

Министерство образования и науки Российской Федерации
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПЕТРА ВЕЛИКОГО

В. В. ЯКОВЛЕВ

РИСК В ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СРЕДЕ



**Санкт-Петербург
2015**

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

В. В. Яковлев

РИСК
В ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
СРЕДЕ



Санкт-Петербург
2015

УДК 504.5/6(075.8)

ББК 20.18я73

Я47

Яковлев В. В. Риск в природно-технической среде / В. В. Яковлев. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2015. — 510 с.

В монографии на основе системного анализа исследована проблема безопасности от определений до числовых значений результатов воздействия на среду обитания и человека поражающих факторов, сопровождающих техногенные катастрофы. Приведены действующие методики оценки последствий аварийных ситуаций с углеводородами, даны сравнения результатов расчетов, выполненных по различным методикам, приведены примеры решения конкретных задач по расчету ожидаемого ущерба при возникновении аварийных ситуаций.

Предназначена для бакалавров, магистров и аспирантов, обучающихся по перечисленным выше направлениям. Может быть использована в системах непрерывного профессионального образования и в структурах проектирования производственных технологий.

Монография может быть использована в качестве учебного пособия.

Печатается по решению

Совета по издательской деятельности Ученого совета

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

© Яковлев В. В., 2015

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2015

ISBN 978-5-7422-4878-1

Оглавление

Список принятых сокращений	6
Введение	7
1. Безопасность природно-технических систем.	9
Экологическая безопасность и экологический риск.	10
Простейшие аналитические модели популяционной динамики.....	15
Динамика средних	16
Принцип квазирегулярности	21
Предельное поведение средних численностей состояний.....	22
Анализ средних численностей популяций	28
Логистические модели популяционной динамики	38
Однородная изолированная популяция в неизменной среде	39
Динамика численности популяции в периодической среде	51
2. Методы оценки риска.....	58
Общие положения.	58
Оценка риска.	63
Количественные методы оценки риска.....	67
Методика оценки ущерба от аварий.	74
Составляющие экономического ущерба.....	77
Управление риском.	89
3. Принятие решений в условиях неопределенности на основе теории игр.	109
Платежная матрица игры.....	111
Нижняя и верхняя цена игры. Принцип минимакса.....	114
Решение игры в смешанных стратегиях.	117
Теорема об активных стратегиях.....	118
Игры $2 \times n$ и $m \times 2$	120
Решение игр $m \times n$	122
Игры с природой.....	125
Максиминный критерий Вальда.....	135
Минимаксный критерий Сэвиджа.....	135
Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица.....	136
4. Оценка достоверности статистических данных.....	142
Генеральная совокупность и выборка.....	142
Интервальное оценивание параметров распределения	150
Корреляционный анализ.....	168

Регрессионный анализ	174
5. Нефть и нефтепродукты – основные источники чрезвычайных ситуаций и загрязнения окружающей природной среды.	183
Магистральные трубопроводные системы.	191
Оценка остаточного ресурса трубопровода.	196
Гидравлические удары в трубопроводах.	211
Перевозка нефтепродуктов железнодорожным и автомобильным транспортом.	221
Автомобильный транспорт нефтепродуктов.	225
Водные виды транспорта нефтепродуктов.	233
Прогнозирование возможных разливов нефти и нефтепродуктов в зоне ответственности администрации Санкт-Петербурга	243
Методы расчета параметров распространения нефтяного пятна по водной и твердым поверхностям.	251
Особенности распространения нефтяного пятна в ледовой обстановке.	269
Влияние выгорания нефтепродуктов на площадь разлива.	271
Влияние испарения нефтепродуктов на их распространение по водной поверхности.	277
Аварийное истечение вязких жидкостей из резервуаров различной формы.	285
Оценка площади растекания нефтепродуктов по твердой подстилающей поверхности.	300
6. Горение и взрыв паров нефтепродуктов и газов в открытом пространстве	311
Общая характеристика природных и нефтяных газов.	311
Сжатые нефтяные газы.	316
Сжиженные газы.	317
Тепловое воздействие на среду обитания пожаров разлития.	328
Поражение человека тепловой радиацией горящих нефтепродуктов.	337
Оценка воздействия тепловой радиации «огненного шара».	348
Взрывное горение паровоздушных и газовоздушных смесей.	353
Оценка вероятности поражающего воздействия взрыва ТВС.	360
Упрощенный алгоритм оценки вероятности поражения объекта воздушной ударной волной.	364
Оценка скорости распространения пожара.	370

7. Риск аварийных ситуаций в процессе хранения и транспортировки нефтяных и природных газов.	374
Транспортировка газов. Магистральные газопроводные системы.	375
Основные формулы для гидравлического расчета газопровода.	385
Резервуары для хранения сжиженного газа.	396
Действующие объекты подземного хранения газа «Газпрома» на территории России.	405
8. Риск взрывов и пожаров нефтяных и природных газов в замкнутых объемах.	408
Затекание газа в помещение из сосуда с высоким давлением.	428
Расчет избыточного давления взрыва для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в помещении.	436
9. Расчеты риска за нарушение экологической безопасности.	441
Общие положения.	441
Методика расчета платы за загрязнение окружающей природной среды.	442
Расчет платы за выбросы веществ в атмосферу.	443
Расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты.	450
Расчет платы за загрязнение почвы.	454
Расчет платы за размещение отходов.	457
Расчет платы за негативное воздействие на биологические ресурсы.	460
Расчет платы за нанесение ущерба окружающей среде при аварийных ситуациях с нефтью и нефтепродуктами.	467
10. Риск радиационной опасности.	473
Внешнее облучение.	476
Внутреннее облучение.	480
Последствия мирных подземных ядерных взрывов.	494
Ураносодержащие отвалы.	499
Заключение.	502
Литература.	503