5. Экологические факторы и здоровье человека . . . . .	323
8.1.6. Защитные системы организма человека . . . . .	329
8.1.7. Онтогенез человека или этапы индивидуальной жизни . . . . .	330
8.1.8. Адаптация к экстремальным условиям . . . . .	334
8.2. Экология человечества . . . . .	337



8.2.1. Популяционные характеристики . . . . .	337
8.2.2. Проблемы питания и производства продовольствия . . . . .	346
8.2.3. Факторы, лимитирующие развитие человечества . . . . .	350
8.2.4. Технологическая цивилизация и биосфера . . . . .	354
8.3. Экологические кризисы и катастрофы . . . . .	356
8.3.1. Особенности антропогенного воздействия на биоту . . . . .	357
8.3.2. История антропогенных экологических кризисов . . . . .	358
8.3.3. Современный экологический кризис . . . . .	360
<b>Контрольные вопросы и задания . . . . .</b>	<b>363</b>
<b>Глава 9. АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ</b>	
<b>БИОСФЕРЫ . . . . .</b>	<b>364</b>
9.1. Антропогенное воздействие на биосферу . . . . .	373
9.1.1. Воздействие на атмосферу . . . . .	375
9.1.2. Воздействие на гидросферу . . . . .	407
9.1.3. Воздействие на литосферу . . . . .	413
9.1.4. Воздействие на биосферу физических факторов . . . . .	423
9.1.5. Энергопотребление и биосфера . . . . .	432
9.1.6. Антропогенные чрезвычайные ситуации, войны . . . . .	437
9.2. Экологический риск . . . . .	441
<b>Контрольные вопросы и задания . . . . .</b>	<b>446</b>
<b>Глава 10. ПУТИ И МЕТОДЫ СОХРАНЕНИЯ</b>	
<b>СОВРЕМЕННОЙ БИОСФЕРЫ . . . . .</b>	<b>448</b>
10.1. Основы экологического права . . . . .	448
10.1.1. Объекты и субъекты экологического права . . . . .	453
10.1.2. Право собственности на природные ресурсы и право природопользования . . . . .	454
10.1.3. Источники экологической информации . . . . .	454
10.1.4. Экологический вред . . . . .	455
10.1.5. Юридическая ответственность за экологические правонарушения . . . . .	456
10.1.6. Правовой режим экологически неблагополучных территорий . . . . .	458
10.1.7. Особенности правового режима природных ресурсов . . . . .	460
10.2. Пути сохранения биоразнообразия и генофонда биосферы . . . . .	464
10.2.1. Генофонд живой природы . . . . .	464
10.2.2. Особо охраняемые территории и природные объекты . . . . .	465
10.2.3. Красные книги . . . . .	470
10.3. Экономические аспекты природопользования . . . . .	472
10.3.1. Экономическая оценка природных ресурсов . . . . .	474



10.3.2. Экономическая оценка экологических издержек и ущерба от загрязнения . . . . .	477
10.3.3. Эколого-экономическая оценка инвестиций . . . . .	479
10.3.4. Экономические механизмы охраны окружающей среды . . . . .	482
10.4. Регламентация воздействия на биосферу . . . . .	493
10.4.1. Экологическая стандартизация . . . . .	493
10.4.2. Нормирование . . . . .	496
10.4.3. Оценка воздействия на окружающую среду . . . . .	532
10.4.4. Экологическая экспертиза . . . . .	534
10.4.5. Экологическая сертификация . . . . .	536
10.4.6. Лицензирование экологически значимой деятельности . . . . .	538
10.4.7. Экологический контроль и мониторинг . . . . .	538
10.4.8. Аудит систем экологического менеджмента . . . . .	545
10.5. Управление в области охраны окружающей среды . . . . .	551
10.5.1. Государственное управление . . . . .	552
10.5.2. Производственное управление . . . . .	552
10.6. Инженерная защита биосферы . . . . .	556
10.7. Международное сотрудничество . . . . .	564
10.7.1. Принципы сотрудничества . . . . .	565
10.7.2. Международные организации . . . . .	566
10.7.3. Конференции и соглашения . . . . .	570
10.8. Переход к устойчивому развитию . . . . .	573
10.9. Экологическое воспитание, образование и культура . . . . .	578
<i>Контрольные вопросы и задания</i> . . . . .	580
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> . . . . .	581
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ОСНОВНОЙ</b> . . . . .	584
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ</b> . . . . .	585
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ</b> . . . . .	592
<b>ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ</b> . . . . .	614



В учебно–методический комплект, издаваемый издательством «Дрофа», входят также:

1. *Экология*. Сборник задач, упражнений и примеров: учебное пособие для вузов / Н.А. Бродская, О.Г. Воробьев, А.Н. Маковский и др.; Под ред. О.Г. Воробьева и Н.И. Николайкина. – 2-е изд. – М.: Дрофа, 2006. – 508 с.

2. *Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е.* Экология. Процессы и аппараты защиты атмосферы: учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: Дрофа, 2008. – 240 с.

Библиотека МГТУ ГА располагает достаточным количеством учебников «Экология». Библиотечный шифр этой книги

<b>57.026</b> <b>Н 63</b>
------------------------------

При желании приобрести учебник «Экология» рекомендуется обращаться по адресу издательства «Дрофа», приведенному в конце книги на стр. 623 (показано на рис. 4). Схема проезда в фирменный магазин «Школьник» представлена на рис. 5.



*Учебное издание*

**Николайкин Николай Иванович  
Николайкина Наталья Евгеньевна  
Мелехова Ольга Петровна**

## **ЭКОЛОГИЯ**

Учебник для вузов

Зав. редакцией *Т. Д. Гамбурцева*  
Редактор *И. Е. Якушина*  
Оформление *О. В. Корытов*  
Технический редактор *М. В. Биденко*  
Компьютерная верстка *Т. В. Рыбина*  
Корректор *Н. С. Соболева*

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.60.953.Д.010105.09.08 от 22.09.2008.

Подписано к печати 20.02.09. Формат 60 × 90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага типографская. Гарнитура «Школьная». Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 39,0. Тираж 2000 экз. Заказ № 3536.

ООО «Дрофа». 127018, Москва, Суцевский вал, 49.

**По вопросам приобретения продукции издательства «Дрофа»  
обращаться по адресу: 127018, Москва, Суцевский вал, 49.  
Тел.: (495) 795-05-50, 795-05-51. Факс: (495) 795-05-52.**

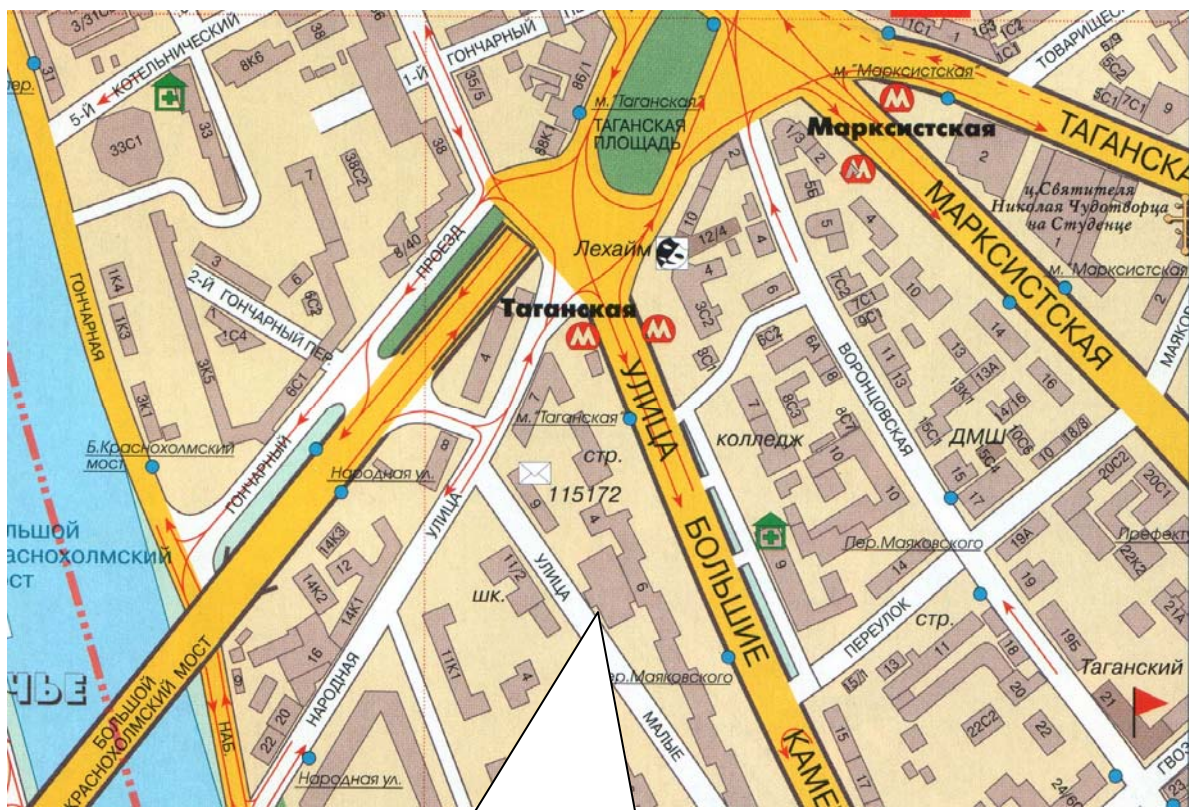
Торговый дом «Школьник».  
109172, Москва, ул. Малые Каменщики, д. 6, стр. 1А.  
Тел.: (495) 911-70-24, 912-15-16, 912-45-76.

Магазины «Переплетные птицы»:  
127018, Москва, ул. Октябрьская, д. 89, стр. 1.  
Тел.: (495) 912-45-76; 140408, Московская обл., г. Коломна, Голутвин,  
ул. Октябрьской революции, 366/2. Тел.: (495) 741-59-76.

Интернет-магазин: <http://www.drofa.ru>

Отпечатано с предоставленных диапозитивов  
в ОАО «Тульская типография». 300600, г. Тула, пр. Ленина, 109.

Рис. 4. Информация об издании, представленная на стр. 623 книги.



**Фирменный магазин «Школьник»  
издательства «Дрофа»  
по адресу: Москва, ул. Малые Каменщики, д.6  
стр. 1 а (метро Таганская-радиальная)**

Рис. 5. Схема проезда в магазин «Школьник».

Ответственный преподаватель кафедры  
по дисциплине «Экология»,  
профессор кафедры БПиЖД

Николайкин Н.И.