




Н. М. Ларионов  
А. С. Рябышенков

# **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОСФЕРЕ**

 «Инфра-Инженерия»

**Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА  
ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОСФЕРЕ**

Учебное пособие

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2024

УДК 632.15  
ББК 20.18  
Л25

**Рецензенты:**

д. т. н., проф., директор института прикладной математики и компьютерных наук,  
заведующий кафедрой теоретических основ информатики

Национального исследовательского Томского государственного университета

*Замятин Александр Владимирович;*

к. т. н., ведущий научный сотрудник НПО «Квин Тех»

*Тузовский Константин Анатольевич*

**Ларионов, Н. М.**

**Л25** Моделирование и оценка процессов в техносфере : учебное пособие /  
Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – Москва ; Вологда : Инфра-Инжене-  
рия, 2024. – 188 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-2050-1

Проводится моделирование процесса распространения аэрозолей в атмосферном воздухе, а также оценка вредного воздействия загрязняющих веществ на гидро- и литосферу. Приведенные расчетные методы позволяют определить концентрацию загрязняющих веществ в компонентах окружающей среды, оценить степень техногенного воздействия на техносферу.

Для студентов, обучающихся по направлению бакалавриата 20.03.01 и магистратуры 20.04.01 «Техносферная безопасность».

УДК 632.15  
ББК 20.18

ISBN 978-5-9729-2050-1

© Ларионов Н. М., Рябышенков А. С., 2024

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>ГЛАВА 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА</b> .....	8
1.1. Схема моделирования и типы моделей.....	8
1.2. Классификация аэрозолей и источников их происхождения.....	14
1.3. Моделирование распределение размеров частиц аэрозолей.....	19
1.4. Моделирование распределения атмосферных примесей по высоте.....	20
1.5. Моделирование влияния осадков на атмосферные примеси.....	21
Вопросы для самоконтроля.....	22
<b>ГЛАВА 2. ДИНАМИКА АЭРОЗОЛЕЙ</b> .....	23
2.1. Прямолинейное равномерное движение аэрозолей.....	23
2.2. Уравнения неразрывности и движения для частиц аэрозоля.....	25
2.3. Частные случаи решения уравнений движения частиц аэрозоля.....	28
2.3.1. Движение частиц в однородном потоке источника.....	28
2.3.2. Движение частиц аэрозоля в воздушном потоке источника.....	29
2.3.3. Колебание частиц аэрозоля под действием внешней периодической силы.....	30
Вопросы для самоконтроля.....	33
<b>ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ В АТМОСФЕРЕ</b> .....	34
3.1. Уравнение переноса примесей в атмосфере.....	34
3.2. Распространение примесей без учета диффузии.....	35
3.3. Одномерная диффузия примесей.....	36
3.4. Перенос тяжелых примесей.....	39
3.5. Моделирование размещения промышленных предприятий.....	40
Вопросы для самоконтроля.....	41
<b>ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ</b> .....	42
4.1. Выбросы от одиночного источника.....	42
4.1.1. Определение разовой приземной концентрации загрязняющего вещества.....	42
4.1.2. Определение опасной скорости ветра.....	42
4.1.3. Определение максимальной приземной концентрации при неблагоприятных метеоусловиях.....	42
4.1.4. Приземная концентрация на оси факела при опасной скорости ветра.....	47
4.1.5. Учет фоновых концентраций загрязняющих веществ при расчетах загрязнения атмосферного воздуха.....	49
4.2. Оценка процесса распространения загрязняющих веществ в атмосфере.....	88
4.3. Оценка процесса загрязнения на атмосферу.....	92

Вопросы и задания для самоконтроля.....	92
<b>ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ПРОЦЕССА РАСПРОСТРАНЕНИЯ</b>	
<b>ПРИМЕСЕЙ В ГИДРОСФЕРЕ .....</b>	<b>99</b>
5.1. Общие требования к сточным водам.....	99
5.2. Показатели загрязнения сточных вод .....	102
5.3. Нормативы допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ в водные объекты .....	106
5.3.1. Сброс сточных вод в черте любого населенного пункта .....	106
5.3.2. Сброс сточных вод вне черты любого населенного пункта .....	108
5.3.3. Моделирование механизм перемешивания затопленной струи с окружающей средой.....	116
5.4. Оценка воздействия на поверхностные воды.....	118
Вопросы и задания для самоконтроля.....	125
<b>ГЛАВА 6. ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ В ЛИТОСФЕРЕ .....</b>	<b>127</b>
6.1. Общая характеристика процессов в литосфере .....	127
6.2. Гигиеническое назначение почвы .....	128
6.2.1. Гигиеническое назначение механического состава и свойств почвы .....	129
6.2.2. Роль почвы в распространении инфекционных и паразитарных заболеваний .....	130
6.2.3. Гигиеническое значение природного химического состав почвы .....	131
6.2.4. Гигиеническое значение загрязнения почвы химическими веществами.....	132
6.3. Оценка степени химического загрязнения почвы .....	134
6.4. Оценка санитарного состояния почвы по санитарно-химическим показателям .....	143
6.5. Оценка степени биологического загрязнения почвы .....	144
6.5.1. Санитарно-бактериологические показатели.....	144
6.5.2. Санитарно-паразитологические показатели.....	145
6.5.3. Санитарно-энтомологические показатели.....	145
6.5.4. Показатели биологической активности почвы .....	146
<b>ГЛАВА 7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА .....</b>	<b>147</b>
7.1. Тестовые вопросы .....	147
7.2. Вопросы, требующие развернутого ответа .....	169
7.3. Ответы на тестовые вопросы .....	175
7.4. Ответы на развернутые вопросы .....	175
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>183</b>