

УДК 504.75.05

ББК 20.18

Л25

**Авторы:** *В. В. Ларичкин* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерных проблем экологии Новосибирского государственного технического университета; *И. А. Сажин* – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технической теплофизики Новосибирского государственного технического университета; *В. Г. Ларионов* – доктор экономических наук, профессор кафедры организации и планирования производства МГТУ им. Н. Э. Баумана, почетный работник ВПО РФ.

**Рецензенты:** *Т. А. Коротаева* – д.ф.-м.н., с.н.с. Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук; *Е. Л. Счастливцев* – доктор технических наук, заведующий лабораторией моделирования геоэкологических систем ФГБУН «Институт вычислительных технологий» Сибирского отделения РАН, Кемеровский филиал (КФ ИВТ СО РАН).

### **Ларичкин, Владимир Викторович.**

**Л25** Методики инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие / В. В. Ларичкин, И. А. Сажин, В. Г. Ларионов. – 2-е изд. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2021. – 240 с. : ил.

ISBN 978-5-394-04126-6.

В учебном пособии даны общие сведения в области инженерной экологии. Рассмотрены примеры формирования статистико-математических моделей для обработки экологических данных и прогнозирования. Выполнены расчеты параметров выбросов загрязняющих веществ от нескольких типов источников на основании регламентированных методик. Проведен анализ технологий утилизации, переработки, вторичного использования золошлаковых отходов ТЭС и твердых коммунальных отходов. В приложении даны необходимые сведения ряда разделов математики и статистики. Список литературы полностью отображает содержание пособия и нацелен на углубленное изучение проблем инженерной экологии. В пособие включены авторские результаты, полученные при выполнении прикладных научно-исследовательских работ.

Предлагаемый материал будет полезен студентам старших курсов, магистрантам, обучающимся по направлениям подготовки 20.03.01 (бакалавриат), 20.04.01 (магистратура) – «Техносферная безопасность» (профили – инженерная защита окружающей среды, безопасность технологических процессов и производств), а также аспирантам, специалистам в области прикладной инженерной экологии.

ISBN 978-5-394-04126-6 © Ларичкин В. В., Сажин И. А., Ларионов В. Г., 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>7</b>
<b>Глава 1. Классификация видов загрязнений</b>	
<b>экологических систем .....</b>	<b>10</b>
1.1. Загрязнения окружающей среды.....	10
1.2. Механическое загрязнение .....	11
1.3. Химическое загрязнение.....	13
1.3.1. Химическое загрязнение атмосферы.....	15
1.3.2. Химическое загрязнение вод .....	16
1.3.3. Химическое загрязнение почв .....	17
1.3.4. Тяжелые металлы в природных средах.....	20
1.3.4.1. Нормирование содержания тяжелых металлов	
в почвах и растениях .....	25
1.3.4.2. Мероприятия по мелиорации почв, загрязненных	
тяжелыми металлами .....	28
1.3.4.3. Пестициды в природных средах .....	30
1.3.4.4. Гигиеническая классификация пестицидов.....	33
1.3.5. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами.....	34
1.4. Биологическое загрязнение .....	40
1.5. Осмофорное загрязнение .....	41
1.6. Шумовое загрязнение.....	43
1.7. Вибрационное загрязнение .....	46
1.8. Электромагнитное загрязнение .....	49
1.9. Тепловое загрязнение.....	57
1.10. Световое загрязнение .....	57
1.11. Радиоактивное загрязнение .....	59
1.11.1. Радиационное загрязнение местности и воды.....	61
1.12. Основные показатели загрязняющих веществ.....	65
1.13. Санитарно-защитные зоны .....	67
<i>Контрольные вопросы .....</i>	<i>69</i>
<b>Глава 2. Методы обработки экспериментальных данных,</b>	
<b>связанных с экологией. Установление их достоверности.</b>	
<b>Формирование прогноза.....</b>	<b>70</b>
2.1. Анализ достоверности экологических данных ограниченного	
объема Байкальского региона.....	73

2.2. Алгоритм формирования прогноза методами регрессионного анализа .....	77
2.3 Алгоритм уточнения прогнозов регрессионных моделей методиками ковариационного анализа .....	80
2.4. Анализ данных и прогнозирование лесных пожаров в Иркутской области.....	83
<i>Контрольные вопросы</i> .....	86

<b>Глава 3. Пример расчета областей распространения приземной концентрации загрязняющих веществ от выбросов нескольких точечных источников .....</b>	<b>87</b>
3.1. Алгоритм построения максимальной приземной концентрации ЗВ в направлении «восток – запад» .....	87
3.2. Алгоритм построения максимальной приземной концентрации ЗВ в направлении «северо-запад», «юго-восток» .....	91
3.3. Алгоритм построения максимальной приземной концентрации ЗВ в направлении «север – юг» .....	92
3.4. Интегральная область повышенной приземной концентрации ЗВ от ТЭЦ-4 .....	95
<i>Приложения к главе 3.....</i>	<i>96</i>
<i>Контрольные вопросы</i> .....	<i>97</i>

<b>Глава 4. Площадной источник выбросов загрязняющих веществ .....</b>	<b>98</b>
4.1. Пример расчета приземных зон выбросов загрязняющих веществ полигона ТКО на основании регламентированной методики .....	98
4.2. Формирование исходных данных расчета области загрязнения от полигонов твердых коммунальных отходов на примере Новосибирской области .....	101
4.3. Реализация методики расчета области загрязнения от площадного источника выбросов .....	103
4.4. Пример расчета приземных зон выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта на основании регламентированной методики .....	106
<i>Контрольные вопросы</i> .....	<i>107</i>

<b>Глава 5. Передвижные источники химического загрязнения</b>	108
5.1 Летательные аппараты как передвижные источники загрязнения атмосферного воздуха	111
5.2. Авиационные топлива и продукты сгорания	115
5.3. Требования ИКАО к авиационным топливам. Методика расчетов удельных показателей выбросов ЕІ нормируемых ЗВ	122
5.4. Выбросы загрязняющих веществ от двигателей внутреннего сгорания автомобилей в условиях большого города	136
<i>Контрольные вопросы</i>	137
<b>Глава 6. Методы утилизации и переработки промышленных и твердых коммунальных отходов (ТКО)</b>	138
6.1. Краткая история вопроса	138
6.2. Критерии выбора технологии обезвреживания и переработки ТКО	140
6.3. Малоотходные и безотходные технологии	146
6.4. Современные технологии переработки и утилизации твёрдых техногенных отходов электростанций и промышленных предприятий	147
6.5. Современное состояние и перспективы модернизации процессов переработки и утилизации ТКО в г. Новосибирске	149
6.6. Алгоритмы размещения полигонов в г. Новосибирске и его окрестностях	154
6.7. Конкурентные преимущества материалов на основе ЗШО по сравнению с ближайшими аналогами	156
6.8. Технико-экономическая эффективность	158
6.9. Перспективные направления переработки золошлаковых отходов ТЭС	158
6.10. Описание прогнозируемых эффектов от использования продукции	159
6.11. Прогнозируемые социально-экономические эффекты от использования продукции	160
<i>Контрольные вопросы</i>	160

<b>Глава 7. Технологии использования золошлаковых отходов ТЭС в народном хозяйстве</b> .....	161
7.1. Краткое состояние проблемы использования золошлаковых отходов ТЭС в строительстве .....	161
7.2. Применение золошлаковых отходов в качестве шумопоглощающего заполнителя – керамзита.....	166
7.3. Модификация гипсовых вяжущих золошлаковыми отходами .....	169
7.4. Разработка способов извлечения алюминия из золошлаковых отходов угольных электростанций .....	174
7.5. Перспективы использования золошлаковых (ЗШО) отходов ТЭС Павлодарской области в строительстве.....	179
7.5.1. Зола ТЭС в легком и ячеистом бетонах .....	185
7.5.2. Техничко-экономическая целесообразность использования золошлаковых отходов .....	187
<i>Контрольные вопросы</i> .....	188
<b>Приложения</b> .....	189
Приложение 1. Элементы математической статистики, корреляционного, регрессионного анализа, ковариационного анализа, понятия о временных рядах .....	189
Приложение 2. Элементы корреляционного анализа .....	196
Приложение 3. Основные сведения о регрессионном анализе .....	200
Приложение 4. Множественная регрессия .....	211
Приложение 5. Регрессионные модели с переменной структурой (с фиктивными переменными). Элементы ковариационного анализа .....	220
Приложение 6. Анализ временных рядов .....	222
Приложение 7. Трендовые модели .....	224
Приложение 8. Сезонные (периодические) модели .....	225
Приложение 9. Модели с лагами .....	226
Приложение 10. Цепи Маркова .....	229
<b>Список литературы</b> .....	233